

# SCIENCE ET VIE

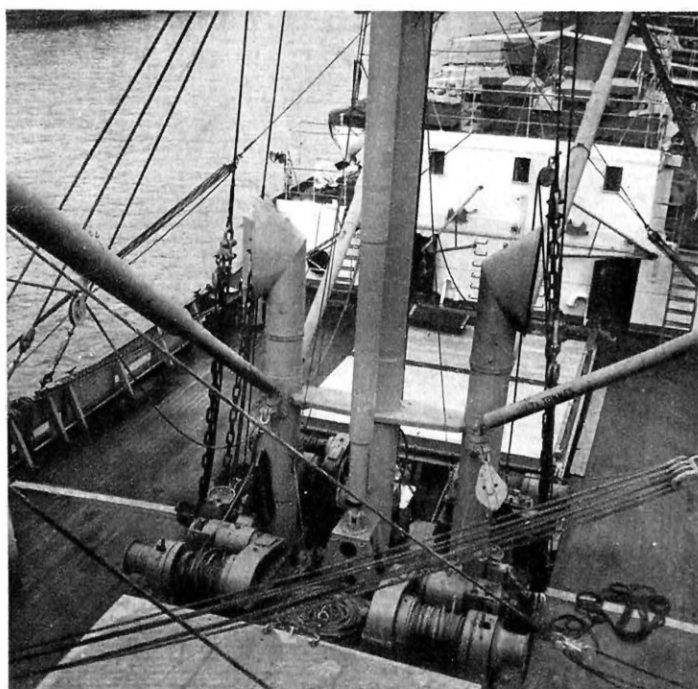
NUMÉRO  
HORS SÉRIE  
150 F



**LA MARINE**



# APPAREILS AUXILIAIRES de PONT



**GROUPEMENT DES CONSTRUCTEURS  
FRANÇAIS D'AUXILIAIRES DE PONT**

14, RUE HALÉVY — PARIS (9<sup>e</sup>) : Tél. PRO 30-97



# VOUS POUVEZ FAIRE CONFIANCE A AIR FRANCE...



SES ÉQUIPAGES  
ont parcouru plus d'un  
MILLIARD  
DE KILOMETRES



Le recrutement du personnel d'Air France est basé sur une sélection sévère. C'est pourquoi son réseau mondial ne possède que des techniciens éprouvés, des équipages d'une expérience à toute épreuve, un personnel d'accueil accompli et stylé. Pour vous comme pour tous ceux qui utilisent Air France, c'est la plus sûre garantie des excellentes conditions de voyage qui vous sont offertes.

# AIR FRANCE

119, CHAMPS-ÉLYSÉES - BALZAC 50-29 - 2, RUE SCRIBE - OPÉ. 41-00 - ET TOUTES  
AGENCES DE VOYAGES - VENTE PAR TÉLÉPHONE BALZAC 50-29 DE 7 H. A 22 H.



**SOCIÉTÉ GÉNÉRALE**  
de  
**TRANSPORTS MARITIMES**  
à vapeur

MARSEILLE : 70, Rue de la République  
PARIS : 5, Rue de Surène

L'ALGÉRIE - DAKAR  
L'AMÉRIQUE DU SUD  
LES ANTILLES  
par MARSEILLE

●  
FRET  
PASSAGES

**CHANTIERS NAVALS**  
**DE LA CIOTAT**

SOCIÉTÉ ANONYME au CAPITAL de 160.000.000 FR.

CONSTRUCTIONS  
ET RÉPARATIONS  
DE NAVIRES ET DE  
MACHINES MARINES

Siège Social :  
**LA CIOTAT (Bouches-du-Rhône)**

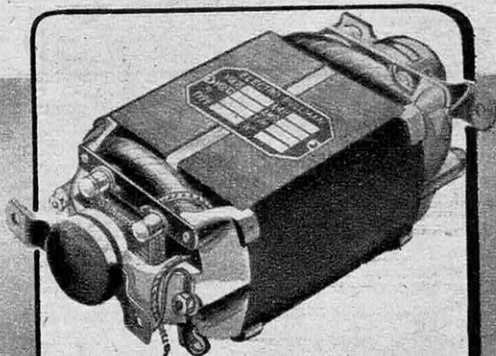
Bureaux à **PARIS (8<sup>e</sup>)**  
**11, Rue Lincoln, 11**

ÉLYsées 75-34



**DYNAMOTOR**  
**ELECTRO-PULLMAN**

**ST. ELECTRO-PULLMAN, 125, B<sup>is</sup> LEFEBVRE**  
PARIS XV<sup>e</sup> TEL. LEC. 99-58



**Le plus moderne**  
des

**Convertisseurs Rotatifs**

*Références du monde entier*

Toutes applications scientifiques  
et industrielles : aviation,  
marine, Défense nationale,  
P. T. T., automobiles, T. S. F.,  
colonies, etc... Modèles à très  
faible consommation équilibrés  
avec machines électroniques  
(uniques en France)



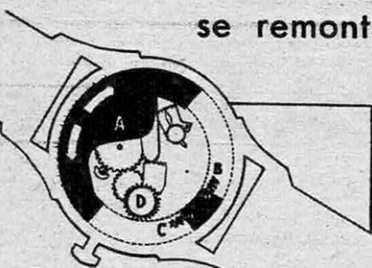


Omega a la confiance  
du monde

*A votre poignet*

L'Omega "Automatic"  
se remonte toute seule

**OMEGA**



**\* Fonctionnement du mouvement automatique Omega :**

Au moindre geste de votre poignet, la masselotte A se met en mouvement et, conformément aux indications des flèches, va et vient entre la butée B et la butée C. - Ce dispositif, simple et ingénieux, entraîne l'engrenage du remontoir D d'une manière continue et assure à l'Omega "Automatic" un remontage constant et par conséquent une précision rigoureuse.

A chacun de vos gestes, l'Omega "Automatic" se remonte d'elle-même. Quel souci de moins pour vous de n'avoir plus à remonter votre montre. Quelle sécurité aussi d'avoir une montre toujours exacte, car l'Omega "Automatic" porte au plus haut degré la fameuse précision Omega. Son ressort maintenu toujours à tension constante (grâce à un mécanisme breveté) travaille dans les meilleures conditions et imprime au mécanisme de la montre une extraordinaire régularité de marche.

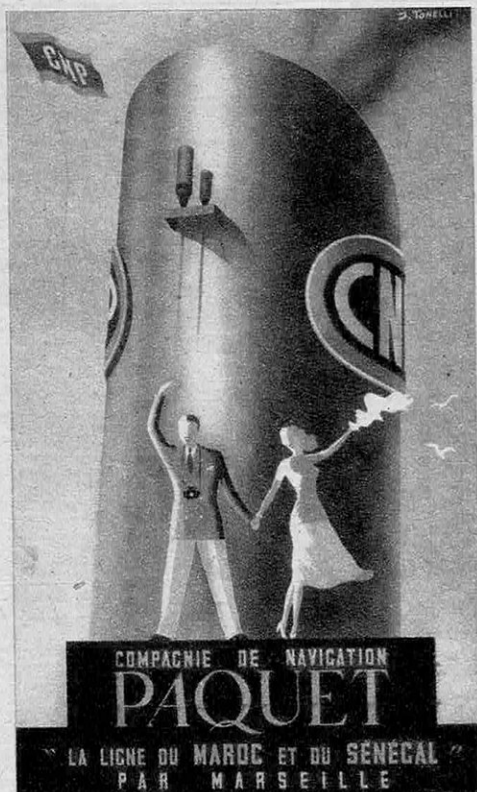
La ligne de l'Omega "Automatic" est particulièrement élégante grâce à son boîtier mince et profilé

Par suite des restrictions d'importation, seules quelques montres en or sont disponibles en France chez les concessionnaires de la marque que vous reconnaîtrez à l'emblème ci-contre figurant dans leur vitrine.



Production de la Société Suisse pour l'Industrie Horlogère - GENÈVE  
Montre Omega Montre Tissot





# T.S.F.

INSTALLATION

ÉTABLISSEMENTS

## LAGIER

CONSTRUCTIONS RADIO - ÉLECTRIQUES

ÉMETTEURS - RECEPTEURS  
TÉLÉGRAPHIE - TÉLÉPHONIE  
SONORISATION

RADIOGONIOMÈTRES — AUTO-ALARMS  
SONDEURS

Direction et Usine :

2, Place Général-Ferrié — MARSEILLE

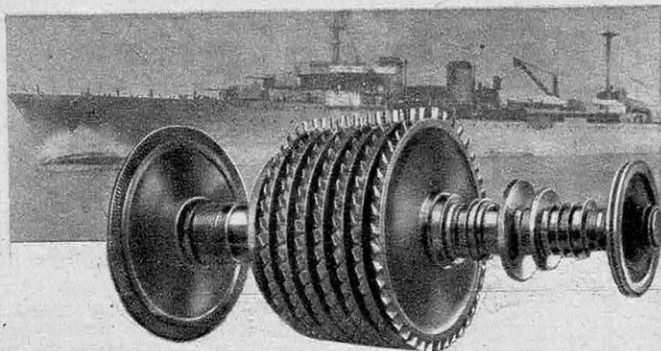
Téléphone : Prado 69-86 (3 lignes)

Bureaux à Paris :

128, Bd Haussmann — Téléphone : LAB. 13-98

AGENT DANS LES PRINCIPAUX  
PORTS DU MONDE ENTIER

# SOCIÉTÉ RATEAU



Mobile de turbo-sufflante de suralimentation  
de chaudière SURAL - Puissance 4000 ch.

Plus de 100 unités construites de 1937 à 1939  
pour navires de ligne Richelieu et Jean-Bart, etc...

### AGENCES :

ALGER, BORDEAUX, CASABLANCA, LILLE, MARSEILLE,  
LYON, NANCY, NANTES, PARIS, TUNIS, BRUXELLES,  
MUYSEN-LEZ-MALINES.

Société Anonyme au Capital  
de 202.000.000 de francs.

141, Rue Rateau, 141  
LA COURNEUVE (Seine)  
Tél. : FLAndre 18-80 (14 lignes)

APPAREILS MOTEURS  
A TURBINES A VAPEUR  
ET A GAZ  
AUXILIAIRES  
à MOTEUR et TURBINE  
POUR CHAUFFERIE  
COQUE ET MACHINE  
ROBINETTERIE  
MARINE

### AUTRES SPÉCIALITÉS

TURBO-RÉACTEURS, TURBO-  
COMPRESSEURS DE SURALIMEN-  
TATION, SOUFFLERIES SUBSO-  
NIQUES ET SUPERSONIQUES,  
POMPES, VENTILATEURS, COM-  
PRESSEURS ET ROBINETTERIE  
POUR TOUTES APPLICATIONS.

ENTREPRISE  
**Aug. MARCELLIN**

10, Boulevard d'Athènes  
**MARSEILLE**

Renflouements :

**107** Navires remis à flot depuis  
la libération dont le paque-  
bot « KAIROUAN » coulé par  
30 m. de fond.

Dragages :

**2.000.000** de m<sup>3</sup> extraits.

Travaux maritimes :

**1.100** m<sup>2</sup> de quais construits.



PASSAGERS et MARCHANDISES

**L'ALGÉRIE  
LA TUNISIE**

AU DÉPART DE MARSEILLE ET PORT-VENDRES

**CIE DE NAVIGATION MIXTE**

Direction, 9, Rue J.-F.-Leca — MARSEILLE  
CO-68.94

A detailed black and white illustration of a busy port. On the left, a large crane stands on a metal structure. In the center, several ships are docked at a pier. On the right, a large, curved structure, possibly a grain elevator or silo, is visible. The scene is framed by a decorative border.

**DAKAR**

TRAFIC	1947	1948
JAUGE NETTE	6.715.798 <sup>m</sup>	8.915.000 <sup>m</sup>
MARCHANDISES	1.825.000 <sup>m</sup>	2.005.000 <sup>m</sup>



COMPAGNIES DE NAVIGATION  
**CYPRIEN FABRE**  
 ET  
**FRAISSINET**  
 MARSEILLE

LA  
 CÔTE  
 OCCIDENTALE  
 D'AFRIQUE

MARSEILLE - 3 et 15, rue Beauveau

BOAGUES  
 NAVIRES DE MER  
 ENGINES DE RIVIERE

ATELIERS ET DE  
**BRETAGNE**

TURBINES  
 HELICES  
 DIESEL

REMORQUEUR - LOURDS AVEC HELICE REVERSEUR

**PROPULSEURS AMOVIBLES GOÏOT**

PÊCHE  
 CHASSE  
 CROISIÈRE

MONOBLOC  
**3 CV $\frac{1}{2}$**   
 POIDS 20%

*Nouveaux modèles. Puissance accrue - facilité de départ incomparable*

AUTRES MODÈLES DE 2 CV $\frac{1}{2}$  À 40 CV.  
 TYPES LÉGERS POUR LA RIVIÈRE  
 EN BRONZE POUR LA MER

*Pour vos bateaux: MOTEURS GOÏOT*  
 28, RUE DU FRÈRE LOUIS ■ NANTES ■

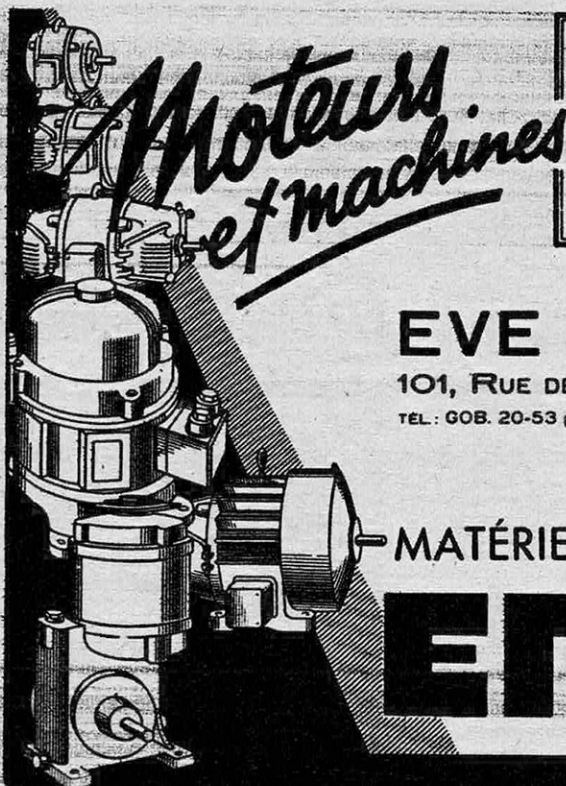
**UNIS-FRANCE**

*Enfin de retour!*

*La souplesse inusitée  
 La forme étudiée  
 La finesse*  
 de la GOMME  
**CANARI-CORECTOR**  
 font sa SUPÉRIORITÉ

EXIGEZ LA GOMME JAUNE

*En vente chez votre Papeter*



*Moteurs  
et machines*

TOUTES FORMES  
TOUTES VITESSES  
TOUS TYPES  
TOUS COURANTS

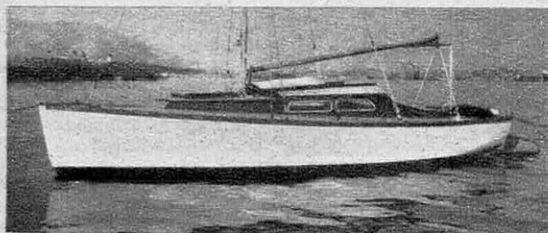
**EVE & NOIZET**

101, RUE DE LA GLACIÈRE - PARIS-13<sup>E</sup>  
TEL. : GOB. 20-53 (3 LIGNES). TÉLÉGR. : EVENCOTE PARIS T.T.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

**ENCO**

**SOCIÉTÉ D'ÉTUDES et de CONSTRUCTIONS  
AÉRO NAVALES**

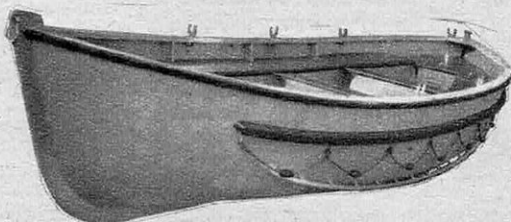


Ses Réalisations  
BOIS :

*Chalutiers, canots,  
aménagement de  
navires, avirons....*

Ses Réalisations nouvelles en ALLIAGES LÉGERS :

- Embarcations de sauvetage
- Propulseur à main "brinqueballe"  
Licence Echard
- Canalisations de conditionnement d'air
- Cloisons métalliques légères  
d'aménagement de paquebots.
- Éléments de structure "brevetés"
- Panneaux d'incendie - Panneaux composites pour cales de chalutiers



Siège Social : 40, rue Henri Barbusse - GENNEVILLIERS (Seine) - Tél. : GRE 35-00  
Chantier Naval S. E. C. A. N. - Quartier Brégaillon LA SEYNE S/MER (VAR)



Si vous êtes attiré par les

# CARRIÈRES DE LA MARINE

vous devez avant tout vous renseigner exactement auprès d'une organisation qui présente toutes garanties de compétence et de probité. Ces garanties vous sont offertes par l'ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans, PARIS (XVI<sup>e</sup>), qui vous adressera sur demande, sans frais et sans engagement de votre part, les brochures où vous trouverez tous renseignements sur les carrières que voici :

A) Broch. N° 18.893.

## MARINE NATIONALE (MARINE DE GUERRE)

- a) **PERSONNEL NAVIGANT :**  
— Officier de marine : **Ecole Navale.**  
— Ingénieur Mécanicien : **Ecole des Elèves-Ingénieurs Mécaniciens.**  
— Officier des Equipages et Sous-officier : **Ecoles de Maistrance de la Flotte, Pont et Machines.**  
— Mousse-Apprenti mécanicien, etc.  
— Commissaire de bord : **Ecole du Commissariat.**  
— Médecin de marine : **Ecole du Service de Santé de la Marine (Bordeaux).**
- b) **PERSONNEL DE L'AÉRONAUTIQUE NAVALE :**  
— Pilote.  
— Radiotélégraphiste.  
— Télémécanicien (radar, etc.).
- c) **PERSONNEL A TERRE :**  
— Arsenaux de la Marine : **Ecoles techniques de la Marine. Ecole d'application du Génie maritime.**
- d) **PERSONNEL ADMINISTRATIF :** Attaché d'Administration.  
**Ecole d'Administration de la Marine.**

B) Broch. N° 18.899.

## MARINE MARCHANDE (CABOTAGE ET LONG COURS)

- a) **CADRES NAVIGANTS :**
- 1) **PONT**  
— Elève Officier au long cours.  
— Lieutenant et Capitaine au long cours.  
— Lieutenant au cabotage.  
— Capitaine de la Marine marchande (cabotage).  
— Capitaine et Patron de pêche.  
— Patron au bornage.
- 2) **MACHINES**  
— Elève-Officier mécanicien.  
— Officier mécanicien de 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> classe.  
— Admission aux ECOLES NATIONALES DE LA MARINE MARCHANDE, ou préparation directe aux **BREVETS OFFICIELS.**
- 3) **SERVICES GÉNÉRAUX**  
Radiotélégraphiste navigant,  
Commissaire de bord et élève-Commissaire.
- b) **PERSONNEL TECHNIQUE NON NAVIGANT :**  
Services généraux du Ministère de la Marine.  
Administrateur de la Marine, etc.

# L'ÉCOLE UNIVERSELLE

la plus importante du monde

met à votre disposition ses préparations par correspondance aux carrières de la Marine, les plus efficaces et les plus rapides, ainsi qu'en font foi les nombreux et brillants succès remportés par ses élèves. Elle vous offre en outre de vous renseigner, sans frais et sans engagement, sur toutes les études, écoles et carrières. Demandez-lui celle de ses brochures qui vous intéresse :

- Br. 18.802 : **Enseignement secondaire** : Etudes complètes du second degré depuis la onzième jusqu'aux classes de Lettres supérieures et de Mathématiques spéciales, préparation aux Examens d'admission, au B.E.P.C., aux Baccalauréats, etc.
- Br. 18.808 : **Enseignement primaire** : Classes complètes; préparation au C.E.P., Brevets, etc.
- Br. 18.813 : **Enseignement supérieur** : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.
- Br. 18.818 : **Grandes Ecoles spéciales.**
- Br. 18.858 : **Pour devenir Fonctionnaire** : Administrations financières, P. T. T., Ecole nationale d'Administration.
- Br. 18.824 : **Carrières de l'Industrie, des Mines, des Travaux publics et du Bâtiment**; C. A. P. et Brevets professionnels.
- Br. 18.828 : **Carrières de l'Agriculture et du Génie rural, Industries agricoles.**
- Br. 18.833 : **Commerce, Comptabilité, Publicité, Industrie hôtelière, Assurances, Banque, Bourse**, etc., C.A.P., Brevets professionnels; dipl. d'Exp. Compt.
- Br. 18.835 : **Orthographe, Rédaction, Rédaction épistolaire, Calcul, Ecriture.**
- Br. 18.840 : **Angl., Allem., Russe, Esp., Ital., Arabe, Tourisme, Interprète**, etc.
- Br. 18.848 : **Carrières de l'Aviation** (militaire et civile).
- Br. 18.853 : **Carrières de la Radio**; diplômes officiels, Industries radiotechniques.
- Br. 18.860 : **Secrétariats, Journalisme**, etc.
- Br. 18.865 : **Etudes musicales** : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Flûte, Accordéon, Chant, Professorats
- Br. 18.874 : **Arts du Dessin** : Professorats, Métiers d'art, Peinture, Aquarelle, Gravure.
- Br. 18.876 : **Couture, Coupe, Corset, Mode, Lingerie, Broderie, Chemiserie.**
- Br. 18.881 : **Arts de la Coiffure et des Soins de beauté, Massage, Pédicurie.**
- B. 18.888 : **Carrières du Cinéma, Photographie.**

Milliers de brillants succès à tous les examens et concours publics.

## ÉCOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS - chemin de Fabron, NICE - 11, place Jules-Ferry, LYON.

# SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DU DOUBS

106, RUE LAFAYETTE - PARIS - Métro : Poissonnière - Gare du Nord



**WATERPROOF  
STAINLESS**

APR.



4912. **Montre de dame**, bracelet reptile, verre optique, boîtier chromé, fond acier inoxydable, ancre 15 rubis, garantie un an. **5.800 Fr.** Même article en plaqué or (sans contrepartie) et fournitures suisses.. **7.800 Fr.**

4911. **Boîtier chromé**, fond acier inoxydable, verre optique, cordonnet soie, garantie un an. **3.985 Fr.** Avec bracelet reptile. **4.585 Fr.**

En plaqué or (sans contrepartie)..... **5.350 Fr.**

4916. **Boîtier chromé**, fond acier inoxydable, mouvement 15 rubis, carrée, garantie un an **2.950 Fr.**

Avec verre optique très bombé..... **3.550 Fr.**



4929. **Chronographe**, mouvement suisse, 17 rubis, 2 poussoirs, garantie un an... **10.950 Fr.** Le même, antimagnétique et cadran lumineux... **12.500 Fr.** Le même, plaqué or, **13.500 Fr.**



4928. **Montre avec grande trotteuse**, mouvement suisse, boîtier chromé, garantie un an. **2.997 Fr.** Cadran lumineux, supplément. **300 Fr.**



4927. **Étanche « Waterproof-Stainless »**, ancre 15 rubis, antimagnétique, garantie un an **4.885 Fr.** En plaqué or (sans contrepartie), pignons et rouages suisses. .... **5.850 Fr.**

Même modèle, 16 rubis..... **5.950 Fr.**



4915. **Boîtier chromé**, fond acier inoxydable, ancre 15 rubis, cordonnet soie, garantie un an. **2.997 Fr.** Avec verre Genève **3.685 Fr.** Avec bracelet reptile: majoration de ..... **600 Fr.**

## LA MONTRE DE QUALITÉ



CONTRE  
REMBOURSEMENT  
OU MANDAT JOINT  
A LA COMMANDE.



EN ROUTE  
VERS  
L'AMÉRIQUE DU SUD  
LA CÔTE OCCIDENTALE D'AFRIQUE  
L'AFRIQUE DU SUD  
L'INDOCHINE



R. L. J. DORÉ

# CHARGEURS RÉUNIS

3, BOULEVARD MALESHERBES, 3 - PARIS-VIII<sup>e</sup> - TÉL. ANJou 08-00

# LA MARINE

## SOMMAIRE

★ LA MARINE ET SES TACHES.....	3
par le Vice-amiral d'escadre Lemonnier.	
★ L'ÉVOLUTION DE L'ARCHITECTURE NAVALE.....	10
par Louis Kahn, Ingénieur général du Génie Maritime.	
★ LE BASSIN DES CARÈNES DE PARIS.....	14
par L. Maillard, Ingénieur du Génie Maritime.	
★ L'ÉVOLUTION DE L'ARMEMENT.....	22
par Gilbert Monier, Ingénieur en chef de l'Artillerie Navale.	
★ L'ÉVOLUTION DES FLOTTES DE GUERRE DEPUIS 1939.....	38
par Henri Le Masson.	
★ LES PORTE-AVIONS.....	52
par le Contre-amiral Barjot.	
★ LES SOUS-MARINS.....	67
par le Lieutenant de vaisseau Raymond.	
★ LES BASES NAVALES.....	85
par Gabriel GUY, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Direc- teur central des Travaux Immobiliers et Maritimes.	
★ LA GUERRE SUR MER.....	94
par Camille Rougeron.	
★ LA MARINE DE COMMERCE FRANÇAISE.....	100
par René Courau, Secrétaire général de la Marine Marchande.	
★ LES FLOTTES MARCHANDES MONDIALES.....	108
par Henri Le Masson.	
★ LES PROGRÈS TECHNIQUES DU CARGO ET DU PAQUEBOT.....	120
par J.-P. Ricard, Ingénieur en chef à la Compagnie Générale Tran- satlantique.	
★ LE PÉTROLE ET LES PÉTROLIERS.....	140
par M. Mégange.	
★ NAISSANCE DU NAVIRE.....	151
par Paul Barrillon.	
★ LA MANUTENTION DANS LES PORTS.....	159
par Jean Larras, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Direc- teur du Port d'Alger.	
★ LA RADIO ET LA MARINE.....	166
par Raymond Hermann.	

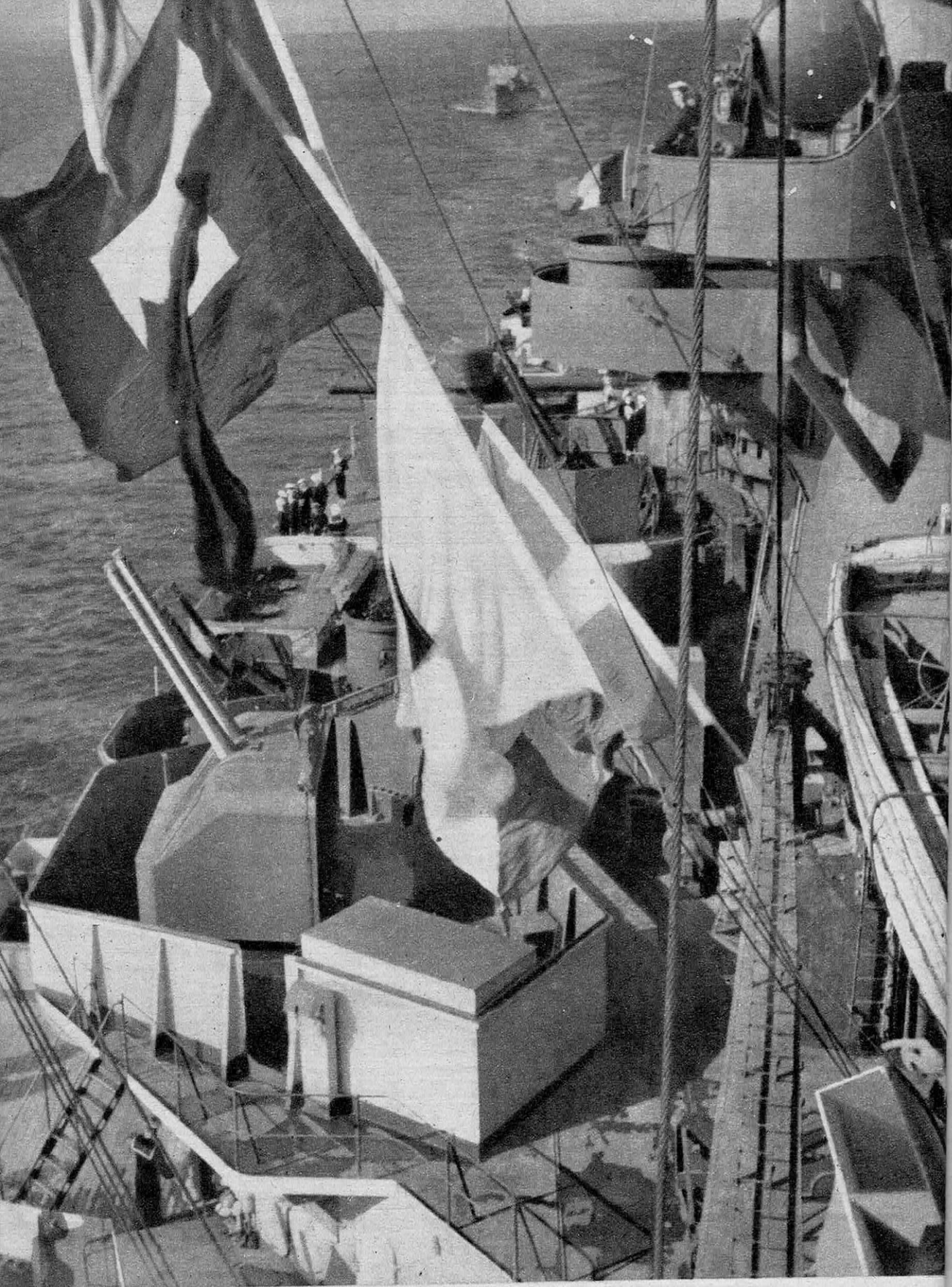
Bureaux : 95, Boul. Emile Jacqmain



BRUXELLES - Téléphone 18.21.00

« SCIENCE ET VIE » magazine mensuel des sciences et de leurs applications à la vie moderne.  
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.  
Copyright by « Science et Vie », 5, rue de la Beaume, Paris.





i  
e  
c  
s  
s  
s  
  
i  
n  
n  
e  
n  
n  
f  
-  
  
ta  
ra  
tr  
  
d  
  
p  
re  
au  
po  
de

# LA MARINE ET SES TÂCHES

par le Vice-amiral d'Escadre LEMONNIER

**O**N prétend quelquefois en France que les marines sont des vestiges du passé. Ceux qui pensent ainsi se trompent grossièrement : les marines se sont transformées depuis le temps des bâtiments à voiles.

Les navires ont été, en fait, avec les avions, les grands bénéficiaires de l'évolution prodigieuse de la science et des techniques depuis le début du siècle. Les progrès de l'aviation, loin de contrarier le développement des flottes, l'ont stimulé.

Pour la lutte sur mer, l'avion a été associé aux navires, à tel point que les flottes militaires modernes sont devenues aujourd'hui 50 % aéronavales.

De nouvelles catégories de bâtiments amphibies ont fait leur apparition et le navire de surface s'est lui-même transformé complètement.

Il a bien, comme autrefois, une coque, mais aux formes beaucoup plus fines, et ses superstructures sont toutes différentes. Les grandes mâtures de la marine à voiles, qu'on avait d'abord conservées pour porter les antennes des radios au temps des ondes longues, ont aujourd'hui disparu.

Dans les fonds, les machines ne sont plus les mêmes. Aux traditionnelles machines alternatives ont succédé les turbines de plus en plus puissantes. Aux chaudières cylindriques à basse pression, se sont substituées, sur les unités rapides, des chaudières ramassées, chauffant au mazout, à vaporisation intense. Les diesels rapides se sont généralisés.

Tous ces progrès ont intéressé non seulement les marines militaires mais aussi les marines marchandes : ils ont entraîné un accroissement très sensible des vitesses des navires, en même temps qu'une réduction de consommation de combustible. A tonnage égal, avec moitié moins de combustible, on va deux fois plus loin qu'il y a 30 ans.

Les navires militaires ont vu, par l'installation de dispositifs nouveaux, tel que le radar, l'asdic, les postes électroniques, etc. transformer leurs possibilités du tout au tout.

La navigation marchande a profité de ces découvertes.

Et sans cesse les progrès continuent, qui permettent aux flottes modernisées de 1949 de rester des instruments capables de faire face aux armes nouvelles et même, en les utilisant pour leur compte, d'accroître leur potentiel de combat. Sous l'influence de tous ces fac-

teurs, les tactiques ont complètement changé et la stratégie elle-même est bouleversée.

Exposer cet aspect nouveau des flottes, présenter les caractéristiques et les conditions nouvelles d'emploi des différents types d'unités qui composent aujourd'hui une marine moderne, tel est l'objet des articles techniques qui suivent sous la plume d'experts de la plus haute autorité, et de valeur universellement connue.

Je me félicite qu'une revue comme SCIENCE ET VIE, si répandue, en particulier chez les jeunes, chez les enthousiastes, chez ceux qui songent à l'avenir, ait ainsi consacré un numéro spécial à la marine.

La France est une grande nation qui respire sur les océans et dont l'avenir est lié au maintien de ses communications outre-mer.

Les Français d'aujourd'hui sont les héritiers d'ancêtres qui, par leur esprit d'entreprise, par leur énergie, par leur connaissance de la mer, par leur sens humain, ont su réaliser l'Union Française et assurer le rayonnement de notre culture.

Ils doivent s'intéresser, plus que jamais, à tout ce qui permet de maintenir cette expansion, et tout particulièrement à leur marine : ils doivent s'y passionner comme pour tout ce qui est susceptible de contribuer à la prospérité de leur pays et aux progrès de l'humanité.

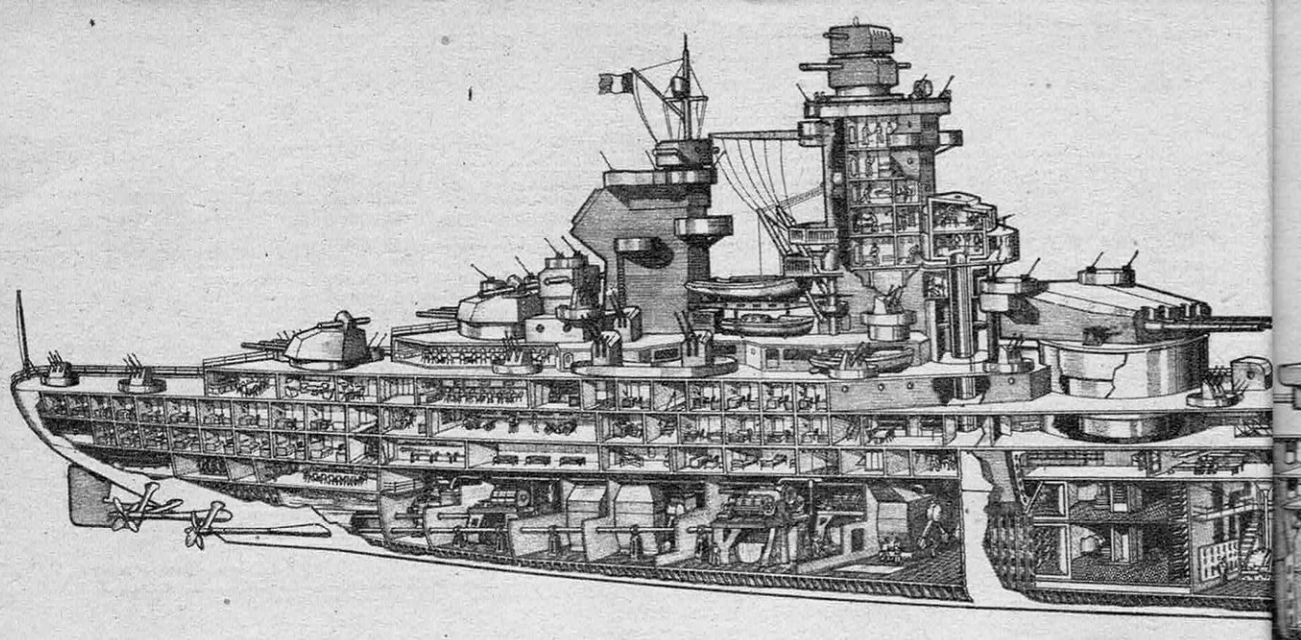
\* \* \*

Je voudrais seulement ici, en guise de présentation, résumer en quelques lignes les missions des marines et démontrer que, contrairement à ce que certains pensent, le rôle des marines militaires comme celui des marines marchandes ne cesse de devenir plus essentiel.

L'histoire des deux derniers conflits le démontre d'ailleurs clairement. La guerre de 1914-1918 s'est jouée sur mer en même temps que sur terre et longtemps son issue fut en balance : un certain mois — avril 1917 —, le monde se demanda si les Allemands n'allaient pas, avec leurs sous-marins, venir à bout des Alliés. Ce mois-là, les pertes atteignirent près d'un million de tonnes.

Il fallut, pour venir à bout des « U-Boote », un effort immense mené par des flottes considérables de patrouilleurs auxquels se joignirent les premiers patrouilleurs aériens.





« S'il n'y avait pas eu les marines alliées, les Généraux n'auraient bientôt plus eu d'armées », a écrit Winston Churchill dans son ouvrage sur la première « Crise Mondiale ». On peut lire aujourd'hui dans les mémoires que l'illustre Premier britannique publie sur la guerre 1939-1945, que tout au long de ces cinq années, la guerre aéronavale fit rage sur tous les océans.

Pour se faire une idée exacte de son acuité, il suffit de considérer les pertes des diverses flottes. Elles furent colossales. Les flottes de l'Axe furent anéanties. L'Allemagne a perdu plus de 1 000 bâtiments dont 780 sous-marins, le Japon 680 bâtiments dont tous ses cuirassés et ses porte-avions, soit au total 1 500 000 tonnes ; l'Italie la moitié de sa flotte.

Ce succès écrasant exigea un effort colossal et constant ; il ne se fit pas sans lourdes pertes du côté allié. La Grande-Bretagne eut à déplorer la perte de 800 bâtiments de guerre ou auxiliaires ; les Etats-Unis plus de 5 000 000 tonnes d'unités de combat. Nous-mêmes avons perdu plus de la moitié de notre tonnage.

Dans la marine marchande, les pertes ont été encore plus sévères, surtout dans la période initiale où les marines n'avaient pas encore les armes de défense en nombre suffisant, escorteurs et porte-avions : 21 millions de tonnes coulées chez les alliés, 14 millions chez l'ennemi, au total 35 millions. On peut dire, en gros, qu'un bâtiment sur deux, parmi ceux qui étaient à flot en 1939, fut coulé pendant cette guerre dans le monde.

Ces chiffres fantastiques témoignent de la violence inouïe avec laquelle furent attaquées les lignes de communications par voie de mer.

C'est que les pays, — non seulement les pays insulaires, mais tous les pays, — ne peuvent vivre en guerre et leurs armées ne peuvent combattre que si un trafic maritime

intense leur apporte les denrées et les matières premières nécessaires pour compléter leurs ressources et ravitailler les forces en ligne, effroyables consommatrices de matériels de toutes sortes.

En cas de guerre nouvelle, le trafic serait tout de suite intense, et les transports militaires auraient une urgence absolue, car on ne peut, en temps de paix, placer qu'une petite fraction de forces militaires à leurs positions du temps de guerre. C'est ainsi que la France ne stationne, en temps de paix, que le tiers de ses effectifs militaires dans la métropole. Le reste est dispersé dans ses territoires d'outre-mer.

Sans doute, peut-on espérer passer par air quand on ne peut le faire par mer : c'est là une ressource précieuse ; mais les effectifs et les tonnages transportés par les avions resteront toujours faibles à côté de ceux que peuvent passer les navires. Un chiffre illustre cette importance des communications maritimes : entre le 3 septembre 1939 et le 31 décembre 1944, la seule marine britannique, en dépit des sous-marins et des avions de l'Axe, put transporter 10 600 000 hommes de troupes, dans des convois escortés, pour la perte de moins de 3 000 soldats.

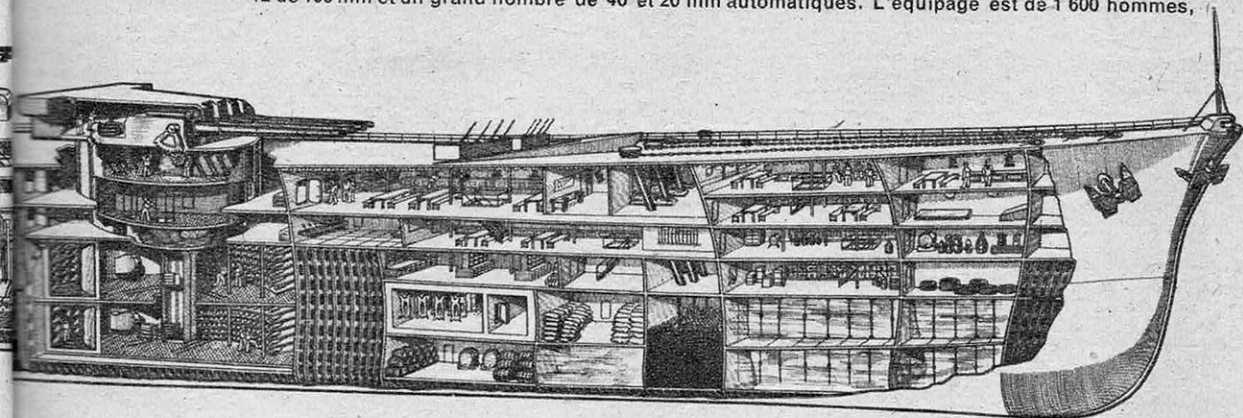
La marine française aurait donc comme première tâche d'assurer en cas d'agression contre notre pays, la sécurité de ses lignes de communication vitales entre l'Afrique du Nord et nos ports de Provence, entre Dakar et Casablanca et nos ports métropolitains de l'Atlantique.

Elle devrait protéger les convois non seulement sur leurs routes, mais dans leurs ports de départ et d'arrivée, contre les attaques qui pourraient venir de la surface, de l'air ou du fond des mers.

Pour cette défense, il faut beaucoup d'escorteurs, il faut des porte-avions, il faut des dra-

## COUPE DU CUIRASSÉ FRANÇAIS « RICHELIEU » DE 35 000 TONNES.

Mis sur cale en 1935, lancé en janvier 1939 et mis en service en juillet 1940, le Richelieu a été refondu dans un arsenal américain en 1943. Sa vitesse est de 30 nœuds (32,5 nœuds aux essais). Il est long de 248 m. et large de 33 m. Son armement principal comporte 8 pièces de 380 mm ; son artillerie secondaire dont toutes les pièces peuvent tirer contre avions comprend 9 canons de 52 mm, 12 de 100 mm et un grand nombre de 40 et 20 mm automatiques. L'équipage est de 1 600 hommes,



gueurs de mines, il faut des bâtiments de D. C. A.

Un convoi que l'on veut efficacement protéger doit avoir une dizaine d'escorteurs et une couverture d'avions, non seulement pour détecter les sous-marins avant leur attaque, mais pour les pourchasser lorsqu'ils sont découverts. Si les raids de surface sont à craindre, il lui faut au moins un croiseur et même parfois un cuirassé.

Au total, la protection du trafic exige des forces considérables et rapidement disponibles. Toute insuffisance se paie inexorablement en lourdes pertes en personnel et en matériel.

\*  
\* \*

Et cependant, si cette lourde tâche de protection est la première mission des Marines en temps de guerre, ce n'est pas la seule ; il ne suffit pas de se défendre, il faut riposter, il faut essayer de bloquer l'ennemi dans ses ports, il faut essayer de l'y détruire, il faut, en tous cas, lui interdire l'usage des océans et le pourchasser s'il parvient à prendre la mer.

Sans doute n'y a-t-il plus à prévoir de grandes guerres d'escadre. Le temps des batailles rangées semble terminé ; mais il y aura toujours à envisager l'attaque et le blocus des bases ennemies, des repaires de sous-marins, des chantiers navals, la recherche et la destruction des radars, des flottilles de surface ou aériennes ennemies qui parviendraient à prendre l'air ou la mer et tenteraient des attaques par surprise.

Ces opérations offensives ne se font plus comme autrefois avec des escadres formées et entraînées à l'avance pour agir en groupes homogènes. On opère aujourd'hui avec des « Task-forces », ce qui veut dire avec des forces que l'on compose suivant les circon-

tances en fonction du but que l'on se propose : la Task-force moderne se forme en général autour d'une force de porte-avions qui en constitue l'élément essentiel, à la fois pour la défense et l'attaque, car les appareils aériens sont les moyens les plus puissants et les plus efficaces tant pour découvrir l'ennemi que pour le combattre lorsque les circonstances de temps ou d'heure permettent leur emploi.

Pour soutenir ces porte-avions contre des attaques de bâtiments de surface ou de sous-marins ou d'avions, il faut leur assurer le soutien de grands bâtiments fortement armés de D. C. A., de destroyers et d'escorteurs rapides qui agiront en liaison avec les avions pour découvrir et signaler l'ennemi et poursuivre ceux qui sont décelés.

Une Task-force moderne peut se déplacer à une vitesse de 20 à 30 nœuds. Elle a, en général, sa base mobile composée de navires-ateliers et de ravitailleurs qui la suivront à petite vitesse. Elle peut ainsi agir loin de ses bases normales.

Voilà le nouveau caractère des marines : au lieu de se composer d'escadres rigides, elles forment un ensemble de moyens de surface, aériens, sous-marins et amphibies, où l'on prélève tels éléments qui sont nécessaires, suivant la nature des opérations que l'on veut mener à bien, soit contre une force navale adverse, soit contre le littoral ennemi.

\*  
\* \*

Car les marines, aujourd'hui, ne se bornent pas à la police des océans. Elles ont maintenant, grâce au développement de leurs moyens amphibies et surtout de leurs moyens d'aviation, la possibilité d'agir puissamment à l'intérieur des territoires, et cela constitue une véritable révolution dans la stratégie.



Nous avons réuni sur cette planche une silhouette caractéristique de chacun des différents types de bâtiments que l'on peut rencontrer dans une marine de guerre. On peut les ranger en plusieurs catégories : les bâtiments de combat proprement dits qui — quel que soit leur tonnage — sont susceptibles d'entrer dans la composition des groupes de choc intervenant dans les opérations principales : « task forces » ou groupes de chasse anti-sous-marine ; les petits bâtiments de combat : chasseurs, vedettes rapides, dragueurs, etc., éléments de flotte utiles, souvent indispensables mais qui n'interviennent pas directement dans le jeu des grandes opérations ; enfin le train d'escadre, en particulier les divers ravitailleurs, et les navires spécialisés dans les opérations amphibies (débarquement).

**NAVIRE-ATELIER**  
(VULCAN, U.S.A., 9.100 t)

**RAVITAILLEUR DE SOUS-MARINS**  
(FULTON, U.S.A., 9.250 t)

**RAVITAILLEUR D'AVIATION**  
(NORTON SOUND, U.S.A. 9.000 t)

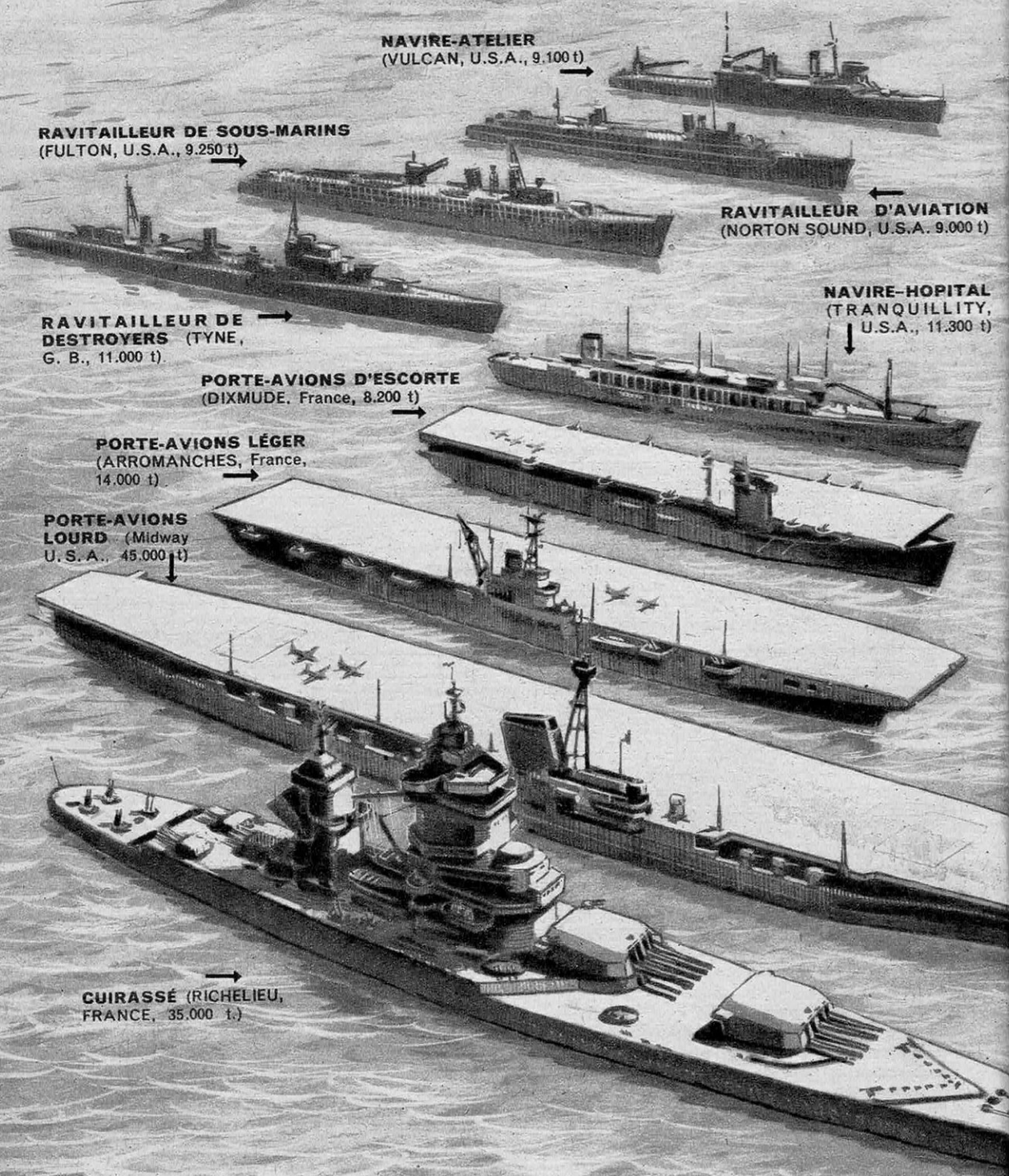
**RAVITAILLEUR DE DESTROYERS** (TYNE, G. B., 11.000 t)

**PORTE-AVIONS D'ESCORTE**  
(DIXMUDE, France, 8.200 t)

**PORTE-AVIONS LÉGER**  
(ARROMANCHES, France, 14.000 t)

**PORTE-AVIONS LOURD** (Midway U.S.A., 45.000 t)

**CUIRASSÉ** (RICHELIEU, FRANCE, 35.000 t)



**VELETTE**  
**PORTE-TORPILLE** (P.T., U.S.A., 45 t) ↓

**NAVIRE DE DÉBARQUEMENT**  
(L.S.T., 4.000 t) →

**CANONNIÈRE**  
(LOCUST, G.B., 585 t) →

**AVISO-DRAGUEUR**  
(Ct DUBOC, France, 630 t) →

**TRANSPORT DE PERSONNEL**  
(OKALOOSA, U.S.A., 12.500 t) →

**AVISO COLONIAL**  
(LA GRANDIÈRE, Fr., 1.970 t) ↑

**PÉTROLIER**  
(MÉKONG, France, 5.480 t) →

**SOUS-MARIN DE POCHE** (SEEHUND, All., 15 t) ←

**FRÉGATE (LOCH) FYNE**, G.B., 1.435 t) ↑

**SOUS-MARIN LANCE-FUSÉES** (CUSK, U.S.A., 1.525/1.825 t) →

**SOUS-MARIN TRANSPORT DE TROUPES** (PERCH, U.S.A., 1.525/1.825 t) ←

**ESCORTEUR ANTI-SOUS-MARIN** (OBERRENDER, U.S.A., 1.150 t) ↑

**SOUS-MARIN RADAR** (SPINAX, U.S.A., 1570/2000 t) ↑

**SOUS-MARIN** (type GUPPY U.S.A., 1600/2200 t) ←

**DESTROYER D'ESCADRE** (ARMADA, G.B., 2.325 t) ↓

**MOUILLEUR DE MINES** (MANXMAN, G.B., 2.650 t) ↑

**MOUILLEUR DE FILETS** (ARAIGNÉE France, 500 t) ↑

**CROISEUR** (GEORGES-LEYGUES, France 7.600 t) →

**CROISEUR LÉGER** (LE MALIN, Fr., 2.570 t) ↑

**CROISEUR ANTI-AÉRIEN LÉGER** (TRE KRONOR Suède, 7.400 t) ←

**CROISEUR ANTI-AÉRIEN LOURD** (DES MOINES, U.S.A., 17.000 t) ←

**BATIMENTS DE COMBAT  
ET TRAIN D'ESCADRE**



On pensait en effet, après l'autre guerre, à la suite de l'échec des Dardanelles, que les marines étaient totalement impuissantes contre les simples batteries côtières, surtout si elles sont couvertes par des réseaux de mines.

Les progrès techniques réalisés dans la conduite du tir, la possibilité de centraliser tout le tir d'un bateau sur un objectif à terre, la possession de puissants moyens amphibies spéciaux, le perfectionnement des techniques des rideaux de fumée, tous progrès auxquels s'ajoutera demain le développement des armes autopropulsées, permettent aux navires de s'attaquer avec de plus en plus de puissance au littoral ennemi et de porter des coups de plus en plus profondément.

Et ces attaques, les Task-forces aéronavales modernes, grâce à leur mobilité et à leur autonomie, peuvent les porter en un point quelconque des océans, n'étant limitées que par les fonds où elles ne trouvent plus leur tirant d'eau. Les forces aéronavales vont se concentrer discrètement, soit pour une action instantanée qui détruira un objectif côtier en quelques minutes, soit pour protéger un débarquement de longue durée. Elles apportent tous leurs moyens de protection anti-aérienne, de D. C. A. et de chasse.

Les marines modernes ont organiquement tous les moyens de faire de telles opérations autonomes ; canons de leurs artilleries et avions de l'aéronavale, tant pour le bombardement que pour la protection de la force, commandos et brigades de fusiliers-marins pour l'action à terre.

Je n'ai point l'intention de faire ici un cours complet de technique navale. Ce que je veux seulement souligner, c'est cette puissance nouvelle qu'ont les marines pour aider les forces de terre et de l'air dans les opérations terrestres. La marine est ainsi devenue une arme **stratégique à haut rendement**

\*  
\*\*

L'apparition de l'arme atomique va évidemment entraîner une révolution nouvelle dans les tactiques. Les Marines devront se disperser pour ne pas former d'objectif trop « tentant » à la mer. Il faut qu'elles se protègent dans leurs bases, où elles risquent d'être très vulnérables. Mais les marines futures pourront elles aussi employer l'arme atomique soit avec leurs avions, soit avec des projectiles radioguidés.

L'arme atomique et les armes nouvelles vont donc entraîner de nouvelles transformations dans l'emploi des forces navales ; mais la planète restera couverte sur les 3/5 de son étendue par des océans : il faudra donc toujours des marines, et il en faudra de plus en plus puissantes, car un conflit futur ne restera pas localisé, et la bataille sur mer s'étendra à tous les océans. Il faudra toujours que les bateaux passent. Ce problème sera seulement rendu encore plus ardu par l'accroissement des risques.

L'importance de la puissance navale ne cesse donc de grandir. Ainsi voyons-nous toutes les grandes nations donner une place de choix à leurs forces aéronavales dans la défense nationale. On peut admettre que, dans un ensemble mondial, il faut en proportion égale des forces terrestres, des forces aéronavales et des forces aériennes.

Et si la France se trouve toujours dans l'obligation de donner la prépondérance à ses forces aéroterrestres pour la défense de notre frontière de l'Est, qui a été la voie de tant d'invasions, cette préoccupation ne doit pas la conduire à négliger sa marine, qui lui est indispensable pour assurer l'arrivée des renforts en matériel et en personnel, sans lesquels aucune défense terrestre ne peut se concevoir. La France doit aussi pouvoir faire face à des obligations internationales : elle s'est engagée à fournir à l'O. N. U. une « Task-force » pour participer au châtiement de l'adversaire qui voudrait perturber la paix du monde.

\*  
\*\*

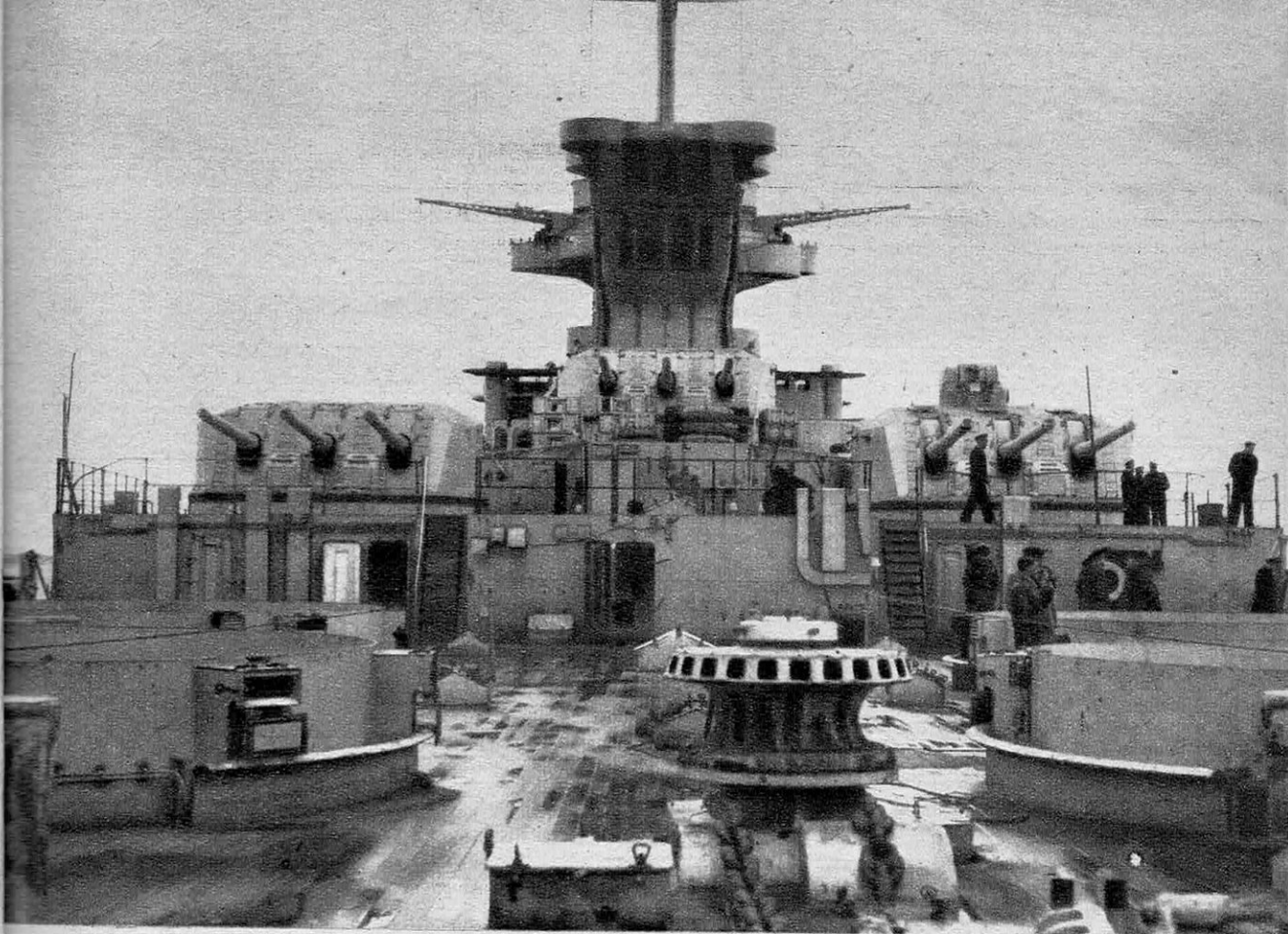
Si, en temps de paix, notre marine militaire doit avant tout se préparer à assurer la défense du pays et à participer aux obligations internationales, elle doit aussi se rendre « utile », et même dans une certaine mesure « rentable » en concourant avec les moyens qu'elle entretient en vue des missions éventuelles du temps de guerre, à des tâches d'intérêt national : missions à caractères scientifiques, missions hydrographiques, missions de transports, de remorquages, missions d'études, de dragages, participation au sauvetage aéromaritime et à la sécurité de la navigation aérienne, surveillance des pêches, recherches sous-marines, etc...

Ainsi, en temps de paix, la marine de guerre française représente-t-elle un ensemble de moyens puissants au service de la nation, et plus particulièrement de notre économie nationale, de notre marine marchande, des autres départements militaires et aussi de la France d'outre-mer, et enfin de notre diplomatie.

Son activité est ainsi toute différente de celle de la période d'avant-guerre où elle se préparait alors presque exclusivement aux batailles d'escadre, mais elle est aussi grande : une bonne fraction de ses unités est outre-mer, et au total, contrairement à ce que l'on croit parfois, le nombre des bâtiments à la mer est aujourd'hui en moyenne nettement plus élevé qu'autrefois.

En 1948, les bâtiments ont parcouru plus de 1 500 000 milles : 70 fois le tour de la terre.

Nous avons terminé la guerre avec une marine militaire très vivante, correspondant environ à la moitié du tonnage de 1939, mais avec plus d'unités, et qui avait, au total, sous une forme différente, retrouvé sa puissance de combat, avec une aéronautique rénovée ; et cela nous a permis de faire face aux besoins



PLAGE ARRIÈRE DU NAVIRE DE LIGNE FRANÇAIS " JEAN-BART ", EN COURS D'ACHÈVEMENT.

multiples des dernières années, outre-mer et en métropole, malgré les difficultés des temps et l'état de destruction dans lequel nous avons retrouvé la plupart de nos bases.

Mais ce qui est encore plus précieux que d'avoir ramené des navires, c'est que nous avons ramené des marins fiers d'avoir participé sur les unités de guerre ou de commerce à ces grandes opérations de Libération et qui se sont révélés, dans les tâches les plus dures, dans les opérations les plus risquées, les égaux des meilleurs. Je l'ai souvent rappelé : jamais la France n'eut de meilleurs états-majors, ni de meilleurs équipages qu'en ces années dernières !

Grâce à des appoints d'origine ex-ennemie, à des cessions ou des prêts alliés, nous avons pu, en tirant le meilleur parti de nos propres ressources, maintenir, depuis la Libération, la marine militaire française à son niveau d'utilité immédiate et assurer ses missions.

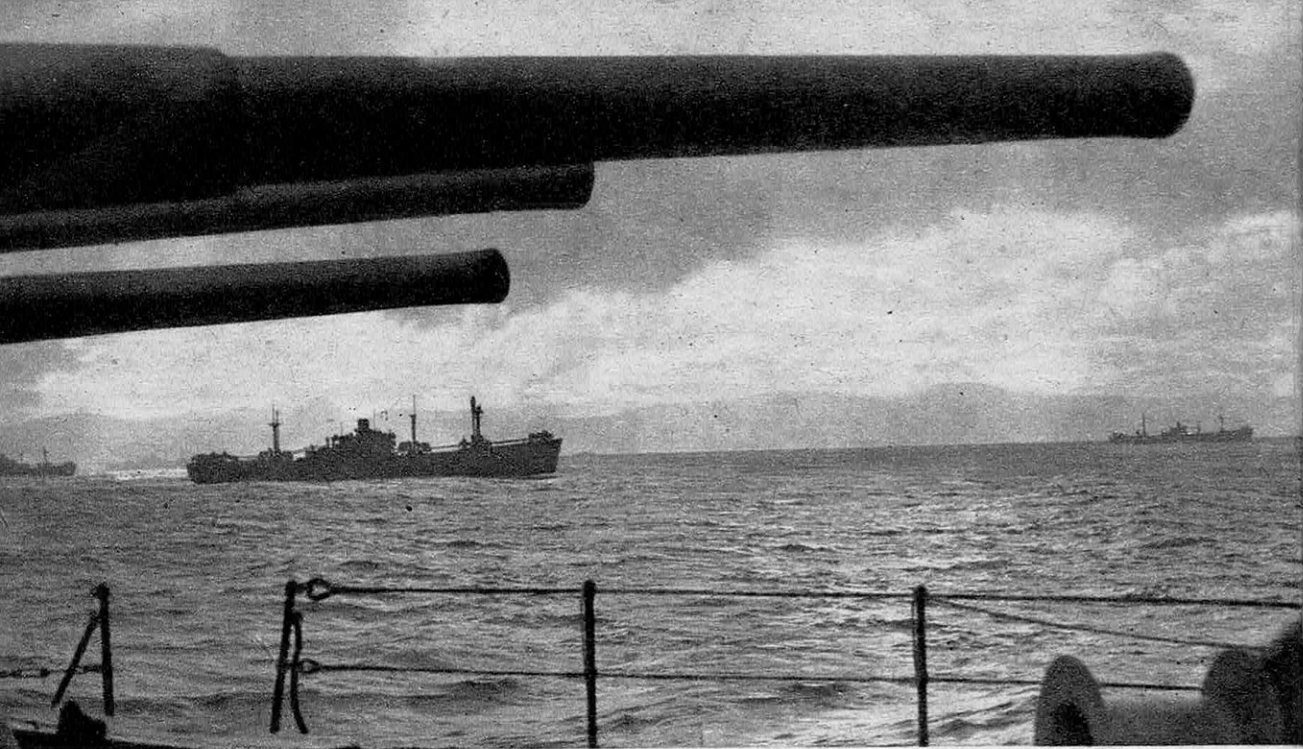
Mais une flotte ne subsiste qu'en se renouvelant constamment : le problème va être réglé pour la Marine Marchande ; il ne l'est pas pour la Marine Militaire : un très grand nombre de nos unités sont vieilles ou fatiguées.

Il était juste de penser d'abord, en rentrant en France, à refaire notre marine marchande. Il eût été absurde de tenter de refaire une marine militaire alors que nous n'avions plus de navires de commerce à protéger. Aujourd'hui, il serait illogique de laisser notre marine marchande sans maintenir une marine militaire à son échelle.

Dans la situation actuelle, qui exige une limitation très serrée des dépenses militaires, nous devons nous limiter au strict indispensable et nous borner, pour le moment, à maintenir notre flotte à son niveau modeste actuel, en hommes, en tonnage, en bases, en profitant du renouvellement progressif des matériels pour accentuer son caractère aéronaval et amphibie. Mais cet effort ne peut être différé. Il reste dans les limites de l'économie générale du pays.

Ainsi la France conservera-t-elle une marine suffisante pour faire face, en temps de paix, à toutes les missions d'ordre national ou international et pour assurer, en temps de guerre, la sécurité de nos lignes de communications maritimes essentielles, sans lesquelles il serait illusoire d'envisager la défense de notre territoire.





# L'ÉVOLUTION DE L'ARCHITECTURE NAVALE

par Louis KAHN

*Ingénieur Général du Génie Maritime*

**L**E théâtre maritime, avec ses triples moyens — de surface, aériens et sous-marins — a joué un si grand rôle dans le dernier conflit que, malgré nos traditions continentales, l'opinion française en sent aujourd'hui pleinement l'importance, comme en tant d'autres pays où, depuis toujours, la stratégie étudiait les problèmes généraux de puissance presque exclusivement dans leur aspect sur mer.

Cependant, cette conviction sur les buts ne va pas sans quelque indécision sur les moyens. La situation est sur ce point bien différente de 1919. Pendant la première guerre mondiale, en effet, la bataille du Jutland avait, dès 1916, arbitré définitivement la lutte sur mer, et tout le système maritime n'avait été depuis lors que le grandissement, avec quelques légères dérivations, du système naval qui venait de faire ses preuves incontestées. Les marines de commerce, elles aussi, avaient poursuivi leur reconstruction suivant leurs normes traditionnelles.

Dans ses premières phases, la deuxième guerre mondiale a mis en action les deux

systèmes navals ainsi préparés, le militaire et le commercial, sans autre nouveauté essentielle que des moyens industriels d'une extension sans précédent. Malgré leurs pertes de guerre, la Marine Britannique doublait son tonnage de 1939, la Marine Américaine la triplait. La capacité de construction des flottes de charge était décuplée, parant largement les coups que les sous-marins allemands et japonais avaient portés sur toutes les zones de trafic et qui, en 1943, avaient cependant atteint 800.000 tonnes par mois, de quoi couler en cent jours toute la flotte marchande française de 1939.

A partir du milieu de 1943, la menace sous-marine cédait à la pression de la surface et de l'air, et l'on aurait pu croire à une après-guerre sans incertitude technique.

Mais dans les derniers mois du conflit, les données fondamentales allaient être remises en cause :

- par les nouvelles menaces sous-marines ;
- par les engins à réaction autopilotés et téléguidés ;
- et surtout par la bombe atomique.

Rien ne serait plus dangereux, pour le technicien, que de regarder comme négligeables les doutes que tout cela soulève dans son public et de renoncer, abrité par l'hermétisme habituel des problèmes maritimes, à s'en dégager lui-même.

Trois groupes de problèmes sont nettement posés devant lui :

1° que reste-t-il au trafic maritime dans l'évolution générale du système de transports du temps de paix, notamment devant le développement de l'aviation, que lui reste-t-il devant ces dangers qui le menacent en temps de guerre?

En d'autres termes, où en est-on de l'économie et de la sécurité du transport maritime?

2° si ce trafic demeure, comment le protéger?

3° quelles modifications les techniques nouvelles apportent-elles à la structure du navire et à la composition des Flottes?

## LE TRANSPORT MARITIME

Le premier trait du trafic maritime c'est sa puissance massique, laquelle a passé entre les deux conflits par le maximum de cent millions de tonnes de portée en lourd. Elle en retrouve aujourd'hui l'équivalent, l'augmentation de la cadence des rotations ayant compensé la réduction des capacités.

Pour nous situer dans l'échelle de sa puissance, par rapport au système des transports terrestres, voyons ce que donnerait la comparaison en France : le tonnage sous pavillon français fournit une possibilité annuelle de tonnage kilométrique quatre fois supérieure à celle de tous les chemins de fer de France réunis ! Encore notre pays a-t-il un des systèmes ferroviaires les plus complets qui soient et une flotte marchande encore incomplète. En gros, la capacité de transport mise à la disposition de l'homme contemporain est au moins six fois plus forte sur mer que sur terre.

Le deuxième trait est son bas prix : longue durée d'amortissement du navire, faiblesse des dépenses d'entretien, emploi de combustibles bon marché dans un système propulsif dont la puissance par tonne transportée est infime, résistance à l'avancement infiniment réduite, tout concourt à l'abaissement du prix.

Cette dernière caractéristique surprendra peut-être le lecteur, car elle exprime cette qualité que la technique aéronautique nomme finesse, et qui s'obtient en rapportant le poids transporté à la résistance qu'il rencontre de la part du fluide porteur.

Or, le cargo est beaucoup plus fin que l'avion. Cette finesse s'exprime, soit par le rapport usuel de la portance à la résistance, soit, ce qui revient au même, à un coefficient près, par le nombre de chevaux par tonne et par nœud. Pour les cargos, on trouve de l'ordre de 2 à 3 centièmes de cheval par tonne et par nœud, correspondant à un coef-

ficient de finesse de l'ordre de 300. Pour un avion de transport rapide, on trouverait un cheval par tonne et par nœud et une finesse de 7. Sur une même distance, le transport par avion coûte donc un travail 40 fois supérieur ; encore la comparaison s'applique-t-elle ici au poids total, et elle s'améliorerait si on ne parlait que du poids payant.

Il ne s'agit pas ici de la revanche d'un paradoxe. L'avion offre un nouveau moyen aux hommes, il leur donne l'omniprésence par la vitesse ; mais ils la paient très cher. Il concurrencera le chemin de fer et le paquebot, et sur ce point ses progrès en vingt ans sont décisifs. Evaluant en 1927 le prix de revient limite du transport aérien, nous arrivions à 2 fr. 50 le voyageur-kilomètre ; aujourd'hui ce n'est guère que 8 fr., passant, en francs, au coefficient 3,2, quand la valeur d'achat de la monnaie se divisait par trente. Ainsi, en vingt ans, le prix de revient « réel » du transport aérien des personnes s'est divisé par près de dix. Mais la marge pour les marchandises lentes, qui constituent le plus gros des échanges mondiaux, demeure encore aujourd'hui énorme en faveur du transport maritime.

Si, pour résumer l'immense diversité du marché des transports, il nous fallait situer en quelques chiffres la valeur économique comparée du trafic par mer, par fer et par air, en prenant chaque fois pour unité le prix du transport par mer, nous trouverions pour les personnels la progression : 1 par mer, 2 par fer, 3 par air. Mais pour les marchandises, il faudrait accepter : 1 par mer, 10 par fer, 300 par air.

Le transport par mer demeure donc l'instrument principal des échanges, en paix comme en guerre. Il n'est ni d'économie, ni de logistique concevables sans lui.

## LA PROTECTION DU TRAFIC

Nous n'avons donc pas le choix : le trafic maritime demeure nécessaire. Elle ne cessera pas sur les grandes voies du trafic, cette noria de navires libres de leur route en temps de paix, rassemblés en convoi dès qu'ils sont exposés. Renoncer à la puissance de transport, ce serait renoncer à la puissance tout court. Et il faut l'accepter comme elle est, c'est-à-dire vulnérable.

Le transport a deux adversaires : le sous-marin et les armes sous-marines, l'avion et les armes qu'il peut porter et qui sont à la fois aériennes et sous-marines, explosives et atomiques.

Nous ne ferons pas ici l'historique des luttes récentes, gagnées de justesse et qui restent ouvertes.

Mais c'est leur trait commun que l'avion lui-même y jouera désormais un rôle éminent.

Mais non pas n'importe quel avion, isolé, venant d'une base lointaine sur un appel au secours, l'avion en force organisée et pré-



# LE SOUS-MARIN A PROPULSION ATOMIQUE

La propulsion atomique des navires et des avions est à l'étude en Amérique. Elle apparaît particulièrement avantageuse pour les sous-marins qui pourraient, en pratique, naviguer indéfiniment sans ravitaillement, car leur consommation en « combustible » serait infime, même à pleine puissance. N'employant pas d'oxygène, ils pourraient opérer constamment en immersion (une petite provision d'oxygène sous pression suffirait pour la respiration de l'équipage, le gaz carbonique étant absorbé par les procédés habituels).

## L'ARCHITECTURE DU SOUS-MARIN

Il est évident qu'il faudrait apporter à l'architecture du sous-marin d'importantes modifications afin de respecter le délicat équilibre des masses, capital sur ce type de navire. D'après M. Clark Goodman, du « Massachusetts Institute of Technology », auteur du projet schématique reproduit ci-contre, environ 100 tonnes d'accumulateurs seraient supprimées et l'espace ainsi libéré serait utilisé pour agrandir les postes

d'équipages et aménager une salle de contrôle de la radioactivité à bord (analyse de l'air, de l'huile de graissage, de l'eau de mer, etc.). L'appareil propulsif comprendrait : le réacteur atomique, une chaudière avec surchauffeur, une turbine et des accessoires non représentés. La turbine entraînerait par l'intermédiaire d'un réducteur à engrenages deux arbres d'hélices principaux et éventuellement une génératrice électrique, des compresseurs, des pompes, etc.

## LE RÉACTEUR ATOMIQUE

Le réacteur où s'effectuerait la fission de l'uranium comporterait un noyau cylindrique formé d'une masse homogène de matière fissionable et de modérateur (graphite ou béryllium) et capable de supporter des températures élevées. Il serait entouré d'abord d'un réflecteur de neutrons en graphite puis par divers écrans. Le réglage de la puissance s'obtiendrait, comme dans les piles atomiques classiques, en insérant dans la masse du noyau des barres de cadmium absorbant des neutrons et manoeuvrables à distance depuis le tableau

général de commande. Du plomb en fusion circulant autour du noyau transporterait les calories dégagées à une chaudière alimentant une turbine à vapeur en circuit fermé. Les diesels classiques de marche en surface ou au Schnorkel, les moteurs électriques pour la marche en plongée et leurs auxiliaires seraient supprimés. Seul un petit diesel de secours serait conservé.

## LA PROTECTION DU PERSONNEL

Le fluide intermédiaire (plomb), les pompes, la chaudière et le surchauffeur devraient être entourés d'un blindage efficace contre les rayons gamma. Le circuit de plomb en fusion pourrait d'ailleurs être étudié pour qu'il contribue à la protection contre les rayons gamma émis par l'uranium du noyau. Les circuits d'eau et de vapeur se passeraient probablement de toute protection, aucune contamination radioactive n'étant à craindre. Le personnel serait mis à l'abri du rayonnement du réacteur (neutrons et rayons gamma) par d'épais écrans d'eau de mer et de plomb.

sente, c'est-à-dire l'aviation embarquée, portée par porte-avions dans le convoi lui-même ou à son contact.

Prenons l'exemple de l'Atlantique, des routes classiques des transports, sur lesquelles, à quelques heures d'intervalle s'échelonnent les convois qui mettent huit jours à traverser. Ils sont furtivement épiés par les avions de reconnaissance isolés, qui les signalent par radio et demeurent insaisissables. Ils sont donc continuellement exposés, pendant huit jours et huit nuits, à l'entreprise imprévisible d'une puissante escadre rassemblée à son heure et surgissant après le préavis de quelques minutes lancé par quelque navire d'accompagnement plus ou moins proche qui les aura saisis au hasard. Va-t-on faire intervenir, d'un aérodrome terrestre lointain, une force en alerte ? Elle arrivera trop tard. Va-t-on, en prévision, entretenir en l'air une garde permanente capable en tout lieu et en tout temps — sur quatre mille milles — de livrer combat à une force spécialement rassemblée ? Toutes les forces aériennes n'y suffiront plus. Le porte-avions, ou le porte-engins, est la traduction inévitable du principe permanent de l'économie des forces.

La force embarquée aura sur l'agresseur l'avantage de n'avoir point besoin de rayon d'action et son intervention pourra être décidée à bon escient sur les indications du

réseau de détection fonctionnant à partir du convoi ou de son escorte.

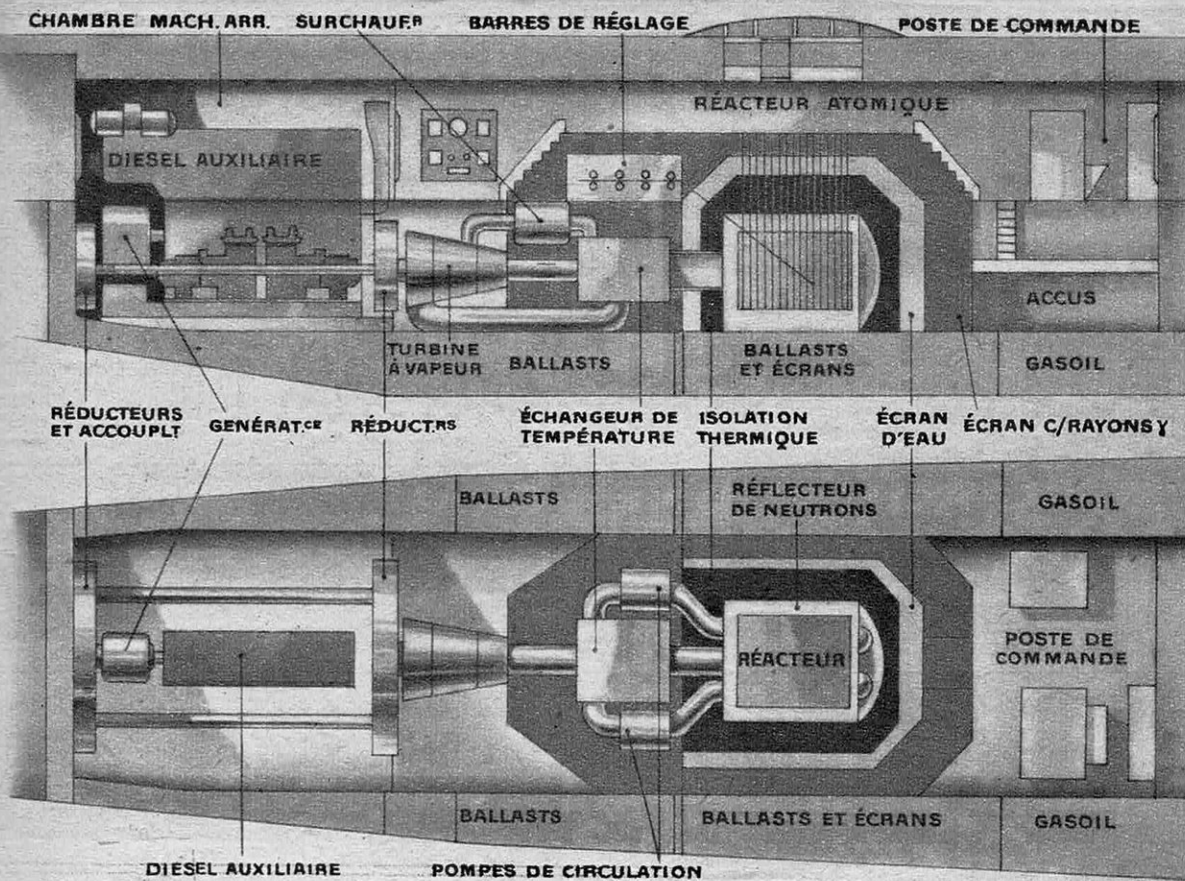
On sait d'ailleurs que déjà le plus grand nombre de porte-avions construits pendant le dernier conflit répondaient à cet objet : la défense rapprochée du convoi à partir du convoi lui-même.

On comprendra ainsi pourquoi la Marine Française a cru devoir proposer et pourquoi les deux Assemblées ont voté que le porte-avion soit le premier des types de navires qu'elle mettrait en chantier depuis la Libération. Elle ne fait que suivre en cela les indications de l'expérience. Pendant le dernier conflit, le nombre des porte-avions en service a quintuplé et une prévision rationnelle prolonge dans le proche avenir ce développement sans précédent.

## ÉVOLUTION DU MATÉRIEL NAVAL

Cependant que se confirme ainsi cet aspect déjà esquissé par le dernier conflit, la discussion demeure ouverte sur les conséquences de l'évolution des armes.

Élémentairement, les armes nouvelles sont une combinaison entre la mise en œuvre de masses ou d'énergies très considérables sous le contrôle d'énergies de plus en plus faibles. Un projectile de plusieurs tonnes, une tourelle de plusieurs centaines de tonnes,



obéissent par l'intermédiaire d'organismes d'amplification et d'asservissement aux indications d'une détection qui met en jeu des puissances infimes, de l'ordre aujourd'hui du dix-millionième de millionième d'un watt.

L'artillerie actuelle est désormais un aspect particulier de la notion d'arme généralisée, apportée par la physique contemporaine, et ce sera la tâche de l'architecte naval, dans cette unité qu'est le navire, puis dans l'articulation des flottes en unités de tonnage divers, que de composer les ensembles d'armes efficaces et de leur associer le navire qui leur sert de support commun.

C'est là qu'apparaît le problème des dimensions. Ce fut l'espoir toujours renouvelé et toujours déçu que de réussir à faire beaucoup avec peu, c'est-à-dire de déclasser le grand bâtiment par un navire qui serait à la fois minuscule et efficace.

Malheureusement, l'on constate aujourd'hui que les dimensions des navires ne sont limitées que par la pénurie d'argent et la nécessité corrélatrice de réduire les risques unitaires. Car la technique, elle, porte au grandissement. C'est qu'en effet l'histoire de l'architecture navale, c'est l'histoire même de l'énergie propulsive. Parce que cette énergie propulsive nous est fournie sous des formes de plus en plus ramassées, avec une densité volumétrique et massique constam-

ment accrue, on a vu le programme des bâtiments de ligne, hier assuré par les unités de 23 000 tonnes du type cuirassé, être dévolu aux croiseurs de bataille portés à 35 000 ou 45 000 tonnes. Parallèlement, le contre-torpilleur assure par grandissement les missions hier dévolues au croiseur. La vedette lance-torpilles, née dans les dimensions de petits bateaux de plaisance, en arrive au déplacement des torpilleurs à leurs débuts. Le pétrolier a doublé sa portée en lourd en dix ans, et les dimensions des plus grands navires de charge ne sont limitées que par celles des ports de commerce.

Cette évolution ne se renverse pas. Elle tient à la nature des choses, aux lois physiques de la résistance à l'avancement et à la propriété des matériaux.

De même que l'énergie chimique est apparue d'abord sous la forme de l'explosif destructeur, alors qu'il fallut quatre siècles pour l'utiliser dans les machines thermiques, nous avons vu l'énergie libérée par les réactions nucléaires précéder par la bombe cette phase d'utilisation que sera la propulsion atomique. Nous savons aujourd'hui que le temps se raccourcit par le rassemblement des équipes et que l'énergie atomique propulsera les navires bien avant quatre siècles.

Mais ce ne seront pas de petites unités.



# LE BASSIN DES CARÈNES

par L. MAILLARD

Ingénieur du Génie Maritime

**O**N désigne sous le nom de **Bassin d'Essais des Carènes** des laboratoires dans lesquels on étudie, sur modèles réduits, les divers problèmes concernant le navire en tant que flotteur, c'est-à-dire dans ses relations avec l'eau.

Cette étude est rendue possible par l'application convenable des lois de la similitude mécanique au problème que l'on veut résoudre : résistance à l'avancement d'une forme de carène ; conditions de fonctionnement d'une hélice ; tenue à la mer d'un navire ; qualités évolutives...

Les résultats obtenus sont tels que l'essai sur modèle s'est généralisé, aussi bien pour les navires rapides ou importants (les navires de bataille, les liners, etc...), que pour les bâtiments plus modestes par leurs dimensions ou leur degré de vitesse (vedettes, remorqueurs, engins fluviaux, chalands, etc...). L'essai au bassin, rapidement effectué et ne nécessitant que des dépenses minimales, est toujours « payant » pour le constructeur et l'utilisateur. Aussi le nombre de bassins d'essais a-t-il augmenté considérablement dans le monde depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Il en existe actuellement une cinquantaine.

La France en possède un, celui de la Direction Centrale des Constructions et Armes

Navales de la Marine Militaire, situé à Paris. Sa création remonte à 1906. Il ne comportait alors qu'un seul poste d'expériences, le bassin rectiligne, cuve de 160 m de longueur, 10 m de largeur, 4 m de profondeur, dans laquelle on n'effectuait alors que des essais de remorquage.

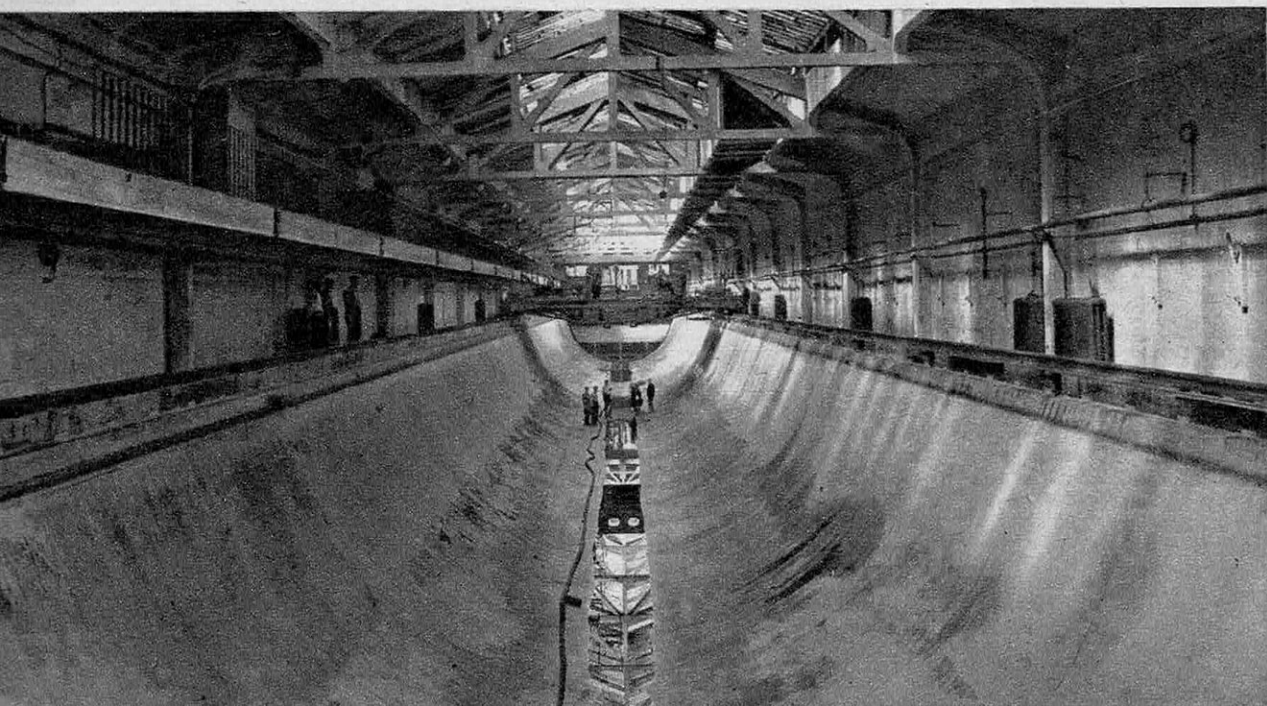
La mise au point des navires du programme naval a exigé un développement incessant depuis 1925, date à laquelle on a commencé l'étude de la propulsion, de la giration et de la tenue à la mer.

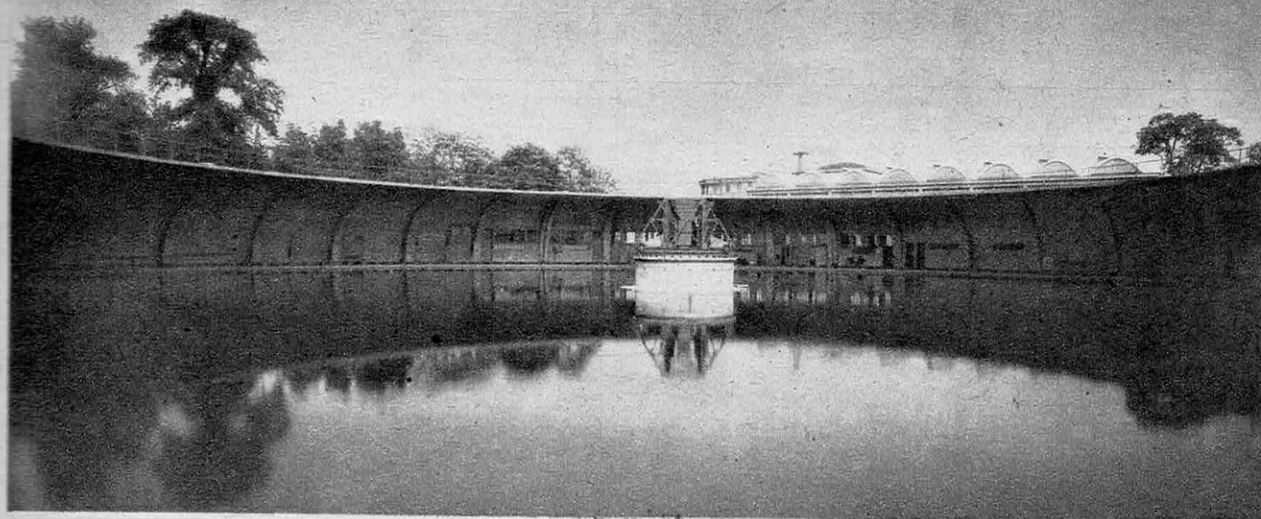
Le Bassin d'Essais des Carènes a été dirigé, de 1923 à 1940, par l'Ingénieur Général du Génie Maritime Barrillon, de l'Académie des Sciences ; il est dirigé, depuis 1941 par l'Ingénieur en Chef du Génie Maritime Brard. Il a rendu d'énormes services à la Marine Militaire, et, depuis quelques années, grâce au renforcement de son effectif et de ses moyens, à la Marine Marchande.

Actuellement, le Bassin des Carènes comprend :

a) des laboratoires équipés spécialement pour l'étude sur modèles réduits : grand bassin de traction rectiligne, petit bassin de traction, bassin de giration, canaux à mouvements d'eau, cuves à houle, tunnel de cavitation ;

Le bassin rectiligne du boulevard Victor mesure 160 m de longueur, 10 m de largeur et est profond de 4 m (vue prise pendant des réparations). On aperçoit au fond la plate-forme qui sert au remorquage des modèles.





Le bassin pour les essais de giration a un diamètre de 65 mètres. Les modèles sont suspendus sous un chariot portant les appareils de mesure et mobile le long d'une poutre métallique qui pivote autour du centre du bassin.

b) des laboratoires pour l'étude mathématique et physique de la mécanique des fluides ;

c) des ateliers pour la fabrication des modèles et des appareils de mesure avec montages expérimentaux ;

d) des salles de dessin pour la préparation des expériences, le dépouillement des résultats et l'étude des appareils de mesure.

## LES POSTES D'EXPÉRIENCES

Le bassin de traction comporte une plateforme qui se déplace au-dessus du bassin d'essais ; le modèle, guidé longitudinalement, est libre de prendre l'assiette qui résulte de l'action de l'eau ; lorsque la vitesse uniforme est atteinte, on enregistre sur un cylindre tournant la force de traction à l'aide d'un ressort dynamométrique, les espaces parcourus grâce à des contacts électriques, et enfin les temps. La vitesse maximum de la plateforme du bassin est de 5,50 m/s.

Le bassin de giration constitue une installation unique au monde. Il possède une cuve cylindrique ayant 65 m de diamètre et 5 m de profondeur. Il contient environ 16 500 tonnes d'eau. Cette capacité importante permet d'éviter une mise en mouvement giratoire de la masse d'eau lors d'un essai de modèle en giration.

La cuve comporte à sa partie haute une plage inclinée de 10° sur l'horizontale. Cette plage, qui fait le tour du bassin, sert à amortir la houle produite par le modèle en mouvement.

Le remorquage des modèles en giration est assuré par une passerelle horizontale qui tourne autour de l'axe du bassin. L'une de ses extrémités roule sur un rail circulaire

périphérique. Un chariot mobile le long de la passerelle permet de fixer à volonté le rayon de giration que l'on impose au modèle.

La vitesse de la passerelle peut prendre l'une quelconque des 127 valeurs échelonnées de 250 m/h, entre 3,5 et 35 km/h.

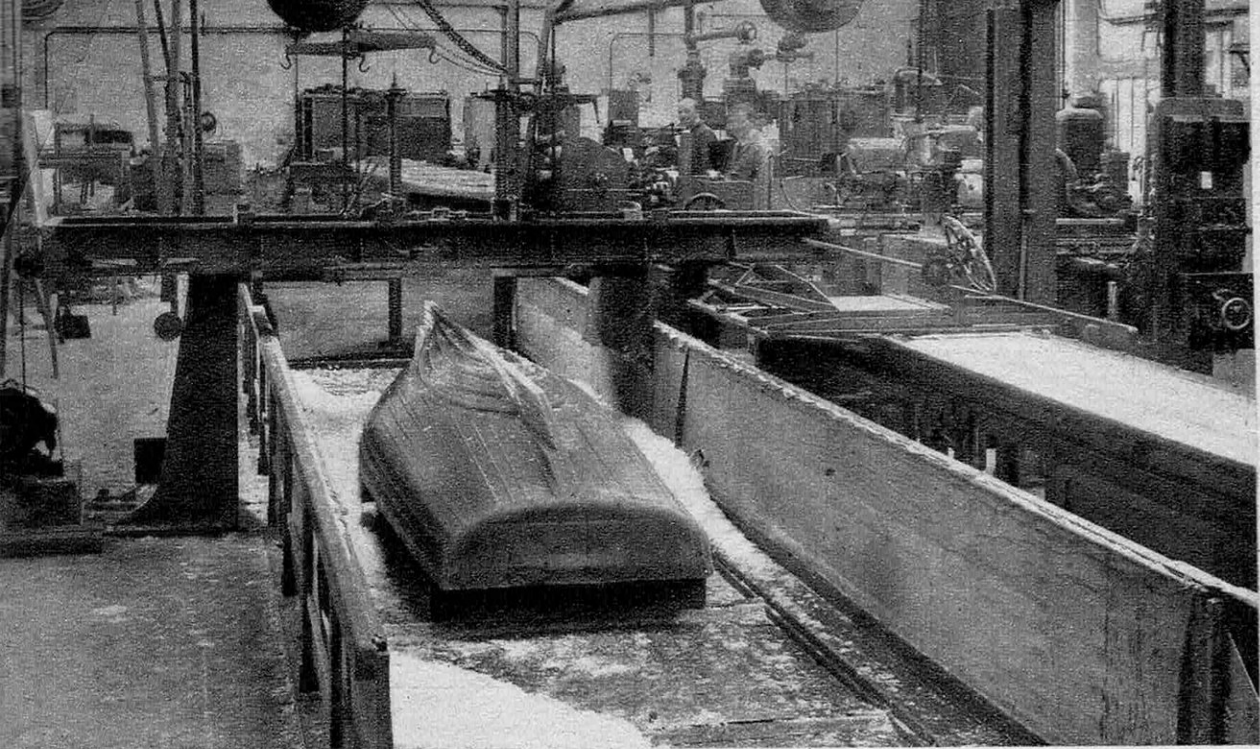
Pour préciser les qualités manœuvrières des modèles, ceux-ci peuvent être abandonnés libres dans le bassin de giration. Ils sont alors radiotélécommandés. Le modèle enregistre sa position au moyen de cinématraileuses synchronisées. Il porte les appareils nécessaires aux divers relevés, compteurs de tours, dynamomètres, enregistreurs d'angles de barre, etc..., ainsi qu'un appareil spécial sur lequel s'inscrivent, à titre de contrôle, l'indication des diverses manœuvres effectuées.

Le tunnel de cavitation (1) qui doit entrer très prochainement en service, est doté de tous les perfectionnements de la technique moderne. Il est beaucoup plus puissant que la plupart des installations similaires déjà réalisées à l'étranger (Cambridge aux Etats-Unis (2), Wageningen en Hollande,...). Il permettra de déterminer véritablement les conditions d'apparition de la cavitation avec possibilité d'extrapolation au réel ; il permettra, en outre, de préciser les conditions de fonctionnement après apparition de la cavitation, dans des conditions semblables à celles qui se rencontrent sur le réel. Toutes les mesures sont

(1) On désigne sous le nom de cavitation le phénomène qui se produit lorsqu'en un point d'un corps placé dans un écoulement la pression tend à devenir inférieure à la tension de vapeur d'eau. Il y a changement de régime dû à la vaporisation du liquide.

(2) Il existe actuellement en construction aux U.S.A. un tunnel de cavitation de caractéristiques comparables à celles du tunnel de Paris.





Fabrication d'un modèle de coque : les deux couteaux de la machine travaillent symétriquement. Ils tracent sur le modèle des lignes d'eau semblables à celles de la coque réelle. On achève la taille à l'aide de raclours.

enregistrées **automatiquement**, l'obtention des conditions d'essai conformes à un « programme » fixé à l'avance se faisant de la même façon, **automatiquement**.

Les maquettes d'hélices destinées au tunnel ont un diamètre maximum de 600 mm. Elles peuvent être placées, soit au col d'une veine moulée de 800 mm à la section rétrécie, soit dans une veine moulée de 900 mm, soit enfin dans une veine libre de 800 mm dans une enveloppe de 1000 mm. La vitesse de rotation de la maquette peut être réglée à toute valeur comprise entre 600 et 2 200 t/mn, celle de l'eau pouvant être réglée à toute valeur comprise entre 2 et 18 m/s. Quant à la pression intérieure, elle peut varier du vide presque parfait à une surpression de 1 kg/cm<sup>2</sup> par rapport à la pression ambiante.

Le **laboratoire d'hydrodynamique** comprend, outre des postes d'expériences divers :

- un grand canal à mouvement d'eau, la vitesse du courant pouvant atteindre 6,30 m/s, avec une veine dont la section est alors 0,98 m<sup>2</sup> ;

- un petit canal à mouvement d'eau, (vitesse 1,60 m/s, section 0,294 m<sup>2</sup>) ;

- trois cuves à houle.

Les canaux à mouvement d'eau permettent l'exécution d'essais divers ne nécessitant pas l'utilisation du bassin de traction ou de celui de giration. Ils peuvent servir, par exemple, à certaines expériences de dégrossissage, à la détermination des caractéristi-

ques de profils sustentateurs, à l'étude de gouvernails et d'autres appendices, à des mesures de répartition de pression, etc...

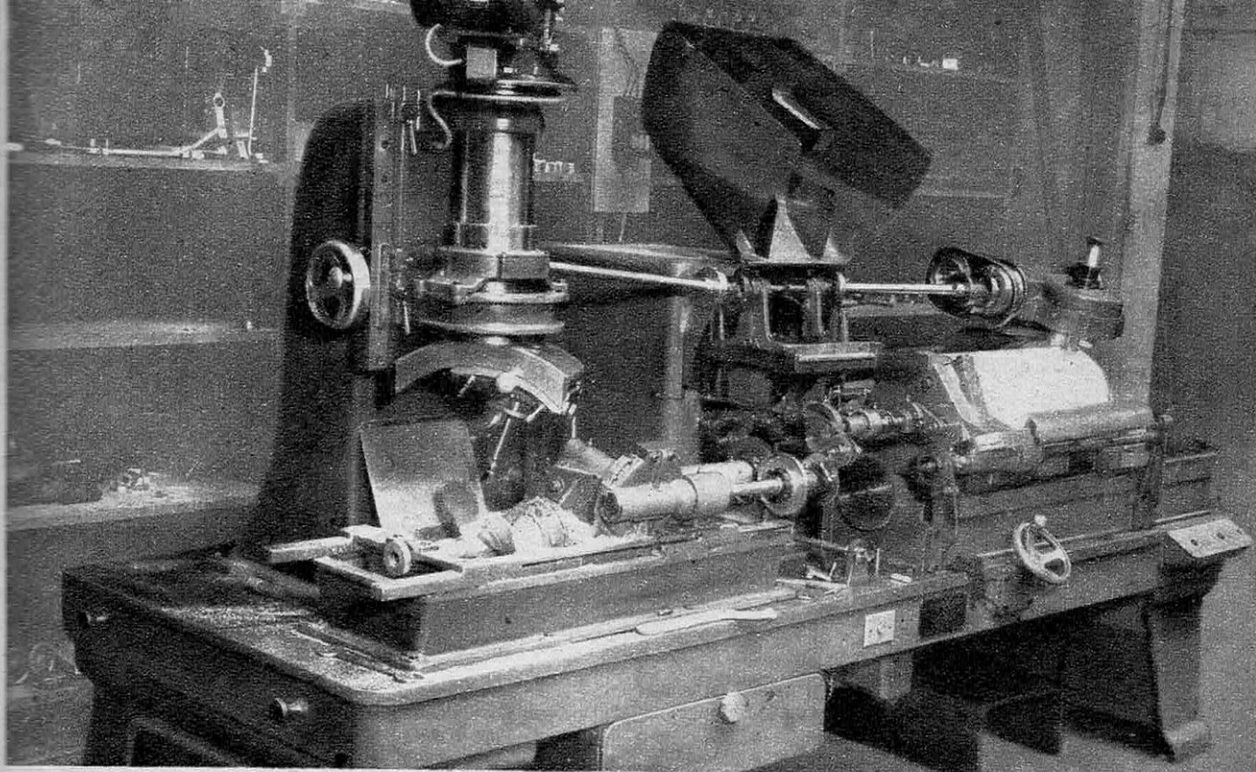
La grande cuve à houle (30 m de long, 7 m de large, 3 m de profondeur) permet l'étude du roulis et du tangage au point fixe.

La moyenne cuve (20 m de long, 2,68 m de large, 1,6 m de profondeur) est dotée d'une plate-forme permettant l'entraînement du modèle ; elle est destinée en particulier à l'étude du tangage en marche, du coup de roulis et du roulis par mer oblique ou venant de l'arrière.

La petite cuve (15 m de long, 0,6 m de large, 0,4 m de profondeur) permet l'étude d'un certain nombre de problèmes concernant la houle et le clapotis.

D'importants résultats ont été obtenus depuis une quinzaine d'années au sujet des qualités nautiques. Citons notamment la découverte de plusieurs régimes de roulis forcé sur houle régulière, celle des procédés permettant de mesurer ou de calculer le moment inclinant exercé par la houle, la possibilité de déterminer les axes d'oscillations, et, dans le cas du tangage, la mise en évidence d'une vitesse critique. Les études se poursuivent présentement par l'examen du comportement du navire lorsqu'il navigue avec mer venant de la région de l'arrière.

Les autres postes d'expériences du laboratoire d'hydrodynamique varient en nombre et importance selon les circonstances. En



Fabrication d'un modèle d'hélice : la fraise de la machine à tailler reproduit sur les pales de l'hélice les profils des sections de ces pales par des cylindres coaxiaux à l'hélice tracés sur le tambour que l'on aperçoit à droite.

général, ils sont utilisés à des recherches plutôt qu'à des essais courants. Dans certains cas, on procède à des études des problèmes posés en recourant à des analogies mécaniques ou électriques, ou bien encore on monte des expériences spéciales ayant pour objet la vérification de certaines conséquences de détail tirées de théories nouvelles.

## LA PRÉPARATION DES ESSAIS

Les modèles de coques sont d'ordinaire confectionnés en paraffine et ont de 4 à 6 m de longueur. La paraffine est coulée entre deux moules en bois recouverts de toile caoutchoutée ; on taille ensuite la paraffine solidifiée, après avoir enlevé le moule extérieur, à l'aide d'une machine à reproduire, qui fait apparaître sur le modèle des lignes d'eau exactement semblables à celles du réel. On achève ensuite la taille à l'aide de racloirs.

Les modèles d'hélices de diamètre inférieur à 25 cm sont usinés à l'aide d'une machine construite en France par la « Précision Mécanique » suivant les conceptions de M. Massot. Cette machine, mise en service au milieu de 1947, permet l'obtention de modèles dont les cotes mesurées en divers points du dos et de la face de chaque aile ne diffèrent pas des cotes calculées d'après le plan de plus de 5/100 de millimètre ; ses qualités, débit, précision, en font une machine unique au monde.

Le Bassin prépare actuellement son équipe-

ment en vue de tailler avec une précision analogue les hélices de diamètre supérieur à 25 cm.

Le Bassin d'essais des carènes possède, en outre, une machine servant à la vérification des modèles d'hélices, ainsi que d'autres appareils permettant le contrôle de l'usinage, de l'orientation et de la mise en place des chaises supports d'arbres.

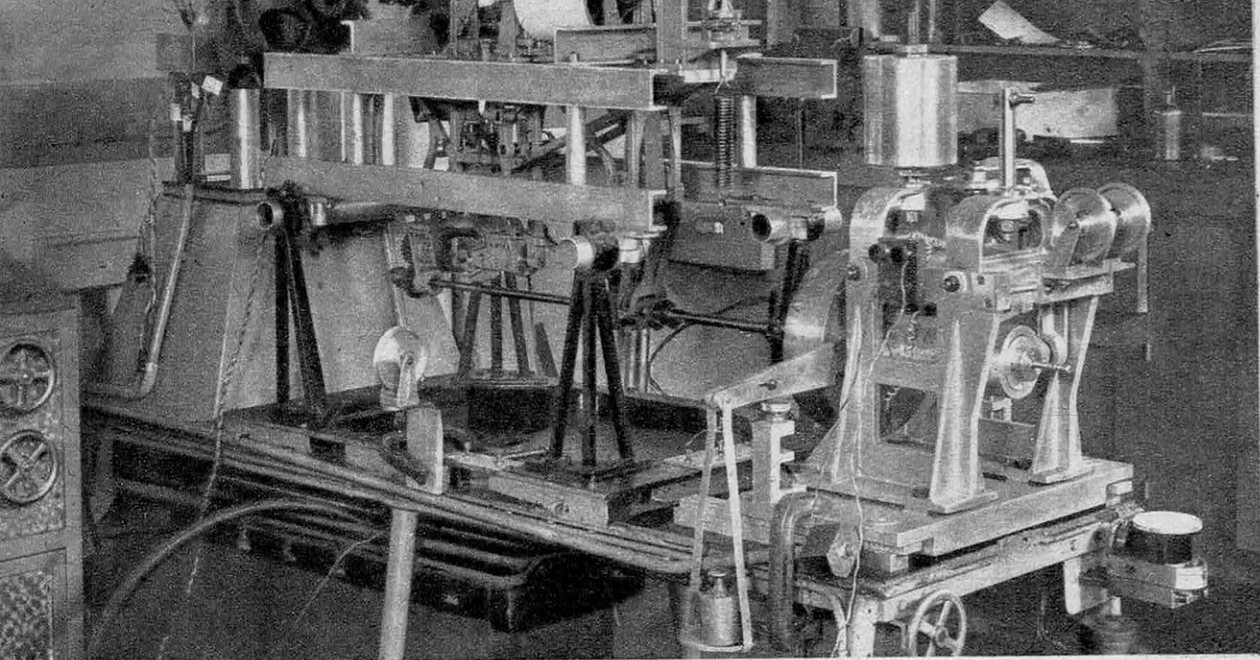
Dans un avenir proche, le Bassin utilisera une balance à quartz piézoélectrique qui permettra d'enregistrer les efforts appliqués à un corps placé dans un écoulement en s'affranchissant de toute hypothèse simplificative sur la nature de ce système de forces ; les six coordonnées en seront déterminées par la balance.

Le couple fourni à une hélice et la poussée qu'elle produit sont enregistrés à l'aide de dynamomètres spéciaux dont l'étalonnage est fait périodiquement sur des bancs d'essais construits au bassin. On y a mis au point des appareils analogues pour la mesure des couples sur la mèche des gouvernails des bateaux en giration.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'étude des qualités manœuvrières des navires est réalisée grâce à des essais radiotélécommandés à l'aide d'un dispositif que le Bassin a lui-même mis au point.

Ce dispositif permet de « passer » à tout instant, l'ordre désiré au modèle, et de réaliser des évolutions sur modèle en tous points comparables à celles du navire réel à la mer.





Un dynamomètre d'hélice au banc d'essai : on doit vérifier périodiquement l'étalonnage de l'appareil en lui appliquant des poussées connues à l'aide de poids et des couples dont la valeur précise est déterminée au frein.

## COMMENT SE FONT LES ESSAIS

Pour les **essais de traction**, le modèle de carène terminé est lesté de façon à avoir un déplacement correspondant à celui du réel, et le lest est réparti convenablement pour que le bateau flotte droit à l'assiette prévue. On effectue un certain nombre de parcours dans la gamme de vitesses prévues. La résistance totale du modèle est relevée par le dynamomètre de plate-forme ; sa résistance de frottement étant calculée par une formule convenable, on en déduit, par différence,

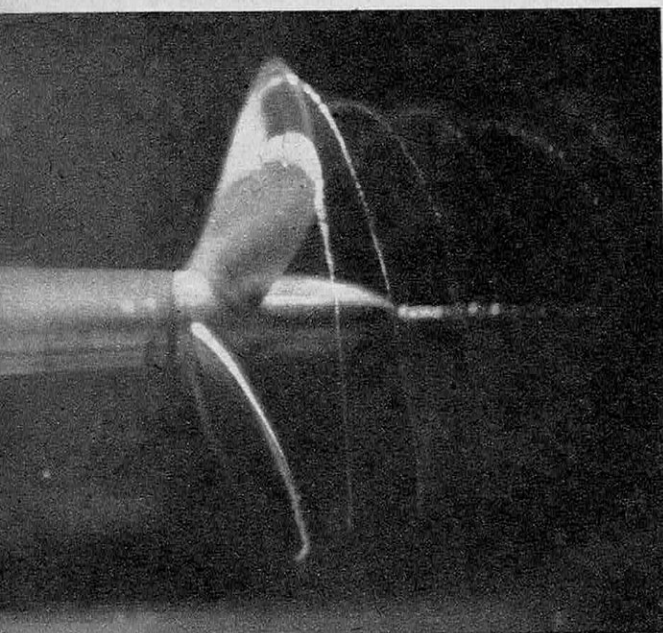
sa résistance de vagues qui, par tonne de déplacement, est la même pour le modèle et le réel.

Dans les **essais d'hélice en eau libre**, l'hélice est remorquée à l'avant d'un carter spécial à une vitesse constante et à des nombres de tours variables. On enregistre le couple, la poussée, la vitesse et le nombre de tours.

L'**essai de modèles en autopropulsion** est, en réalité, une étude de fonctionnement de l'hélice derrière carène. Plusieurs remorquages sont effectués à une même vitesse pour des nombres de tours différents de l'hélice. Le reliquat de la résistance de remorquage est mesuré ainsi que le couple, la poussée, la vitesse et le nombre de tours.

Le point d'autopropulsion du réel est atteint lorsque le reliquat de la résistance de remorquage est égal à la différence de résistance de frottement entre réel et modèle, ramenée au poids du modèle. La comparaison des caractéristiques de fonctionnement de l'hélice en eau libre et derrière carène permet d'apprécier les interactions entre hélice et coque.

Dans les **essais d'hélices en cavitation**, les conditions de similitude imposent non seulement l'identité des degrés de progression mais aussi soit l'échelle du modèle, soit la vitesse d'avance à laquelle il doit être essayé, et, en outre la dépression à exercer. Comme dans un essai en eau libre, on enregistre la poussée, le couple, la vitesse d'avance et le nombre de tours.



◀ Une hélice en cavitation : ce phénomène se manifeste lorsque la pression en un ou plusieurs points de la surface des pales de l'hélice tombe au-dessous de la valeur correspondant à la tension de la vapeur d'eau. Il y a alors vaporisation locale de l'eau.

L'étude de la **giration permanente** se fait au bassin de giration par des essais sous passerelle. Le modèle est lié élastiquement au chariot de la passerelle par l'intermédiaire de dynamomètres.

Les essais en **giration libre** permettent d'étudier les qualités de tenue de route et de stabilité de route d'un navire, la manière dont il entre et dont il sort de giration. Le modèle, radiotélécommandé, évolue suivant les ordres qu'il reçoit et sa trajectoire est relevée ainsi que nous l'avons indiqué.

Pour ces essais, ainsi que pour les essais sous passerelle, on peut déterminer les efforts appliqués au gouvernail grâce à un dynamomètre spécial qui permet la mesure du couple sur la mèche du gouvernail, puis sur une mèche auxiliaire décalée par rapport à la précédente.

Pour les **essais de roulis et de tangage**, au point fixe ou en marche, le modèle est lesté de manière à posséder, non seulement un déplacement, mais encore une inertie correspondants au réel. L'essai consiste à relever l'amplitude du mouvement pris par le modèle sur une houle de caractéristiques déterminées. Le Bassin de Paris ne possède pas d'installation permettant, en toute rigueur, l'essai de roulis en marche. On utilise alors la méthode suivante pour prédéterminer un tel mouvement. Le modèle est remorqué, au bassin de traction, à la vitesse désirée. On le soumet à un couple excitateur réalisé au

moyen de poids tournants. La valeur de ce couple est prise égale à celle qui est nécessaire pour assurer la stabilisation du modèle, sur une houle de caractéristiques déterminées, dans un essai préliminaire au point fixe, dans la cuve à houle.

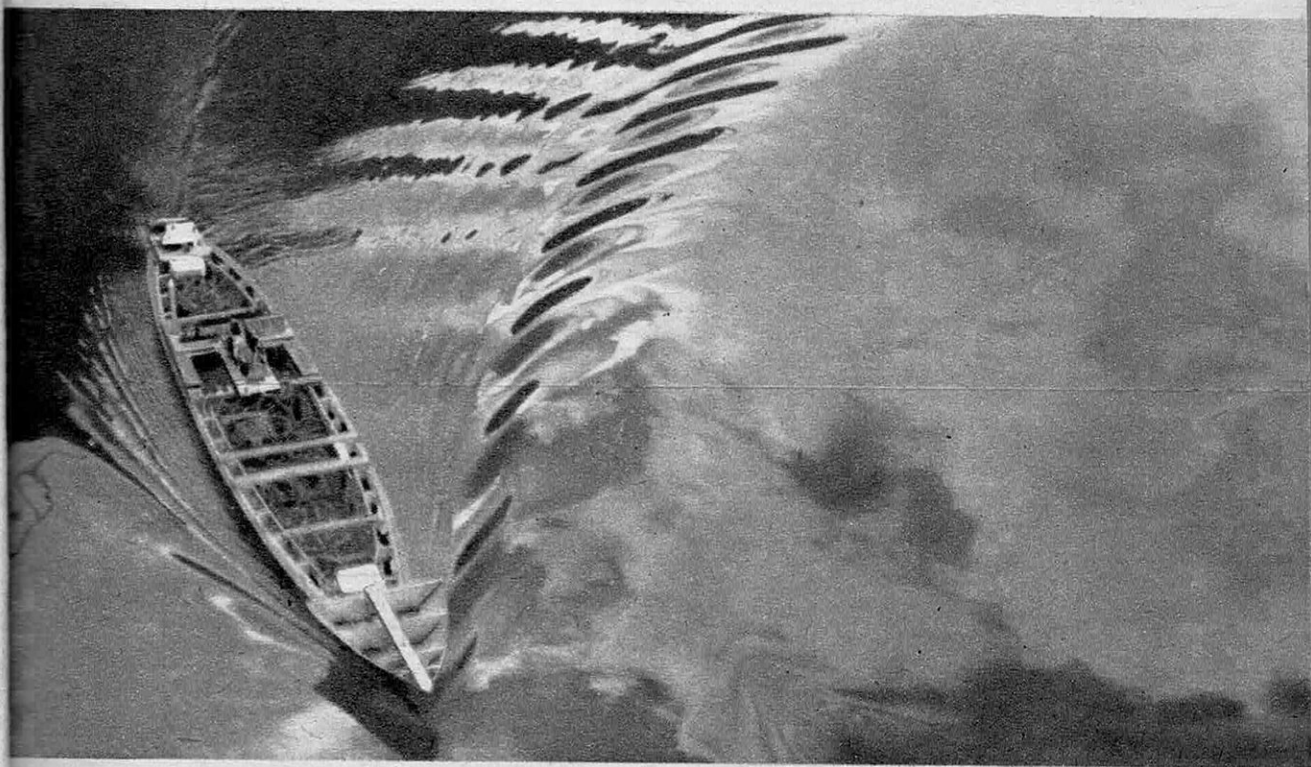
Cette méthode est évidemment imparfaite : au lieu de déterminer le couple réel de la houle sur le navire en marche, on détermine le couple de la houle sur le navire au repos ; et c'est ce dernier couple qu'on utilise pour étudier le comportement du navire sur houle en marche. Les essais effectués dans ces conditions permettent toutefois de déterminer avec assez de précision l'effet des quilles sur l'amplitude du roulis en marche.

## ESSAIS DIVERS

L'étude des divers problèmes posés par les relations du navire avec les fluides ambiants amène le Bassin à procéder à de multiples essais de natures diverses. Nous citerons par exemple :

— les essais ayant pour but de relever les lignes de courant sur les modèles de navires afin de déterminer l'orientation optimum à donner aux quilles de roulis, ou de dessiner certains appendices (ailerons). L'essai consiste à enduire la carène de bandes de peinture fluide ayant la même densité que l'eau. Le remorquage du modèle à la vitesse désirée provoque la formation de sillons dans

Essai d'un modèle de navire en giration libre. Le mouvement de la maquette est enregistré par des mitrailleuses cinématographiques synchronisées. On notera le système de vagues engendrées par le modèle dans ses évolutions.





ces bandes avec entraînement de peinture matérialisant les lignes de courant de l'écoulement ;

— les essais de traction de yachts, en dérive, gîtés ou non ; de chalands en faible profondeur, en canal ;

— les essais de détermination de la répartition des vitesses et pressions locales ;

— les essais de détermination de caractéristiques de profils sustentateurs (étude de gouvernails et de certains appendices) ;

— les essais ayant pour but l'étude de certains problèmes portant sur des sujets d'hydrodynamique générale : particularités des mouvements de houle ou de clapotis, turbulence, influence de la viscosité, etc... ;

— les essais en soufflerie, pour certaines recherches pour lesquelles l'effet de surface libre peut être négligé, ainsi que les études concernant la résistance de l'air, l'effet du vent sur les superstructures, l'écoulement de l'air autour des parois, l'évacuation des fumées, etc...

## LE PLAN D'EXTENSION

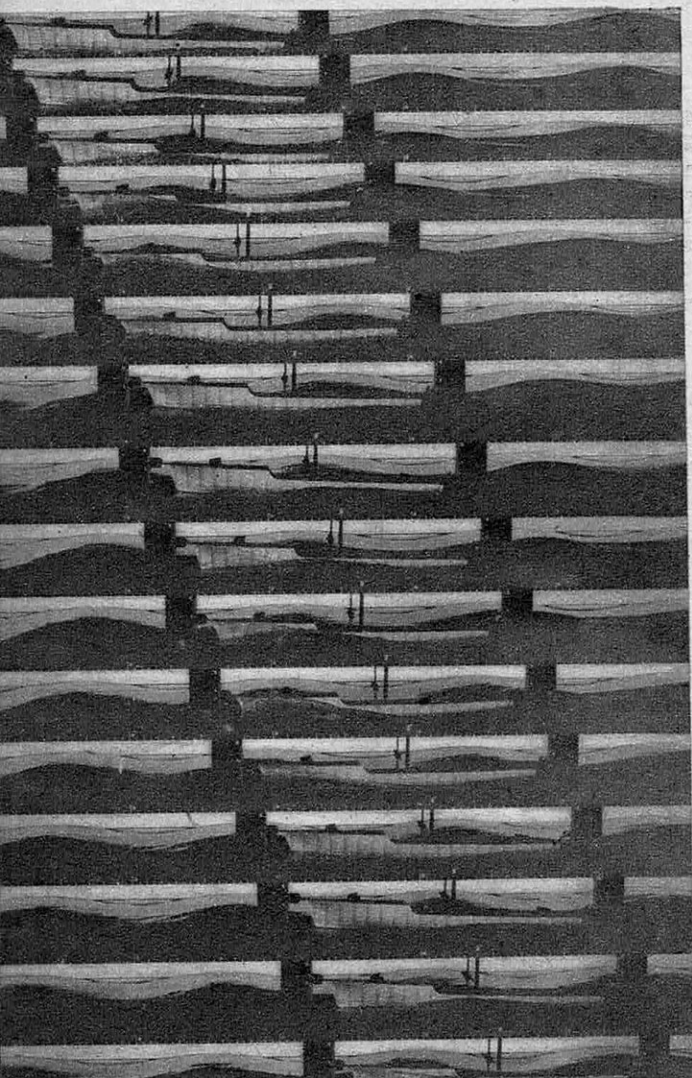
Les Bassins d'Essais sont nombreux dans le monde. Ainsi que nous espérons l'avoir montré, le Bassin actuel de Paris est un établissement capable de soutenir avantageusement, sur de nombreux points, une comparaison avec les plus belles installations étrangères de l'espece. Il continue présentement de se développer d'une façon méthodique et régulière, en dépit de circonstances souvent peu favorables.

Cependant, la technique progresse très vite, au XX<sup>e</sup> siècle ; et les installations les plus anciennes du Bassin de Paris, et, en particulier, son bassin rectiligne, apparaissent actuellement comme ayant des caractéristiques relativement modestes eu égard à celles des bassins de traction étrangers. La longueur qui, quand le bassin rectiligne du Boulevard Victor fut créé, était de l'ordre de 150 m, est actuellement de l'ordre de 300 m dans les bassins modernes, par suite des vitesses accrues des navires, et de l'intérêt présenté par l'étude sur grand modèle. L'équipement du bassin de traction de Paris en instruments très précis en fait encore un laboratoire de premier ordre, et son principal défaut, en définitive, c'est d'être encore le **seul** en France à se prêter à l'étude de la résistance à la marche et à la propulsion des navires. Il en résulte une charge très importante, le Bassin menant simultanément, depuis 1941, sous la Direction de son Chef, l'Ingénieur en Chef du Génie Maritime Brard, les études relatives aux besoins de la Marine militaire et celles relatives à la reconstitution de la Flotte de commerce.

Aussi, le plan d'extension du Bassin prévoit-il la construction d'au moins un nouveau bassin rectiligne de dimensions longitudinales et transversales très supérieures à celles du bassin actuel.

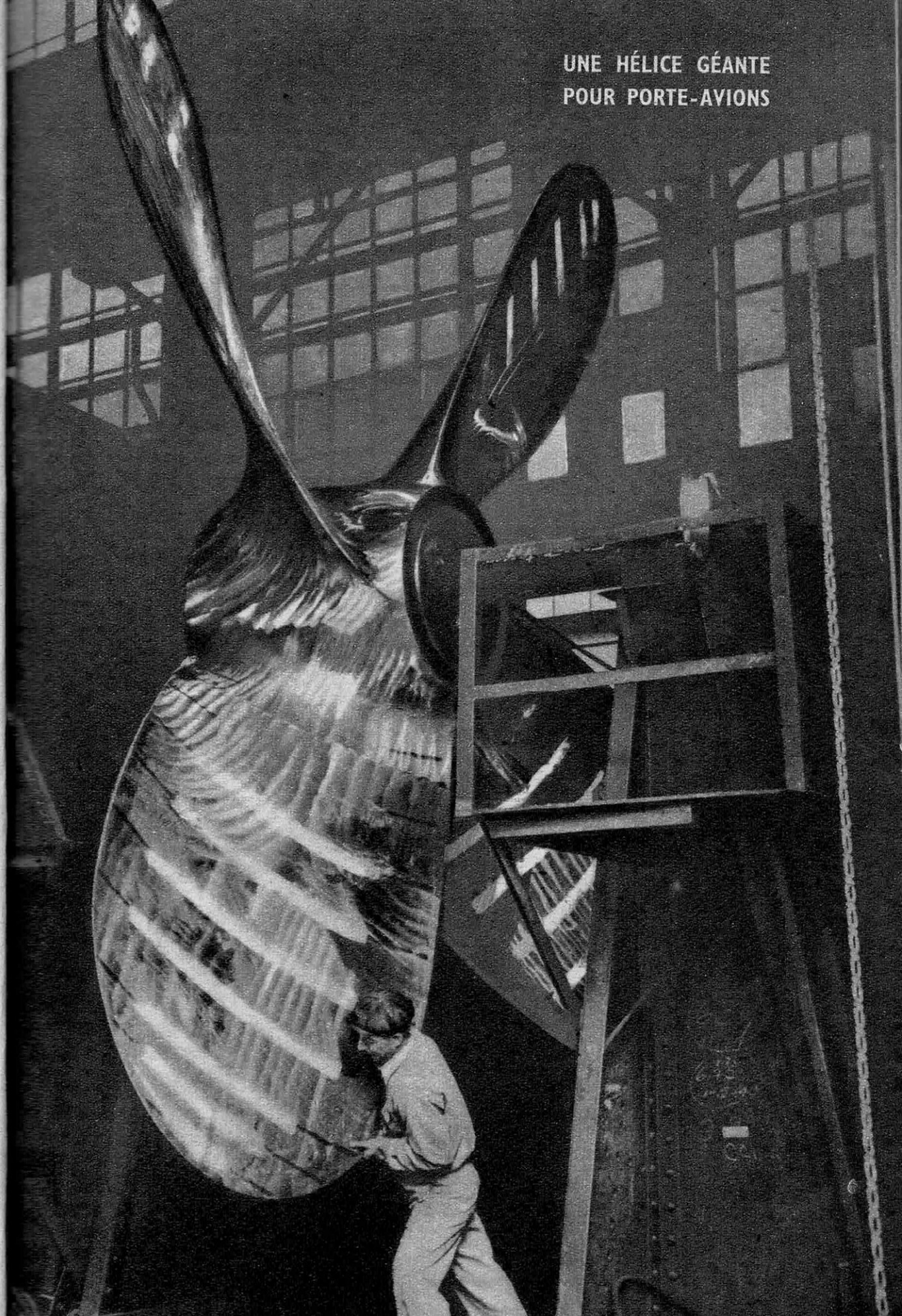
Les progrès qui restent à faire sont encore fort importants, ne serait-ce que dans le domaine du perfectionnement des méthodes d'extrapolation. Le Bassin de Paris s'y prépare d'une façon active ; il a récemment créé un service de « prolongement à la mer » qui, d'ores et déjà, prend part aux mesures sur le réel, et s'équipe actuellement en appareils de mesure à la mer pour procéder à des mises en parallèle précises entre le navire réel et le modèle.

Les études, les essais se poursuivent sans trêve pour que notre flotte militaire, notre flotte marchande qui est en pleine reconstruction, bénéficient de tous les gains que l'on peut encore escompter.



◀ Essai de tangage en marche : le modèle se déplace à une vitesse déterminée perpendiculairement aux crêtes d'une houle de caractéristiques connues. On enregistre son mouvement à différentes époques par un dispositif de « cinéma sur plaques » mis au point par le Bassin. Les couples et les lignes d'eau tracés sur le modèle et les graduations sur le mur de la cuve permettent de restituer complètement le mouvement.

UNE HÉLICE GÉANTE  
POUR PORTE-AVIONS





RADAR DE VEILLE AÉRIENNE

RADAR DE VEILLE  
AÉRIENNE TYPE SA

RADAR DE VEILLE SURFACE

RADAR ARTILLERIE A A

TÉLÉPONTÉUR AVANT  
DES 152mm

RADAR ARTILLERIE  
PRINCIPALE

TÉLÉPONTÉUR  
ARRIÈRE DES 152mm

VERGUE POUR  
SIGNAUX

TÉLÉPONTÉUR  
D'ARTILLERIE  
PRINCIPALE ET  
SON TÉLÉMÈTRE

PROJECTEURS

RADAR NAVIGATION  
TYPE SF

TÉLÉPONTÉUR  
DES 100mm

AFFÛT QUADR.  
40 BOFORS A A

AFFÛT DOUBLE DE 100 AA

GRUE POUR SOULEVER  
LES EMBARCATIONS

AFFÛT  
QUADRUPLE  
40 BOFORS

DÉTAIL DES SUPERSTRUCTURES DU RICHELIEU.

# L'ARTILLERIE NAVALE

par Gilbert MONIER

*Ingénieur en Chef de l'Artillerie Navale*

**P**endant les années qui précéderent la guerre de 1914, l'artillerie dominait la mer. La puissance des escadres se fondait sur les qualités essentielles du canon de marine : puissance, portée, précision.

Le développement de l'avion durant les trente dernières années a semblé réduire l'importance de l'artillerie. Dans bien des cas, la destruction de l'ennemi fut confiée à l'avion.

Cependant, à la fin de la dernière guerre, l'apparition des engins autopropulsés a ouvert à l'artillerie une voie nouvelle, dans laquelle elle pourra allier la mobilité et la souplesse des engins volants à l'économie de poids et de matériel.

**BAIGNOIRE POUR  
2 CANONS DE 20 mm**

**TÉLÉPONTÉUR  
ARRIÈRE DE  
L'ARTILLERIE  
PRINCIPALE**





## PERFORMANCES DE PIÈCES D'ARTILLERIE DE MARINE CLASSIQUE

Calibre (mm)	380	203		152		130		100	75
Poids du projectile (kg) .....	884	134	120	54	50	35	33	13,5	6
Vitesse initiale (m/s) .....	785	830	855	870	900	725	730	785	850
Portée maximum (m) .....	39 500	30 000	29 000	26 000	24 500	19 500	19 000	15 500	14 700
Durée du trajet correspond. (s)	90	83	83	79	77	65,5	65,5	60	57

La portée maximum, qui est sensiblement la portée obtenue avec un angle de hausse de 40°, varie considérablement avec le calibre. Pour un tir tendu (faible angle de hausse), la durée de trajet et la portée ne varient pas beaucoup quand le calibre augmente. Lorsqu'un canon tire à limite de portée, la durée de trajet est considérable et donne une incertitude importante au tir, par suite de l'évolution possible du but.

## ÉVOLUTION DE L'ARTILLERIE CLASSIQUE

L'artillerie des bâtiments de guerre se divise classiquement en trois catégories :

- **artillerie de gros calibre**, destinée à l'attaque à grande distance : 20 à 30 km ;
- **artillerie moyenne**, destinée à la défense du bâtiment contre des bâtiments plus petits qui l'attaqueraient à des distances faibles ;
- et enfin **artillerie de petit calibre**, destinée à la défense rapprochée, en particulier contre avions.

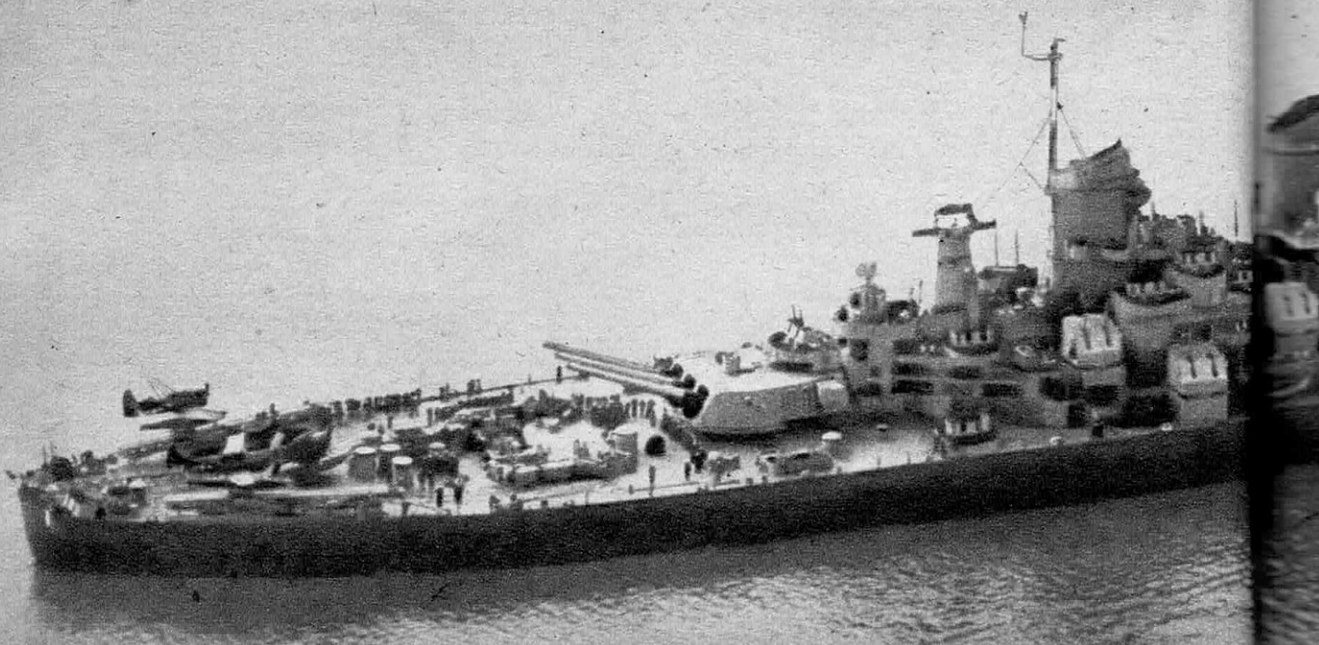
Avec le développement considérable de l'aviation, l'artillerie moyenne s'est modifiée profondément et est devenue l'**artillerie de défense contre avions des bâtiments**.

Le calibre de l'artillerie principale dépend plus de la distance à laquelle on veut se battre que de l'importance des avaries que l'on veut obtenir pour chaque coup au but ; les portées maximum croissent sensiblement

avec le calibre. Quant au calibre de l'artillerie moyenne, il était fixé jusqu'à ces dernières années d'une manière tout à fait empirique : 152 mm pour les cuirassés, parce que ce calibre se prête à l'emploi de douilles pour loger les charges propulsives et que ces douilles se manipulent assez facilement à bras ; 100 mm pour les croiseurs, parce que la cartouche constituant l'ensemble de la munition (projectile et charge de poudre) peut être facilement chargée à bras.

Sur un cuirassé de 35 000 tonnes, il n'est guère possible de mettre plus de neuf pièces de 406 mm sans sacrifier sérieusement les qualités de vitesse du bâtiment. Sur nos bâtiments de ligne, **Richelieu** et **Jean-Bart**, il a été jugé préférable de se limiter à 8 canons de 380 mm, répartis en deux tourelles quadruples à l'avant.

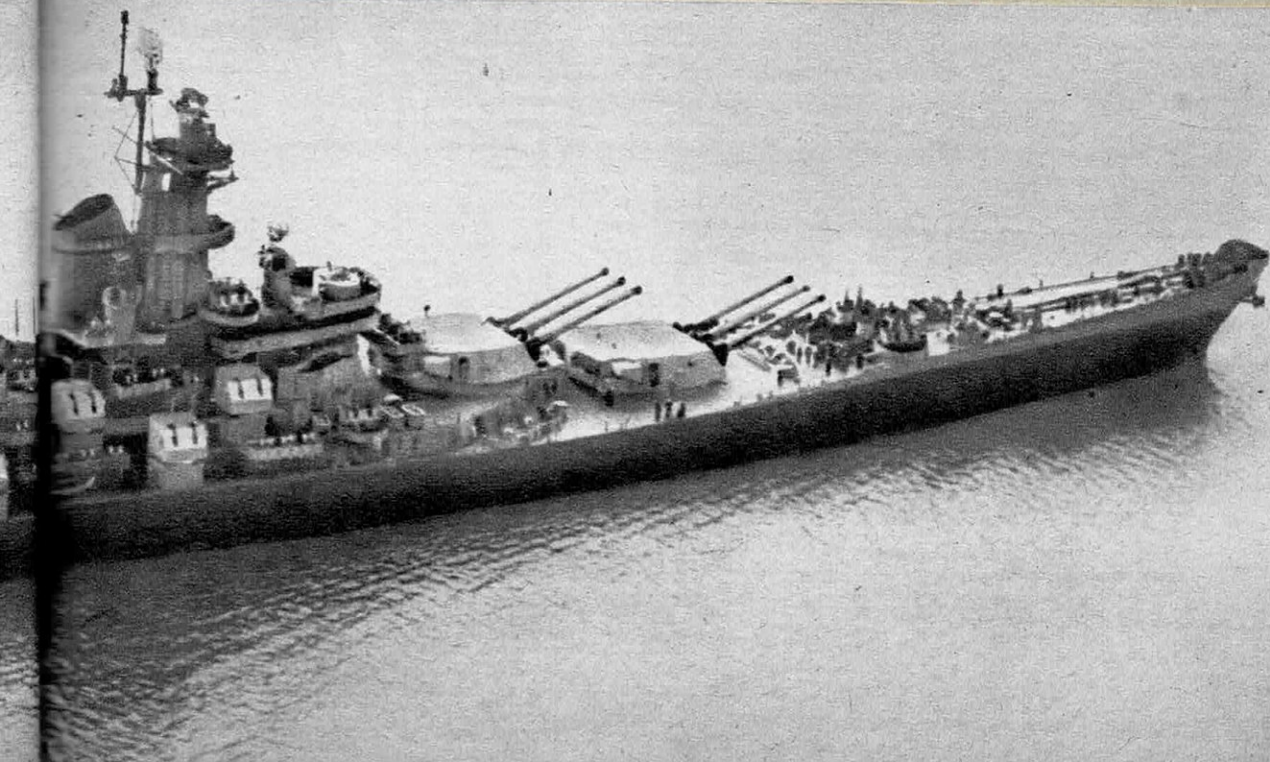
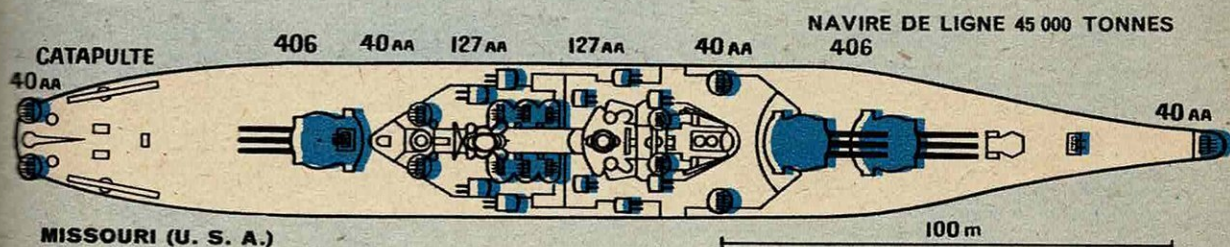
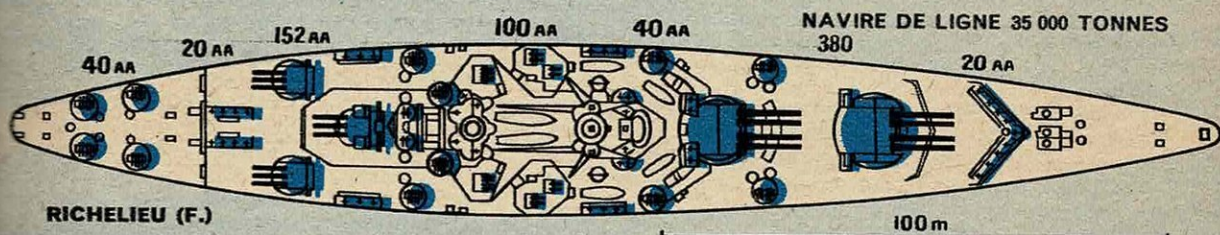
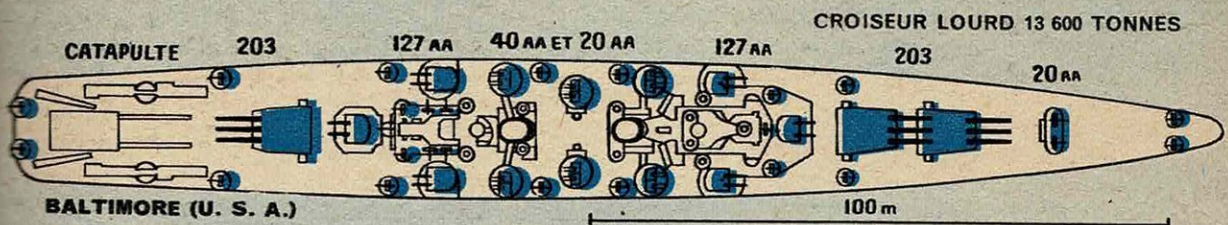
**IOWA (U. S. A.) 45 000 TONNES**





# LA DISPOSITION DE L'ARTILLERIE A BORD

Sur les cuirassés, les partisans de l'offensive économisent du poids en plaçant huit canons de gros calibre en deux tourelles quadruples à l'avant (**Richelieu**). Une solution plus équilibrée, adoptée sur les cuirassés américains, consiste à placer deux tourelles triples à l'avant, une à l'arrière. Cette disposition de l'artillerie principale présente d'ailleurs moins d'importance que la défense contre les attaques massives d'avions. Le tir de l'artillerie principale ne doit pas gêner par son souffle le tir des autres pièces. La meilleure solution semble être la solution pyramidale, donnant un champ très dégagé à l'artillerie automatique de petit calibre. Un bel exemple de cette disposition étagée de l'artillerie est donné par le croiseur américain **Baltimore**.





## FUSÉES ET ENGINs TÉLÉGUIDÉS

Jusqu'à quel point l'artillerie de gros calibre et les avions seront-ils supplantés en même temps par les engins à très longue portée, genre V-2 ou « Neptune », ou par les projectiles téléguidés ? Dans un domaine aussi nouveau, les prévisions ne peuvent être que sommaires, et au cours des études bien des faits nouveaux peuvent se révéler, qui risquent de modifier profondément toute doctrine, même imprécise, qui aurait été énoncée à ce sujet.

Les Américains consacrent énormément d'efforts à la mise au point des V-2 et ont réalisé une version moins lourde, appelée « Neptune ». Lorsque ces engins à très longue portée seront bien au point et lorsqu'on sera parvenu à réaliser un téléguidage correct pour diminuer leur dispersion, la distance de combat entre les forces navales pourrait augmenter considérablement.

Pour les lancer, on concevra peut-être des bâtiments spéciaux, soit genre porte-avions (on a pu lancer une V-2 du pont du **Midway**, mais ce n'était là qu'une opération purement spectaculaire), soit d'un tout autre type.

À côté des engins stratosphériques, un certain nombre d'engins moins sensationnels ont été essayés pendant la guerre par les Alliés, et par les Allemands, principalement pour l'attaque du navire par l'avion. Ils étaient à l'origine d'une conception analogue à celle des avions sans pilotes ; avec la mise au point du téléguidage ils évolueront, et se rapprocheront du projectile classique, dont ils auront la vitesse.

Leur propulsion est assurée par des combustibles soit solides (poudre), soit liquides, l'éjection à grande vitesse des gaz de combustion exerçant sur l'engin, par réaction, la poussée nécessaire pour lui communiquer l'accélération voulue.

Les fusées à poudre, qui constituent la classe des « roquettes », ne sont que des engins légers, car si la poudre est un combustible d'emploi facile (elle contient l'oxygène nécessaire à sa combustion), elle est chère et lourde : il faut environ 10 fois plus de poudre que de combustible liquide pour obtenir le même travail.

Parmi les engins à liquide, un certain nombre emportent l'oxygène nécessaire à leur combustion, par exemple alcool et oxygène liquide (V-2) ou permanganate et eau oxygénée (engin allemand). D'autres plus simples, comme le statoréacteur, brûlent de l'essence au contact de l'air atmosphérique qui s'engouffre dans l'engin par son avant, mais, dans ce cas, la poussée est nulle à l'arrêt et pour obtenir une combustion correcte, il faut d'abord communiquer à l'engin une vitesse suffisante, donc prévoir un dispositif auxiliaire de démarrage.

Si l'on désire des caractéristiques militaires importantes (charge explosive, vitesse, portée), l'engin sera trop onéreux pour être employé en masse. On ne pourra compter sur le débit pour augmenter l'efficacité du tir et il faudra disposer d'un guidage. Ce dernier remédiera au fait que les conditions de lancement sont imprécises (rampes

## PERFORMANCES DE QUELQUES ENGINs AUTOPROPULSÉS

	Portée max. horizontale en km	Flèche vertic. maximum en km	Vitesse en m/s	Poids total en tonnes	Charge utile (poids d'ex- plosif en kg)
<b>ENGINs GUIDÉS</b>					
A-9 (étude allemande reprise par les U. S. A.) .....	5 000	320	3 300	140	1 000
V-2 .....	350	80	1 600	12,7	1 000
NEPTUNE (selon la charge utile)...	»	380	2 500	4,3	45
	»	136	1 390	5,2	900
J B A 1 .....	20	8	180	3	350
V-1 .....	250	1,5	150	2,5	830
Wac Corporal.....	»	70	»	0,3	»
Gargoyle .....	30	12	250	0,45	45
Stooge .....	20	12	350	0,3	20
Bumblebee .....	10	5	660	0,1	10
<b>ROQUETTES NON GUIDÉES</b>					
Bofors de 21 cm .....	10	»	400	0,158	22
Américaine de 12 cm .....	1	»	90	0,020	3

**L'AEROBEE**, projectile-fusée téléguidé expérimenté par la marine américaine, est guidé à son départ par un pylône métallique.

courtes, vitesse mal établie au départ) et que les trajectoires ne sont pas comparables d'un coup à l'autre. En outre, le guidage permettra de suivre les évolutions du but, même après le départ de l'engin, supériorité considérable sur le projectile classique.

Le téléguidage correct à partir de bateaux constitue une des grandes difficultés à résoudre, en particulier pour le tir contre un but mobile.

Il y a d'abord le problème de la conduite du tir. Différentes méthodes ont été imaginées : on peut maintenir l'engin sur la ligne tireur-but, en calculant son inclinaison sur cette ligne en fonction des éléments de prévision du tir. On peut également maintenir l'engin constamment dirigé vers le but ; il parcourt alors la courbe dite « du chien », bien connue des mathématiciens, celle que décrit un chien poursuivant un but mobile. Cette disposition est à adopter quand le tireur ne peut pas voir le but. Un émetteur de télévision monté sur le projectile transmet au tireur les indications qui permettent de préciser les positions relatives du but et de l'engin et de diriger celui-ci en conséquence.

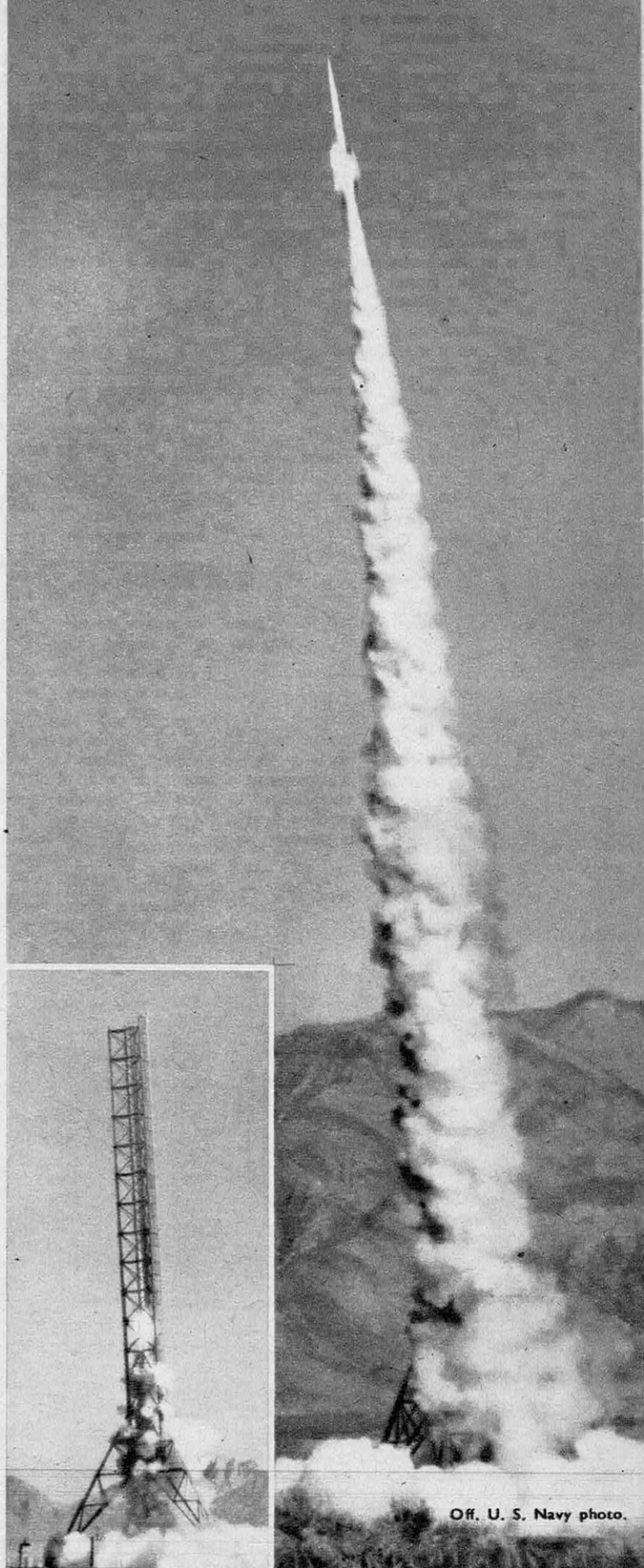
Quelle que soit la méthode employée, le tireur devra à tout instant connaître la position du but et de l'engin, non pas par observation visuelle, pratiquement inutilisable, mais par détection électromagnétique (radar).

Il faudra aussi (à moins que l'on ne préfère la solution, toute théorique, d'un intégrateur automatique placé sur l'engin), transmettre à ce dernier les ordres d'évolutions par signaux radioélectriques, signaux qui, convenablement interprétés et amplifiés, assureront le déplacement d'ailerons modifiant la course du projectile.

A ces problèmes, complexes en eux-mêmes, se superpose la nécessité d'éviter les brouillages. Il faut donc un matériel électronique important et cher. Si le téléguidage est nécessaire pour des engins lourds, il ne saurait être question actuellement de l'utiliser pour des engins légers.

L'organisation des postes de lancement à bord, rampes de lancement donnant à la fusée une vitesse initiale suffisante, et surtout centrales de téléguidage, sont encore du domaine des projets.

Les Américains avaient décidé, à la fin de la guerre, de transformer en





lance-fusées le cuirassé de 45 000 tonnes **Kentucky** et le croiseur de 27 000 tonnes **Hawaii** alors en cours de construction. En fait, l'achèvement des deux bâtiments semble avoir été suspendu.

On peut envisager de lancer des projectiles téléguidés à partir des sous-marins, et une telle transformation a été décidée à titre d'essai sur deux sous-marins américains. Ainsi modifiés, les sous-marins auraient un emploi tactique tout à fait différent de leur emploi actuel et deviendraient, d'après l'Amiral Halsey, ancien directeur de l'Artillerie Navale américaine, l'armature même de la Flotte.

Mais on ne peut encore faire que des hypothèses sur l'organisation de tels bâtiments.

Il semble certain que le nombre de postes de lancement sera réduit; quatre peut-être sur de grands bâtiments, deux ou un sur les autres.

L'approvisionnement, à cause du poids et du prix, sera aussi peu important, peut-être de dix à cinquante fusées, selon le type de bâtiment, car ces armes s'emploieront à l'unité.

Ces anticipations, pour aussi séduisantes qu'elles soient, ne doivent pas faire oublier que l'artillerie de gros calibre conserve aujourd'hui encore son importance. La cinématique du téléguidage à partir de navires en est au stade des recherches et n'est pas encore entrée dans la période expérimentale, encore moins dans la pratique. Mais un jour viendra, dans un délai plus ou moins éloigné, où l'on pourra utiliser avec efficacité à bord des navires des projectiles radioguidés qui concurrenceront et remplaceront l'artillerie de gros calibre et qui auront, de plus, l'avantage de pouvoir être tirés aussi bien sur but flottant que sur but aérien.

## LA DÉFENSE CONTRE AVIONS

Indépendamment de l'attaque des avions éloignés par des engins autopropulsés, la défense du bateau contre l'avion sera-t-elle principalement du domaine de la chasse, ou surtout du domaine du canon? Les partisans de deux thèses s'affrontent. Il apparaît que les deux modes de défense doivent non pas s'opposer, mais se compléter.

Il faut reconnaître que la chasse obtient une proportion beaucoup plus forte de coups mortels (avions descendus). Mais la D.C.A. de bord a pour but principal d'empêcher l'attaque de l'avion ennemi et une avarie à l'attaquant suffit pour cela. La destruction définitive de la force n'est pour la D.C.A. qu'un but secondaire.

Dans l'immense champ de bataille que représentent les Océans, il ne sera pas toujours possible d'avoir en temps opportun l'aviation de chasse qui serait nécessaire; la défense autonome contre l'avion s'impose sur chaque bâtiment.

Devant l'importance et la fréquence des attaques aériennes que peut subir un bâtiment, il faut que toute l'artillerie (sauf l'artillerie de gros calibre, trop onéreuse et trop lente) soit étudiée spécialement en vue du tir contre avions.

Le calibre de la DCA est passé depuis vingt ans de 75 mm à 100, 127 et 152 mm. Mais il y a une limite, en tir contre avions, à l'accroissement de l'efficacité globale avec l'augmentation du calibre.

Un projectile de 152 mm a évidemment par rapport au 127 mm une supériorité de portée et de poids d'explosif. Mais ce changement de calibre entraîne en contre-partie une augmentation du poids des tourelles et une diminution de cadence de tir. Avec les types de matériels actuels et pour un poids déterminé consacré à bord à l'artillerie, le maximum de puissance continue de feu est fourni par des armes d'un calibre compris entre 115 mm et 130 mm.

### L'ARME UNIQUE

Dans tous les cas de tir contre avions, le « débit » joue un rôle primordial. On tend donc vers l'automatisme complète des matériels. Mais pour avoir un matériel vraiment automatique, il faut choisir le calibre de façon à disposer d'une munition en cartouche (projectile et douille réunis), d'une manipulation facile en soute et d'une rigidité suffisante, ce qui ne permet pratiquement pas de dépasser 110 à 115 mm.

Un tel matériel entièrement automatique devrait être l'armement principal, même pour le tir sur but marin, non pas seulement des torpilleurs, mais même des croiseurs qui, selon des habitudes anciennes, auraient dû être armés de trois ou quatre tourelles de 152 mm tirant des obus de perforation. Il est indispensable de se dégager de la règle empirique qui proportionne le calibre de l'artillerie à la racine carrée du tonnage du bâtiment qui la porte, règle qui correspondait à la conception admise jusqu'ici du tir uniquement sur but marin.

Des rafales de projectiles explosifs de moyen calibre, tirées à très grande cadence par un matériel automatique, auront sur un bâtiment, même d'assez gros tonnage, des effets aussi dangereux, si ce n'est plus, que ceux de salves de 4 à 5 coups de 152 mm de perforation. Le nombre d'installations vitales, telles que les radars, tourelles de télépointage, armes légères, qui sont actuellement non protégées, rend beaucoup moins intéressant le tir du projectile de perforation.

Un bâtiment ainsi atteint ne sera peut-être pas coulé immédiatement, mais il sera avarié suffisamment pour être la proie d'un avion ou d'un torpilleur, qui pourra approcher de lui ultérieurement sans danger. La bataille du Rio de la Plata (croiseurs légers contre l'**Admiral Graf Spee**) en fournit un exemple frappant.

## LA FUSÉE DE PROXIMITÉ

La fusée de proximité, mise au point aux Etats-Unis en 1943, a modifié considérablement les conditions du tir contre avions, d'abord en augmentant de trois à quatre fois les chances d'atteindre le but avec un projectile fusant, et aussi en diminuant la complication de chargement (élimination du réglage de la fusée à temps, etc...).

Cette fusée comprend un petit émetteur-récepteur à quatre lampes miniatures, chacune ayant la grandeur d'un ongle. L'émetteur envoie des ondes de très courte longueur d'onde, qui se réfléchissent sur le but et sont captées en retour par le récepteur. Le déphasage, dû à l'aller et retour des ondes entre la fusée et le but, est mesuré dans le récepteur, et, lorsqu'il est égal à une certaine quantité (fixée à l'avance et dépendant du type de fusée), une amorce électrique est excitée et le projectile explose. Le déphasage correspond en moyenne à un parcours aller et retour de 60 m, c'est-à-dire 2 dix-millionièmes de seconde.

Le projectile éclate ainsi sur sa trajectoire

lorsqu'il passe à proximité du but. Aussi, la tendance à l'augmentation du calibre de D.C.A. qui avait été constatée jusqu'ici s'est-elle renversée. On voulait compenser par un volume dangereux plus étendu les erreurs inévitables dans le réglage des fusées avant le départ du coup. Il est devenu plus avantageux maintenant de tirer plusieurs coups de 100 mm ou de 90 mm plutôt qu'un seul de 127 mm. D'autre part, le tir percutant, que l'on envisageait pour le 75 mm au lieu du tir fusant de moyen calibre, perd tout son intérêt.

Cependant, la fusée de proximité est assez encombrante et ne peut être utilisée avec des calibres faibles. Il semble qu'on ne puisse guère descendre au-dessous de 75 mm. Une telle arme, mise au point par la Marine américaine, a certainement une bonne efficacité à des distances rapprochées, mais elle exige la présence à bord d'une autre artillerie, destinée à attaquer l'avion entre 8 000 et 5 000 m.

Un grave inconvénient des fusées à proximité est leur prix. Il était aux Etats-Unis de 40 dollars au début de la production et a pu être réduit par la suite à 18 dollars.

Un projectile radioguidé, version américaine de la V-1 allemande, est lancé du pont du **Norton Sound**, navire-atelier pour hydravions. Il est appelé « Loon » (plongeon), comme l'oiseau dont il rappelle le vol au-dessus de l'eau.

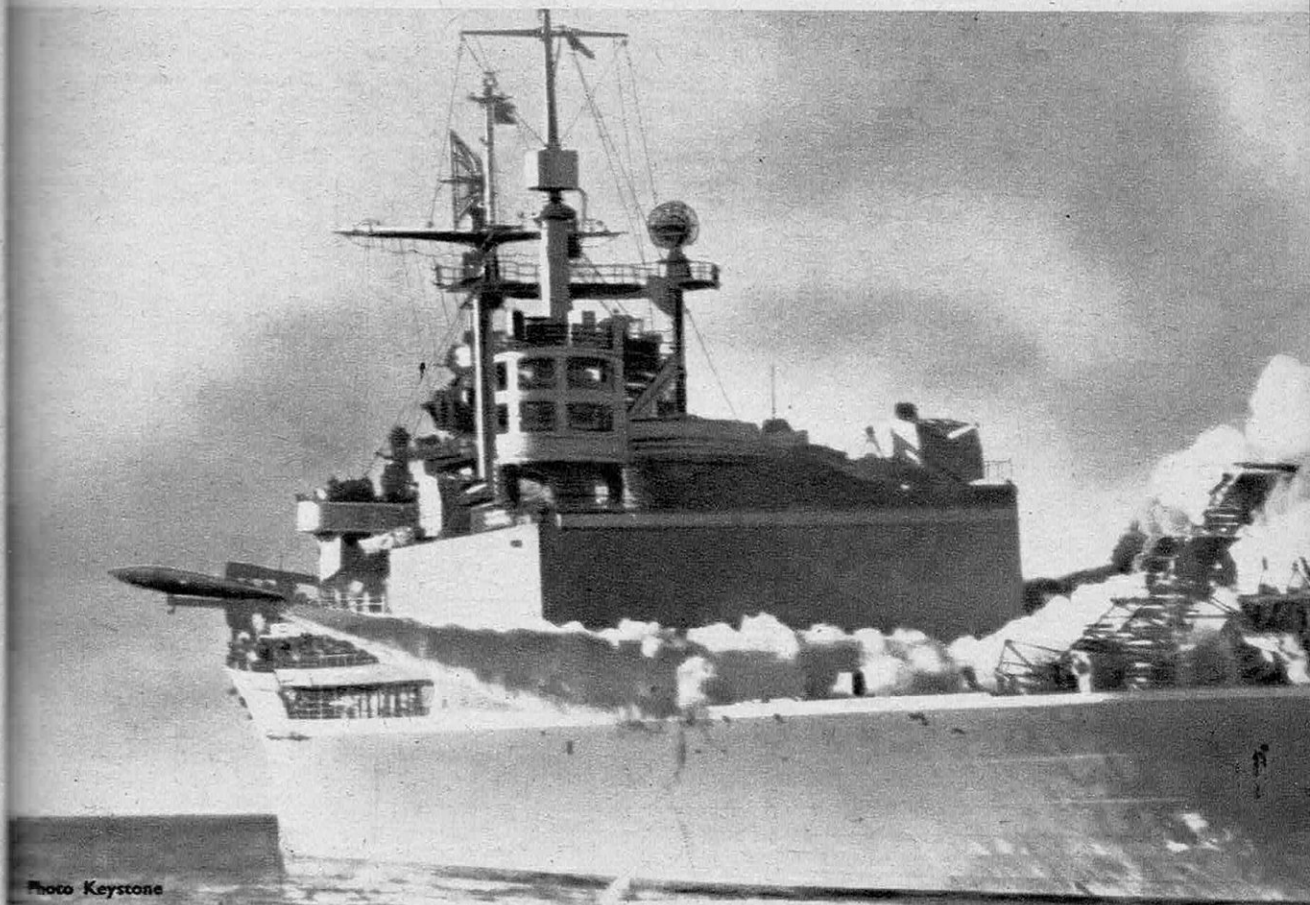
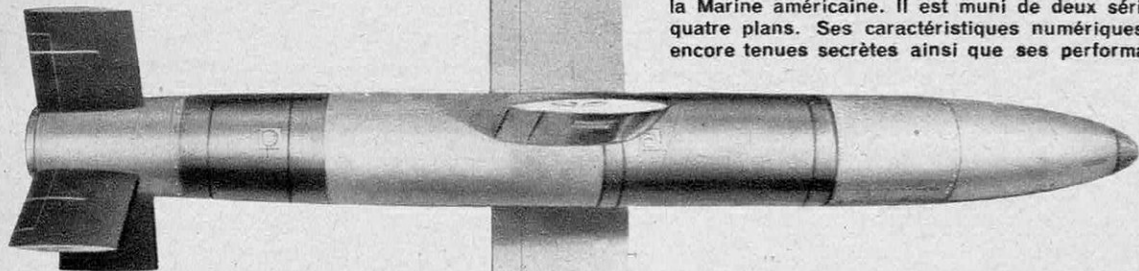


Photo Keystone





**LE XSAM-N-2 « LARK »** construit par la Fairchild Engine and Airplane Corporation, est un des plus récents projectiles-fusées radioguidés étudiés par la Marine américaine. Il est muni de deux séries de quatre plans. Ses caractéristiques numériques sont encore tenues secrètes ainsi que ses performances.



**LE PT V-N-2 « GORGON IV »** construit par la Glenn L. Martin Co., est un avion sans pilote propulsé par statoréacteur. Comme ce propulseur ne peut démarrer par ses propres moyens, le Gorgon IV est, à l'heure actuelle, largué d'un avion qui le porte suspendu sous l'aile. Mais la marine américaine étudie d'autres modes de lancement à partir des navires.

## LES ROQUETTES

On peut se demander s'il n'y aurait pas intérêt à utiliser, pour le tir contre avions, non pas des projectiles classiques, mais des projectiles autopropulsés non guidés d'un poids unitaire de 20 à 50 kg. Ces engins, dont la propulsion dans un but de simplicité est assurée par de la poudre, constituent la classe des roquettes (par opposition aux engins guidés).

Ils ont, par rapport aux projectiles ordinaires, le principal avantage de ne subir au départ qu'une faible accélération ; les installations de lancement peuvent donc être très légères. En outre, l'épaisseur des parois des projectiles peut être réduite, ce qui leur permet généralement d'emporter, à poids égal de la munition, une quantité sensiblement plus forte d'explosif.

Les roquettes ont été utilisées contre avions par les Anglais en 1940, à un moment où ils manquaient de canons contre avions. Utilisées à terre, les roquettes pouvaient constituer des barrages autour de vastes zones essentielles, barrages défendus non pas tant par le pouvoir explosif du projectile, mais par les engins d'obstruction (câbles par exemple) emportés par la roquette et suspendus ensuite en l'air par leur parachute. Cette tactique peut être utilisée à terre, mais autour d'un navire en marche, il est impossible d'établir un tel rideau de protection.

Par suite de la faible vitesse initiale des roquettes et de l'absence totale ou presque totale de stabilisation gyroscopique, leur tir est peu précis, et on estime que leur disper-

sion en surface est en moyenne 20 fois plus grande que la dispersion des projectiles classiques.

Il faudrait tirer approximativement 20 fois plus de roquettes que de projectiles classiques de même poids pour avoir les mêmes chances de toucher un avion. Il ne semble possible de diminuer cette dispersion qu'en augmentant considérablement la longueur des rampes de lancement, ce qui n'est pas praticable à bord, ou en tirant les roquettes à forte vitesse initiale dans un tube fermé, c'est-à-dire en réinventant en pratique le canon classique.

On pourrait compenser les effets de cette dispersion en utilisant des roquettes à grande vitesse. Les chances d'atteindre le but seront augmentées en raison directe du carré de la vitesse.

Mais la munition sera lourde, à peu près aussi lourde qu'une munition classique ayant le même poids d'explosif, et il faudra, malgré tout, tirer dans le même temps plus de roquettes que l'on n'aurait tiré de projectiles.

L'affût qui lancera ces roquettes ne pourra pas être un affût léger et peu encombrant. En effet, pour être efficace en tir contre avion, le pointage devra être précis, souple, rapide, avoir en somme les mêmes qualités que pour l'artillerie classique.

Le ravitaillement sera plus compliqué, puisqu'on tirera plus de roquettes dans le même laps de temps. Il faudra aussi tenir compte des sujétions causées par les flammes au départ du coup (pas de culasse), et par la longueur des rampes de lancement (vibrations)

On pourra économiser le poids du canon, mais il faudra emporter en soute beaucoup plus de munitions. Finalement, une installation de roquettes contre avions pèse, dans des conditions normales, plus que l'artillerie classique.

Malgré ces inconvénients, les Allemands ont utilisé, avec plus ou moins de succès, un engin de ce type, le Fohn. L'affût pouvait tirer toutes les 30 secondes une salve de 35 roquettes portant à 1 500 mètres. Ils estimaient donc, hypothèse risquée, qu'une seule salve avait 100 % de chance de détruire un avion attaquant un navire. Les bâtiments ainsi armés ne faisaient que des sorties très courtes, n'avaient à bord qu'un faible approvisionnement de munitions de cette sorte pour maintenir le poids total dans des limites raisonnables.

## L'UTILISATION RAISONNABLE DES ROQUETTES

Peu efficaces, somme toute, dans la défense d'un navire contre un avion, à cause de la grande vitesse et du peu de surface du but, les roquettes ont été utilisées sur une grande échelle par la Marine américaine pour la lutte contre les objectifs terrestres rapprochés et les sous-marins.

Au moment d'un débarquement, il est nécessaire d'annihiler pendant un temps assez court les éléments défensifs se trouvant sur une étendue relativement grande de terrain. Il s'agit, en somme, de faire un « arrosage » intense d'une zone proche. Dans ces conditions la forte dispersion et le peu de portée des roquettes n'offrent aucun inconvénient.

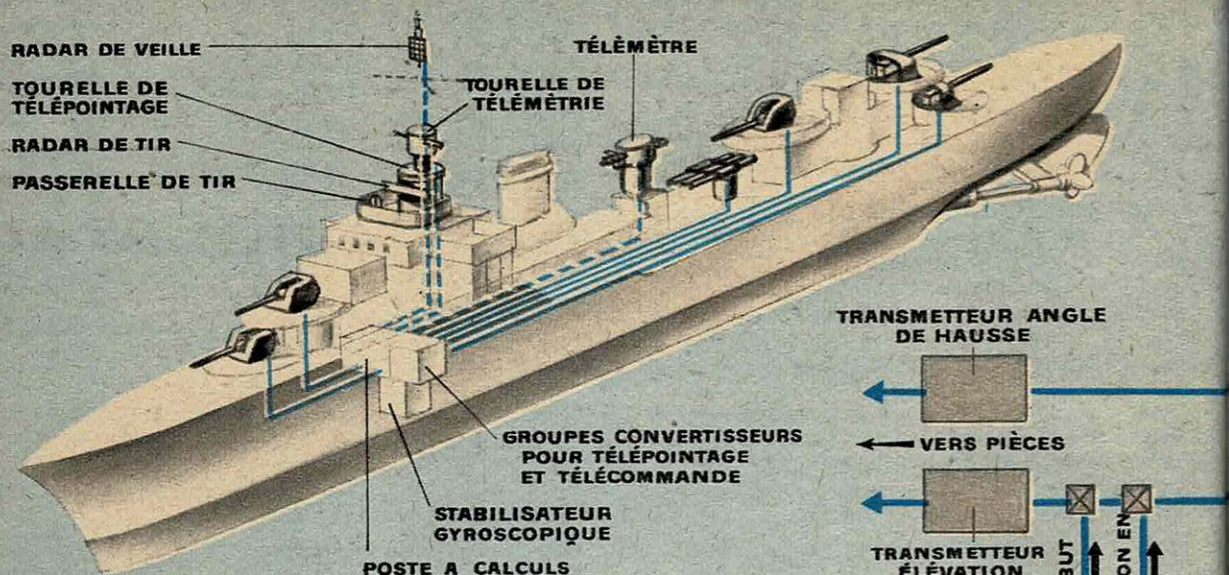
Une V-2 allemande radio-guidée est lancée du pont du porte-avions américain Midway. Ce navire n'est pas spécialement conçu pour être armé de fusées, mais l'expérience avait pour but de constater si aucune modification ne devait être apportée à la fusée lorsqu'elle était lancée d'une plate-forme mouvante.

Grâce à la faible valeur de la réaction, il est possible de construire des appareils de lancement extrêmement simples (en cornières, par exemple) et d'en placer un très grand nombre sur chaque petit bâtiment devant attaquer la plage. Les questions de stocks de munitions en soute n'interviennent pas, puisque le tir envisagé ne se produira



Photo Keystone.





Ce dessin montre très schématiquement comment sont élaborés les deux éléments du pointage en hauteur des pièces, l'angle de hausse et l'élevation, en tenant compte des positions relatives du tireur et du but, de leurs mouvements respectifs, du vent, etc. L'élaboration des deux éléments du pointage en direction, la dérive et la circulaire, est identique.

qu'une seule fois au cours d'une opération. Dans ces conditions, un « Landing Ship » peut avoir la puissance de feu de dix croiseurs, mais pendant une minute seulement.

Les roquettes sont également utilisées dans tous les cas où la précision du tir n'est pas nécessaire : tir éclairant, tir de nuit, tir de défense rapprochée. Les roquettes se contentent alors d'affûts sommaires, relativement légers, et qui s'installent à bord en plus des armes classiques. Cela donne au bâtiment une puissance de feu supplémentaire dont l'importance est proportionnée au but recherché.

## L'ARTILLERIE LÉGÈRE

En 1939, la défense contre avions semblait stabilisée avec les derniers canons de D.C.A., dont la portée dépassait l'altitude d'opération des avions existant à cette époque. C'est alors qu'apparurent le bombardier en piqué et l'avion-torpilleur qui semblèrent annoncer la mort définitive du navire de guerre de surface. On ne s'était pas aperçu que des canons contre avions de moyen calibre parfaitement adaptés au tir contre avions volant horizontalement à haute altitude, conservant une vitesse et une route constantes, ne pouvaient agir efficacement contre un avion piqueur ou torpilleur, manœuvrant durant les quelques secondes pendant lesquelles il apparaît et lance son projectile. Ces types d'avions causèrent, en décem-

bre 1941, la perte du *Repulse* et du *Prince of Wales*.

La réponse à ce problème fut l'apparition de deux types de canons légers automatiques, un canon à moyenne portée tirant des projectiles relativement lourds, et un canon plus petit, pointé individuellement, de moindre portée, mais de plus grand débit.

Ces deux types de canons sont maintenant bien connus, ce sont les 20 mm Oerlikon et les 40 mm Bofors. Pour avoir un pointage efficace, ils reçoivent un viseur gyroscopique.

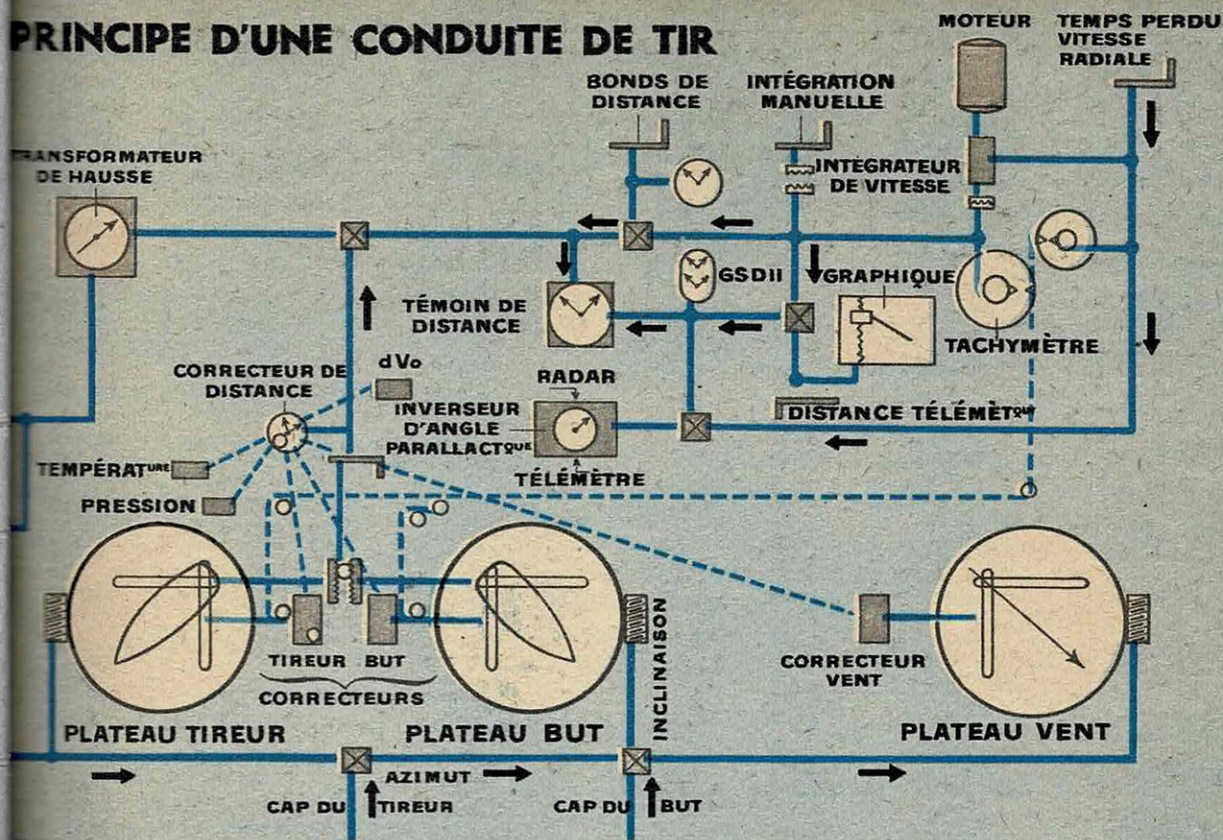
Le 26 octobre 1942, pendant la bataille des îles Santa Cruz, 33 avions japonais pénétrèrent les défenses éloignées du cuirassé *South Dakota*. Grâce aux 40 mm et aux 20 mm dont ce bâtiment avait été muni, 32 des 33 assaillants furent descendus, et le seul survivant manqua son but.

Devant l'efficacité d'une telle défense, les Japonais en furent réduits, pour atteindre la Flotte américaine, à développer l'attaque suicide, le « kamikaze ». Contre ce type d'attaque, il fallut remplacer les 20 mm par des 40 mm et on estime actuellement que le calibre de 20 mm est peu efficace, d'autant plus que, dans l'avenir, les « kamikaze » humains seraient certainement remplacés par des avions robots.

La tendance actuelle est de constituer la défense rapprochée par des matériels de 40 et de 57 mm et même de 76 mm. Le 57 mm étudié, comme le 40 mm, par Bofors, tire à 125 coups/minute des projectiles de 3 kg.



# PRINCIPE D'UNE CONDUITE DE TIR



## LA CONDUITE DE TIR

Il ne servirait à rien d'étudier et de réaliser le matériel le mieux adapté au tir sur but marin ou au tir contre avions s'il n'existait à bord les installations nécessaires au pointage correct des armes, et si ce pointage n'était pas maintenu quels que soient l'évolution du but et les mouvements du tireur. Les appareils qui réalisent ou tentent de réaliser ce pointage correct, constituent les installations de conduite de tir.

Pour pointer correctement le canon, il faut d'abord calculer les éléments de la trajectoire du projectile. Il faut ensuite pointer les pièces toutes ensemble sur le but, grâce à la télécommande et, pour tenir compte des mouvements de roulis et de tangage du bâtiment, stabiliser ces éléments de pointage.

Le calcul de la trajectoire permet de connaître les décalages angulaires qu'il est nécessaire d'introduire entre l'axe du canon et la ligne de visée. A la hausse et à la dérive balistique, il faut ajouter divers éléments correcteurs du tir.

Dans le tir sur mer, le calcul de la trajectoire théorique, en fonction de la seule distance du but, doit être corrigé pour tenir compte du vent, de la rotation de la terre et des déplacements du tireur et du but. Ces dernières corrections sont les plus importantes car, pendant la durée de trajet du projectile

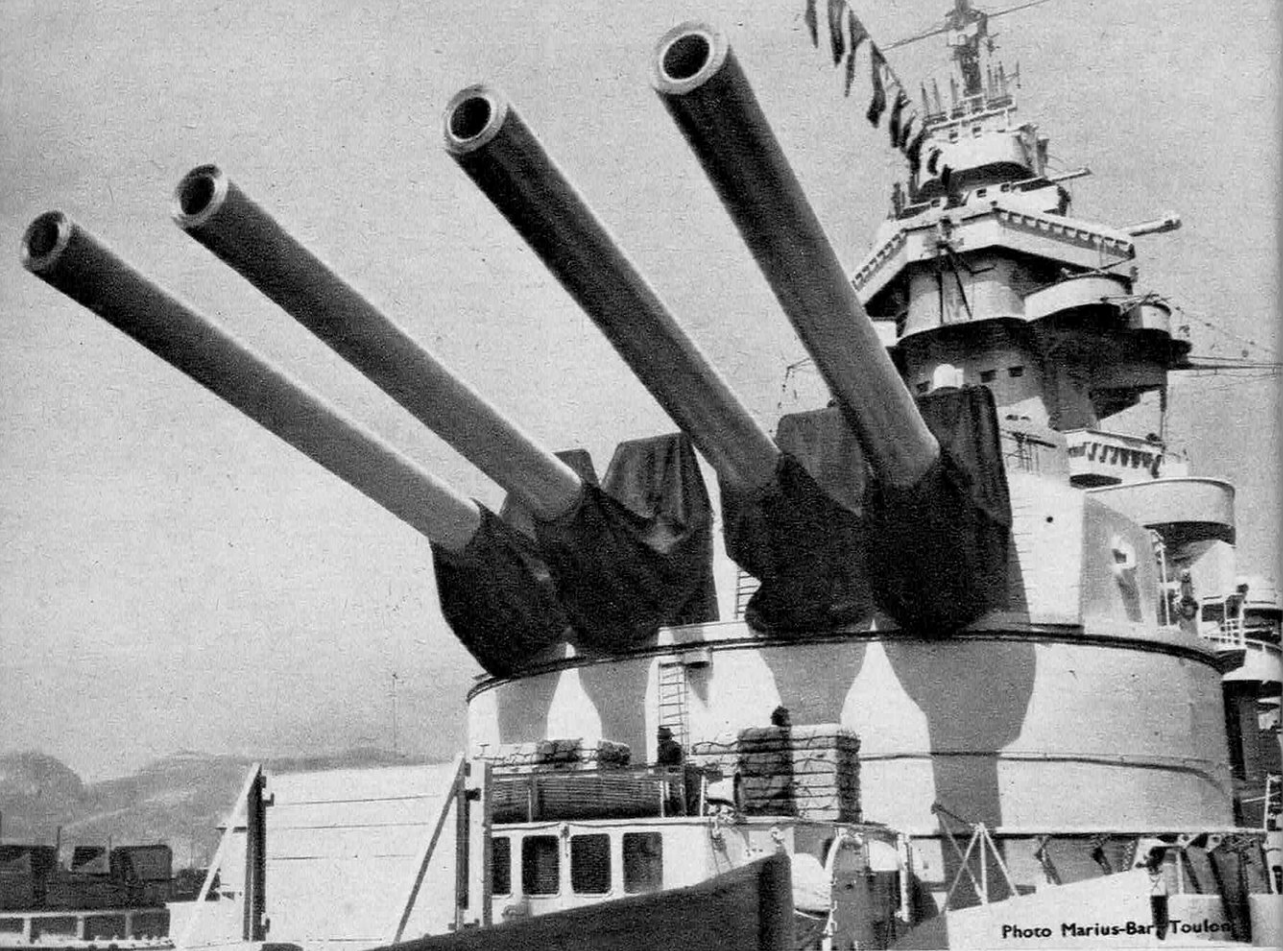
(43 secondes pour 380 mm à 25 000 m), le but se déplace d'une façon appréciable. D'où la nécessité de déterminer le but « futur » c'est-à-dire de prévoir la position du but au moment de l'arrivée des salves en estimant sa vitesse et sa route. Les éléments de tir, distance et vitesses du but, variant constamment, le calcul de la trajectoire doit se faire par des calculateurs mécaniques d'une façon instantanée et continue. Jusqu'à ces dernières années, ce calcul se faisait avec des éléments connus avec plus ou moins de précision, certains même estimés, en rapportant toutes les opérations au plan vertical « tireur-but », plan essentiellement variable dans l'espace, ce qui amenait un élément d'imprécision supplémentaire.

Grâce au radar et à la stabilisation des éléments de pointage (stabilisation qui élimine les variations dues au roulis et au tangage et qui tient compte du déplacement du tireur), il est possible maintenant de déterminer les corrections de tir par rapport à un plan fixe dans l'espace.

C'est ce qu'on appelle la **méthode tachymétrique**.

Ce principe est appliqué d'une façon simplifiée par les viseurs gyroscopiques (Mark XIV américain ou Mark II anglais) sur des télépoteurs et affûts non stabilisés.





Une des tourelles de 380 mm du **Richelieu**. Il ne semble pas que ce type de matériel de gros calibre armant en France le **Richelieu** et le **Jean Bart** soit susceptible d'évoluer sensiblement. Les marines anglaise et américaine qui constituent les chefs de file en cette matière n'envisagent en effet aucune construction de cuirassés.

La conduite du tir contre avions évolue, encore aujourd'hui, très rapidement.

Les hypothèses simplificatrices admises autrefois doivent disparaître les unes après les autres devant l'amélioration des qualités évolutives des avions et de l'apparition dans l'avenir des engins téléguidés. Comme tout ce qui a trait au tir contre avions, l'élément dominant est ici la rapidité. Non seulement on ne peut admettre que de faibles durées du trajet, au delà desquelles les erreurs de prévision entraînent des écarts inadmissibles, mais il est nécessaire que la conduite de tir puisse être mise en action instantanément.

Le problème du calcul des éléments correcteurs est sensiblement plus compliqué que dans le cas du tir sur but marin puisqu'il s'agit d'un problème à trois dimensions.

Grâce à la méthode tachymétrique, permise par la stabilisation des télépointeurs et à la télémétrie radar, beaucoup d'opérations de conduite du tir ont pu être rendues automatiques. L'évolution continue dans ce sens et permettra dans l'avenir le déclenchement automatique du tir contre avions. Un tel tir, d'ailleurs, se prépare, mais ne se règle pas. La rapidité des attaques rendrait illusoire tout espoir de réglage au cours du tir.

## LA TÉLÉCOMMANDE

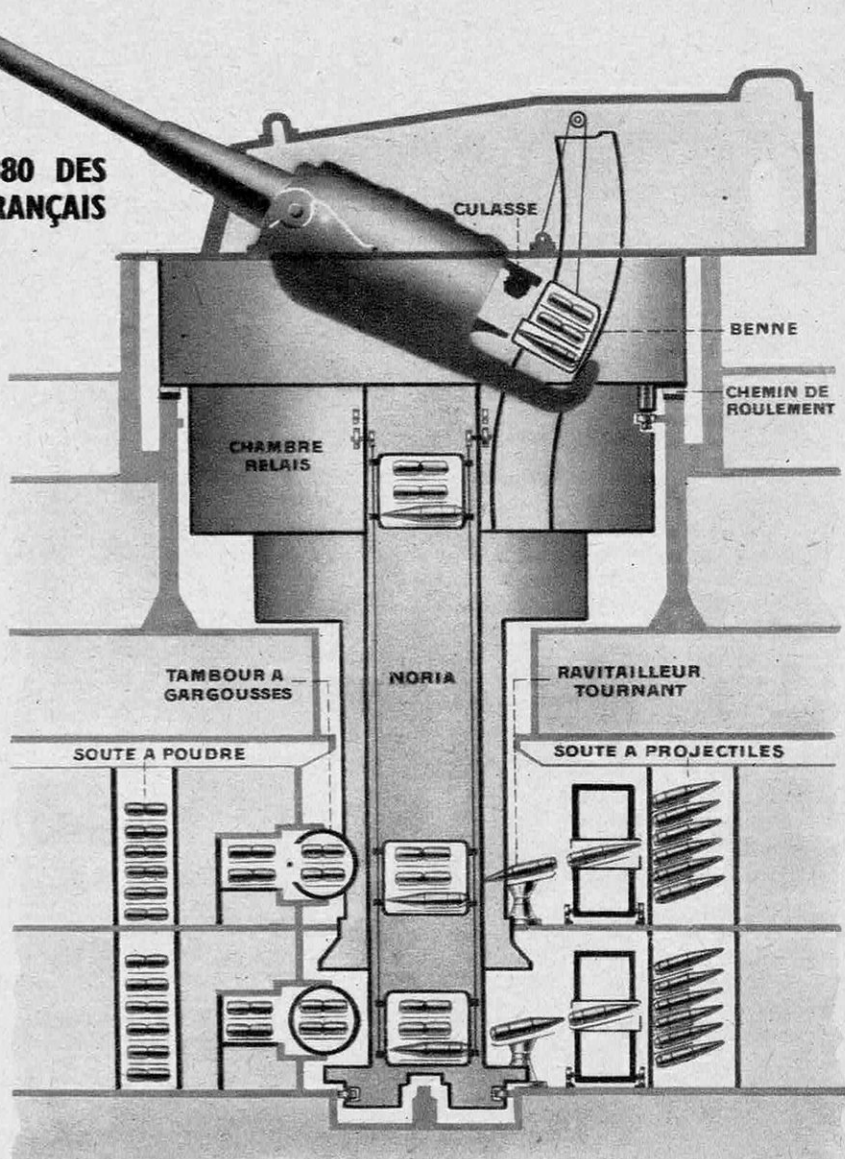
Il est absolument nécessaire de séparer la fonction pointage de la fonction tir, c'est-à-dire de prévoir, non seulement pour les armes lourdes (affûts de moyen calibre), mais aussi pour les matériels légers à grand débit et grande vitesse de pointage, un **télépointeur** commandant un ou plusieurs affûts. C'est seulement dans ces conditions que l'officier de tir pourra reconnaître et

observer le but sans être gêné par les départs des rafales de tir.

Le télépointeur est une tourelle sans canon, dans laquelle le pointeur, maintenant sa lunette sur le but, mesure les éléments de pointage. Dans le télépointeur se trouvent les éléments radar, qui remplacent la plupart du temps la visée optique et donnent la distance du but.

## LES TOURELLES DE 380 DES NAVIRES DE LIGNE FRANÇAIS

Les tourelles de 380 mm du **Richelieu** et du **Jean-Bart** sont des tourelles à quatre canons, d'un type classique. Les tourelles des canons de gros calibre des bâtiments de ligne étrangers leur sont semblables en beaucoup de points. Le poids de la partie tournante d'une tourelle est de 2 000 tonnes et chaque canon peut être pointé entre  $-5^\circ$  et  $+35^\circ$ . Le projectile qui pèse 890 kg et la charge de poudre (250 kg) sont amenés depuis les deux étages des soutes par une série de transbordeurs et de norias, jusqu'à un relais où ils sont chargés dans une benne qui, sitôt que le canon est rentré en batterie, vient s'accrocher à lui et le suit pendant le pointage en hauteur. Pour chaque pièce, un refouloir commandé par un moteur électrique charge les munitions dans le canon, quel que soit l'angle de pointage. Le pointage en direction se fait par un groupe Ward Leonard de 225 ch. La circulaire dentée a un diamètre de 12 m. Il existe deux groupes de 120 ch pour le pointage en hauteur des quatre canons. A l'arrière de la tourelle se trouvent un télémètre de 14 m et un poste de conduite de tir qui est capable de diriger le tir des deux tourelles.



Les éléments de pointage, additionnés des éléments correcteurs, sont envoyés aux pièces par des téléindicateurs. En « recopiant » ces téléindications, c'est-à-dire en mettant en concordance deux aiguilles, une commandée par le téléindicateur, l'autre par le pointage de la pièce, les pointeurs amènent les canons aux angles de pointage calculés et mesurés par le télépointeur : c'est ce qu'on appelle le télépointage.

Que le pointage se fasse à bras ou au moteur, il constitue une opération délicate qui requiert un personnel très expérimenté. Même à bras, les erreurs de pointage deviennent importantes dès que les mouvements de plate-forme sont sensibles. Si l'on ajoute aux erreurs propres du télépointeur les erreurs de recopie aux pièces, on est fondé à concevoir des doutes sérieux sur l'efficacité du pointage à la mer.

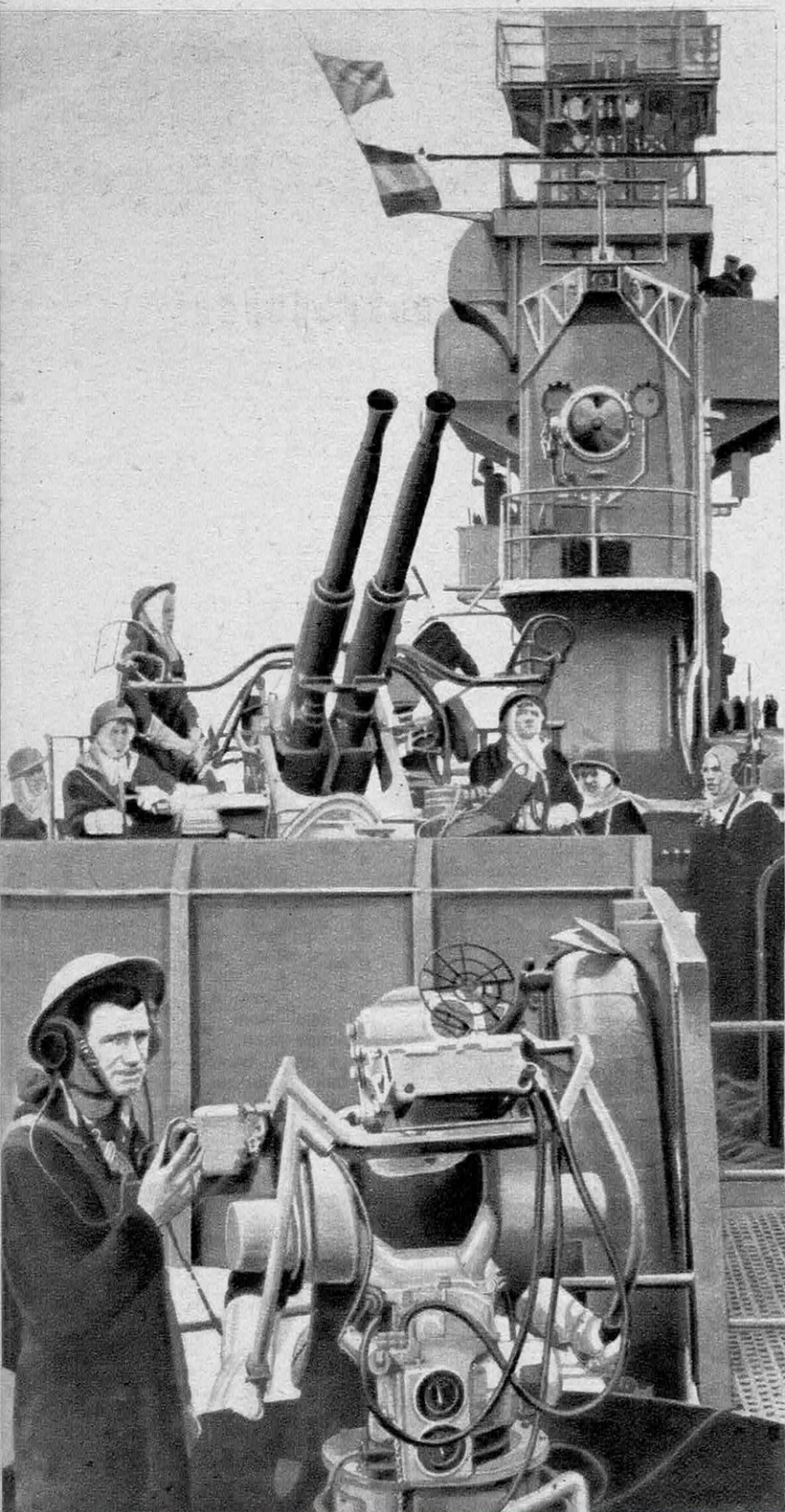
Ainsi le télépointage a-t-il laissé la place à la télécommande, où un seul pointeur, placé dans les meilleures conditions possibles, commande toutes les tourelles, ou tous les affûts d'une même artillerie.

### LES MOUVEMENTS DE PLATE-FORME

Une des principales difficultés rencontrées par le pointeur qui télécommande l'ensemble d'une artillerie est due au roulis et au tangage.

La ligne de visée et l'axe du canon sont, sur un navire, en perpétuel mouvement, mouvement irrégulier et particulièrement difficile à suivre. Il est quelquefois impossible de maintenir constamment la ligne de visée sur le but, c'est-à-dire de pointer





Affût double de 40 mm anti-aérien Bofors, commandé à distance, en hauteur et direction, à partir d'un « télépointeur ». Cette tourelle sans canon est visible au premier plan sur la photographie.

correctement les canons. D'où la nécessité, dans ces circonstances, d'attendre pour tirer que le but se présente de lui-même au roulis sur la ligne de visée. Cette méthode diminue fortement la cadence de tir et n'est applicable à la rigueur que pour les gros calibres.

Jusqu'ici, les matériels d'artillerie étaient organisés pour que les déplacements de la ligne de visée et du canon se fassent autour de deux axes, l'un qui correspond au pointage en direction, l'autre qui est l'axe des tourillons autour duquel se fait le pointage en hauteur. Ces deux axes, donnant deux degrés de liberté, permettent au canon d'occuper n'importe quelle position dans l'espace. Mais l'axe des tourillons, solidaire des mouvements de roulis du bâtiment, a une inclinaison variable par rapport au plan horizontal, ce qui oblige à corriger constamment le pointage en direction. Lorsque la hausse est grande, cette correction est considérable et il est fréquent qu'elle varie de  $15^\circ$  en une dizaine de secondes. Il faudrait avoir des appareils de pointage nerveux et puissants pour pouvoir suivre ces variations,

Pour le tir contre avions, ces difficultés sont accrues. Non seulement il faut déplacer constamment en direction le canon par rapport à la ligne de visée, mais il faut également, pour les mêmes raisons, ajuster constamment la ligne de visée par rapport à la plate-forme (et cela, indépendamment des mouvements du but qui se superposent aux précédents). Les corrections de pointage en direction dues au roulis sont d'autant plus importantes que l'avion est plus près du zénith ; pour un site de  $70^\circ$ , la correction est de  $41^\circ$  pour  $15^\circ$  de roulis. Le tir par roulis devient une gageure.

Pour diminuer ces inconvénients, on a décomposé le pointage en trois éléments au lieu de deux : le canon est pointé autour des deux axes classiques, axe des tourillons et axe normal au plan de la plate-forme, et aussi autour d'un troisième axe situé dans le plan de la plate-forme afin de maintenir l'axe des



tourillons rigoureusement horizontal. L'influence du roulis ne se fait plus sentir sur le pointage en direction.

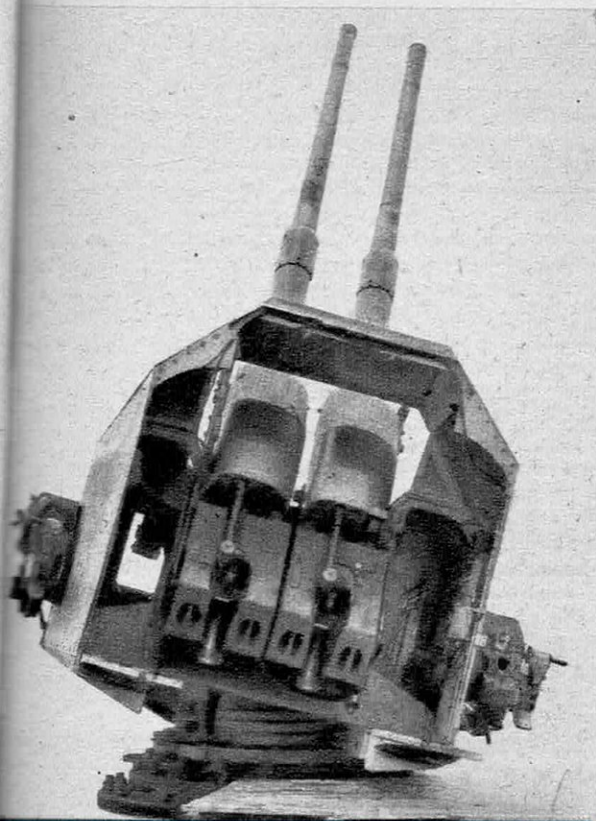
Dans ces conditions, le pointage se décompose en deux parties, l'une correspondant aux mouvements du but et aux corrections de tir; l'autre correspondant au mouvement de la plate-forme et aux déplacements du tireur. Quand cette deuxième partie est faite automatiquement, on dit que le pointage est « stabilisé ». Cette stabilisation peut se faire à l'aide d'un calculateur géométrique placé dans les fonds du bâtiment, dans une position aussi voisine que possible des axes de rotation du bateau au roulis et au tangage et dont les indications sont transmises au récepteur de télécommande des pièces.

On s'efforce ainsi de réaliser, par une automaticité aussi poussée que le permettent les nécessités militaires de robustesse et de sécurité, l'introduction dans la télécommande des éléments fluctuants (roulis, tangage, lacets), ne laissant à la charge du pointeur que le contrôle général du fonctionnement et les retouches indispensables du fait des variations relativement lentes des éléments correcteurs de tir.

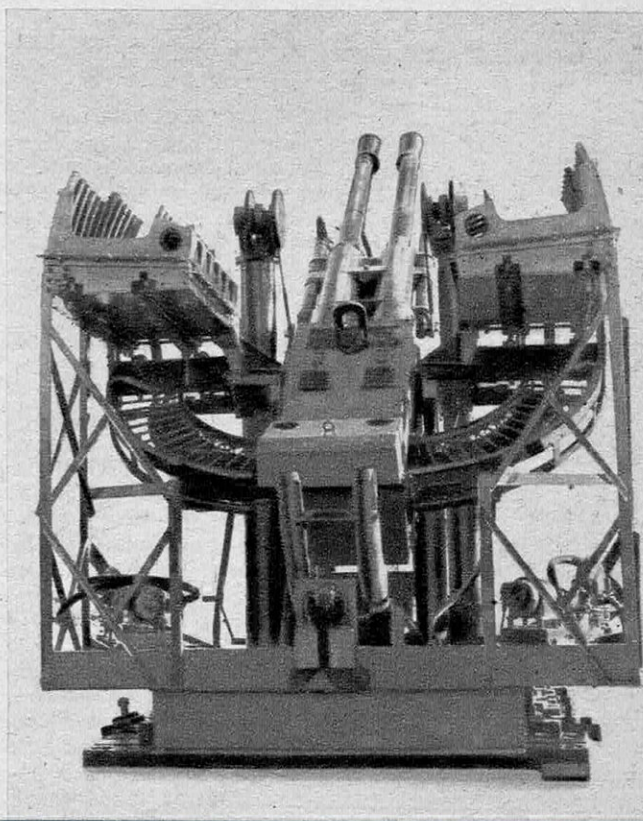
Plus que toute autre installation d'un navire

de guerre, l'artillerie est un ensemble complexe, en perpétuelle évolution. Il serait souhaitable de donner en même temps le maximum d'efficacité au projectile, au matériel qui le tire, et aux installations électriques et mécaniques qui pointent le matériel. Comme toujours il faut admettre un compromis entre des désirs contradictoires. Il n'est pas indispensable d'obtenir des performances extraordinaires, mais il faut des performances raisonnables accompagnées d'un fonctionnement parfaitement sûr. Pour arriver à ce compromis, il faut considérer l'artillerie non comme un but en elle-même, mais en fonction de la tâche assignée au bâtiment qui la porte.

Comme les moyens matériels qui sont mis à la disposition des Forces armées sont forcément limités par la capacité industrielle du pays, il est indispensable de définir pour la Marine les tâches essentielles qu'elle pourra effectivement réaliser avec ces moyens. L'énoncé d'une telle politique donnera le cadre des besoins en armes. Celles-ci devront être étudiées avec le souci d'assurer la standardisation maximum et de rechercher, non pas leur rendement maximum individuel, mais leur meilleur rendement global.



Matériel de 105 mm à plate-forme stabilisée (trois axes de pointage); les mouvements de plate-forme du tireur sont automatiquement compensés.



Matériel de 57 mm Bofors au cours d'essais au polygone. Cette arme est caractérisée par un grand débit et des vitesses de pointages considérables.



# ÉVOLUTION DES FLOTTES DE GUERRE DEPUIS 1939

par Henri LE MASSON

**A**VANT 1939, tous les pays faisaient porter leur effort de construction sur les types de navires du « corps de bataille » tel qu'on le comprenait à cette époque. Les bâtiments de surface armés d'artillerie y occupaient la première place ; les porte-aéronefs peu nombreux n'apparaissaient encore que comme auxiliaires des « capital ships », autrement dit des navires de ligne.

La marine britannique, préoccupée de la menace des sous-marins pour ses lignes de communication, allait, cependant, se lancer dans la construction de nombreux escorteurs. Les 20 premiers **Hunt** (destroyers-escorteurs), les 10 premiers **Bangor** (dragueurs-escorteurs) et les 56 premières corvettes, c'est-à-dire les trois types de bâtiments qui constituèrent une bonne partie des flottilles anti-sous-marines britanniques de 1940 à 1945, avaient déjà été mis sur cale quand éclata le second conflit mondial. Ces bâtiments représentaient environ 80 000 tonnes. De plus, près de 110 chalutiers, achetés ou nouvellement construits, étaient en cours d'aménagement comme patrouilleurs avec **Asdic** (appareil de détection anti-sous-marins) et grenadeurs.

Par rapport aux escadres de 1914-1918, le fait saillant dans la composition des flottes de haute mer de 1939 était le petit nombre de bâtiments de ligne et le grand développement des forces légères. La rapidité et la grande portée des transmissions, l'intervention de l'aviation (embarquée ou non) et des sous-marins, la multiplication des missions incombant à la marine avaient grandement compliqué les problèmes de la guerre navale.

## PENDANT LA GUERRE

De 1939 à 1945, 28 navires de ligne ont bien figuré sur les états de constructions neuves des marines américaine, britannique, allemande, italienne et japonaise, mais à l'exception du **Kentucky** américain et du **Vanguard** anglais, tous avaient été commandés ou commencés avant la guerre. Dans le même temps, par contre, on a armé ou mis sur cale 54 porte-avions de combat, dont une quarantaine commandés postérieurement à 1939, et un grand nombre de porte-avions « légers » ou

d'« escorte », tous lancés depuis 1940. A eux seuls, les Etats-Unis construisirent 1 250 000 tonnes de porte-avions, soit un tonnage équivalent à celui de leur flotte de combat en service au premier janvier 1939.

Depuis 1943 les portes-avions sont devenus l'« épine dorsale » des forces navales.

Remarquons que pour s'adapter aux missions variées qui lui furent demandées, ce type de bâtiment a dû évoluer. A partir de 1943 on distingua les porte-avions de combat, subdivisés eux-mêmes en porte-avions « lourds » (20 000 à 45 000 tonnes) et légers (10 000 à 20 000 tonnes), mais tous également rapides (plus de trente nœuds), et les porte-avions d'escorte qui étaient des bâtiments lents (15 à 20 nœuds) et de déplacement modéré (10 000 à 15 000 tonnes).

Sauf aux Etats-Unis, on construisit assez peu de nouveaux croiseurs pendant la guerre. Par contre, on assista (de même qu'en 1914-1918) à un véritable foisonnement de destroyers et d'escorteurs de toutes catégories. Destroyers d'escorte, sloops, frégates, corvettes etc... apparurent par centaines sur les listes navales.

Les sous-marins connurent également un développement extraordinaire en nombre et plus encore, peut-être, en qualité. Non compris leurs petites unités mono- et biplaces, dont plusieurs centaines furent mises en service de 1943 à 1945, les Allemands ont, à eux-seuls, armé quelque 1 200 U-Boote de type océanique. Mais les Américains, qui se livrèrent à une poursuite acharnée du tonnage marchand japonais, en achevèrent près de 300, tous de 1 500 tonnes, et les autres belligérants suivirent le mouvement dans toute la mesure de leurs moyens.

De toutes les catégories de bâtiments de combat ce sont sans doute les sous-marins qui ont subi l'évolution la plus marquée, grâce surtout aux Allemands (série XXI et type Walter).

Il faut souligner enfin la construction de très nombreux dragueurs — chaque grande marine en lança plusieurs centaines — et d'innombrables vedettes pour les opérations côtières ou dans les mers resserrées (près de 1 500 pour la seule marine anglaise). Les opérations « amphibies » entraînèrent, d'autre part, l'apparition par dizaines de milliers de



**Le Missouri**, un des quatre cuirassés américains de 45 000 t W, est armé de 9 canons de 406 en trois tourelles triples, de 16 canons de 127 AA et de 139 canons de 40 et de 20 AA. Propulsé par des turbines développant environ 210 000 chevaux, il peut filer 33 nœuds et son déplacement en pleine charge approche de 60 000 tonnes.

navires et d'engins de débarquement. Au moment de l'effort final contre le Japon, en 1945, la marine américaine en armait, à elle seule, 54 206, représentant un tonnage global de 2 058 000 tonnes. Encore ce chiffre ne comprend-il pas les transports de haute mer qui étaient des cargos ou des paquebots transformés.

## **LES FLOTTES DE GUERRE EN 1945**

A la fin de la guerre, en 1945, les marines des pays vainqueurs se présentaient donc sous un aspect très différent de celui de 1939.

Elles comprenaient notamment de multiples formations de petits bâtiments de pa-

trouille, de dragage, d'escorte de convoi et de débarquement, auxquelles des porte-avions d'escorte et de nombreuses escadrilles aériennes basées à terre apportaient le précieux concours de l'aviation, tandis que de puissants groupements de choc d'importance variable réunissaient les grands bâtiments de combat accompagnés de nombreux destroyers. Les porte-avions de combat représentaient la pièce maîtresse de ces « task force ». Il est intéressant de préciser l'expansion des principales flottes de guerre pendant cette période.

Le tonnage de la flotte britannique en service, non compris les bâtiments auxiliaires, passa de 1 350 000 tonnes en 1939 à 2 495 000 tonnes en 1945 ; mais dans l'in-



# RÉTROSPECTIVE DES CUIRASSÉS

Ce tableau rassemble un certain nombre de silhouettes évocatrices des principaux types de cuirassés depuis l'apparition de ce bâtiment de combat.

La France fut la première à construire, avec la **Gloire** (1859), un bâtiment de combat à vapeur, fortement protégé et armé en artillerie, dans lequel on s'accorde à reconnaître l'ancêtre du navire de ligne moderne.

Le type français **Patrie**, au début de ce siècle, est représentatif du cuirassé de l'époque avec quatre gros canons de perforation, une artillerie moyenne nombreuse pour hacher les superstructures de l'adversaire, une protection bien comprise. Mais la nécessité de frapper « fort » et « vite » est apparue : il est difficile de régler rapidement le tir avec une artillerie comportant plusieurs calibres; le **Dreadnought** apparaît alors, dont l'armement, en dehors des pièces de défense contre les torpilleurs, est uniquement constitué par dix pièces de 305. De ce cuirassé, achevé en 1906, dérivent tous les bâtiments postérieurs que l'on dotera progressivement de calibres plus gros (340, 356, 380, 406 et même 457), d'une protection sans cesse plus forte et d'une vitesse de plus en plus élevée. Jusqu'en 1936, les accords signés en 1922 à Washington ont limité à 35 000 tonnes le déplacement du navire de ligne; la dénonciation de ces accords permet de construire plus gros encore : la palme reviendra aux Japonais qui ont fait entrer en service en 1941 les deux **Yamato** de 64 000 tonnes armés de neuf canons de 457 en trois tourelles triples. Actuellement, les plus puissants cuirassés à flot sont représentés aux Etats-Unis par le type **Iowa**, en Angleterre par le **Vanguard**, en France par le **Jean-Bart**.



GLOIRE (F., 1859) 5 620 t



DEVASTATION (G.-B., 1871) 9 330 t



INFLEXIBLE (G. B., 1876) 11 880 t



CHARLES MARTEL (F., 1893) 11 882 t



SUFFREN (F., 1889) 12 728 t



DREADNOUGHT (G. B., 1906) 17 900 t



COURBET (F., 1911) 23 500 t



WARRIOR (G. B., 1860) 9 000 t



REDOUTABLE (F., 1876) 9 500 t



NEPTUNE (F., 1887) 10 983 t



BOUVET (F., 1896) 12 205 t

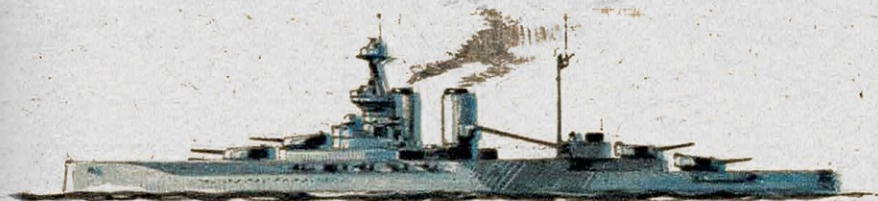


PATRIE (F., 1902) 14 865 t

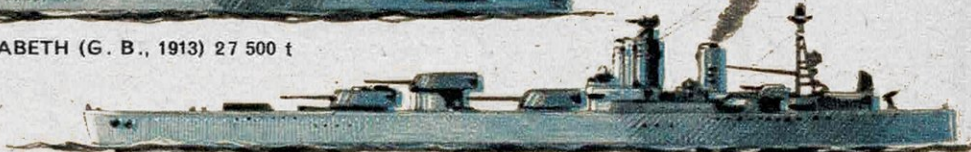


DANTON (F., 1909) 18 000 t

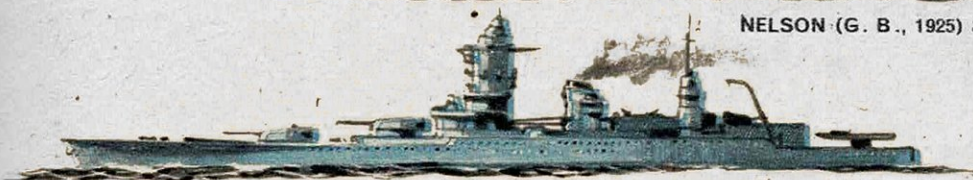




QUEEN ELIZABETH (G. B., 1913) 27 500 t



NELSON (G. B., 1925) 33 500 t W



DUNKERQUE (F., 1935) 26 500 t W



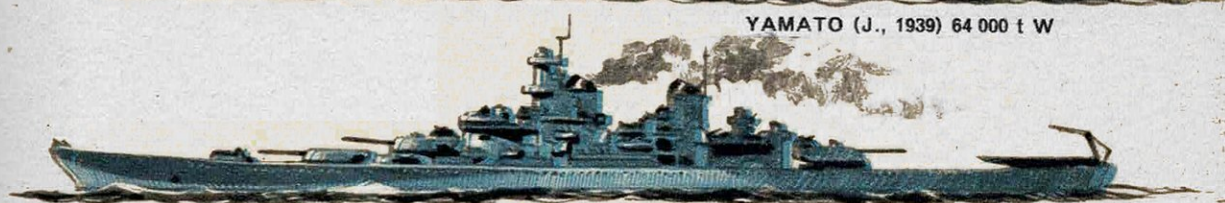
RICHELIEU (F., 1939) 35 000 t W



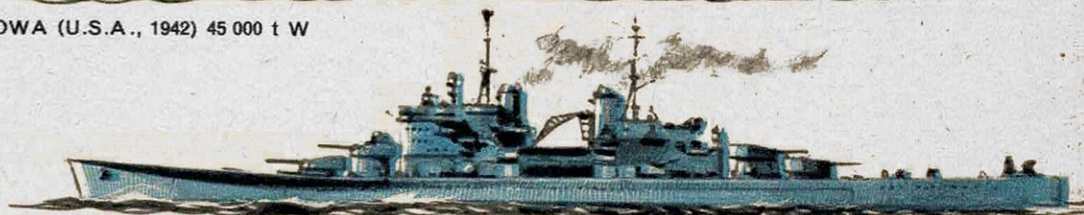
BISMARCK (A., 1939) 42 000 t W



YAMATO (J., 1939) 64 000 t W



IOWA (U.S.A., 1942) 45 000 t W

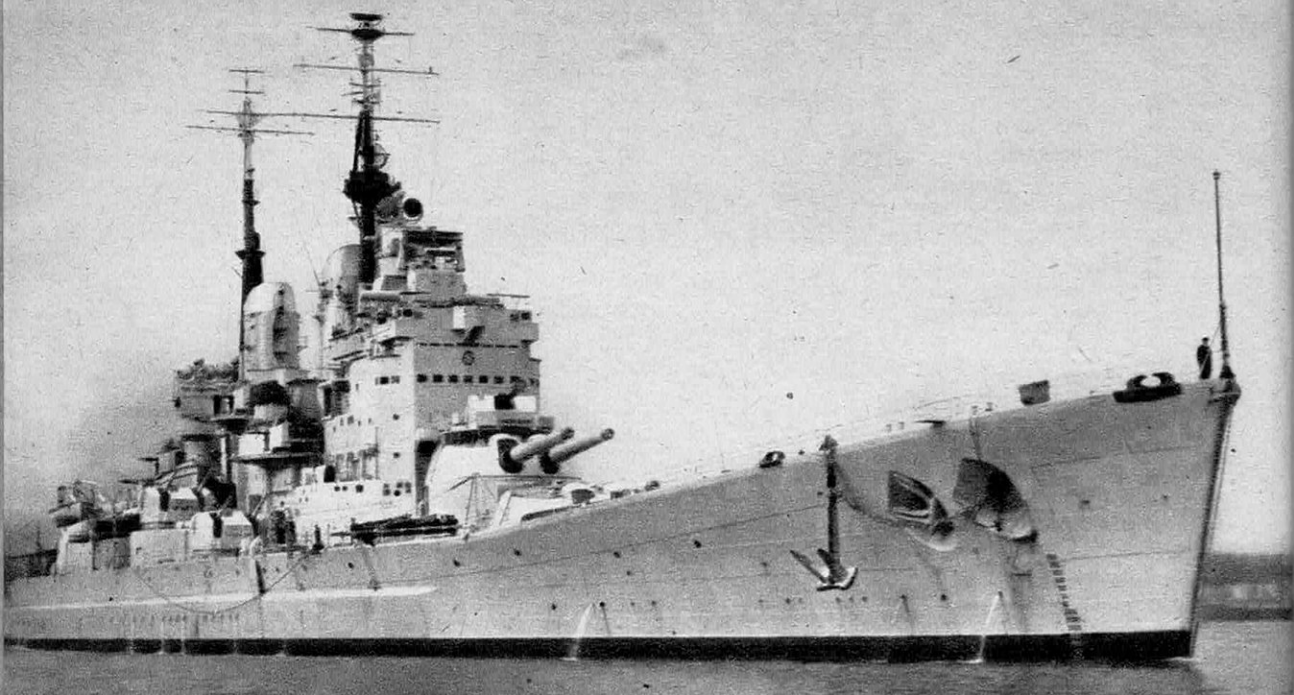


VANGUARD (G. B., 1944) 42 000 t W



JEAN-BART (F., 1950) 35 000 t W



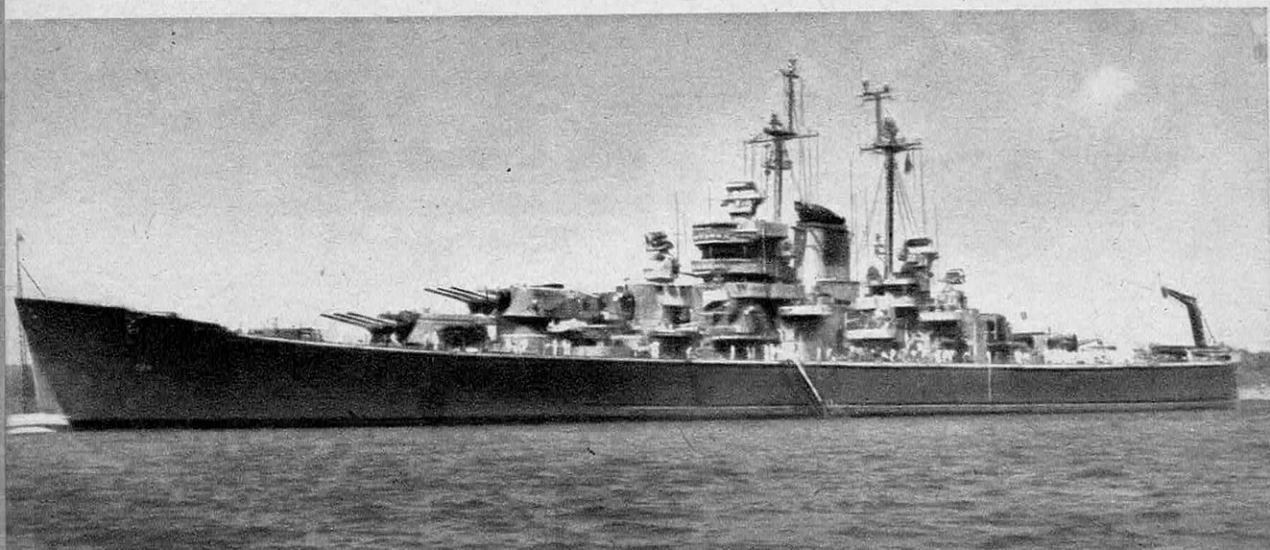


**Le Vanguard** est le seul bâtiment de ligne que les Anglais aient mis sur cale pendant la guerre. Il déplace 42 500 t W. Son armement comprend quatre tourelles doubles de 381 (deux en chasse et deux en retraite), 16 canons de 133 pour la défense antiaérienne éloignée et une centaine de 40 Bofors pour la défense rapprochée.

tervalle elle perdit 1 156 000 tonnes. De son côté, la marine américaine, dont les pertes se sont élevées à un peu plus de 600 000 tonnes, était passée de 1 390 000 tonnes en service à la veille de Pearl Harbour (décembre 1941) à 4 275 000 tonnes au moment de la capitulation du Japon, non compris le train d'escadre et les flottilles de débarquement. Sans arriver à des résultats aussi sensationnels du point de vue du tonnage global, les marines allemandes et japonaises s'étaient, elles aussi, énormément accrues avant leur effondrement. La flotte hitlérienne, qui comptait seulement 214 000 tonnes en service le 1<sup>er</sup> janvier 1939,

disposait encore de 277 000 tonnes le 8 mai 1945, mais, dans l'intervalle, elle avait perdu environ 700 000 tonnes et dans les derniers jours de la guerre, 230 000 tonnes avaient été sabordées. Quant au Japon, entré en guerre, en décembre 1941, avec une aviation navale redoutable, 10 cuirassés, 9 porte-avions, 35 croiseurs, 171 destroyers, 64 sous-marins, il renforça sa flotte en trois ans avec 2 cuirassés, 18 porte-avions, 5 croiseurs, 75 destroyers, 125 sous-marins, soit 225 bâtiments de combat représentant environ 900 000 tonnes auxquels s'ajoutèrent plusieurs centaines de petites unités. Pour mesurer l'expansion véritable des marines

**Le Rochester** est un des trois croiseurs lourds américains de 13 600 t W de la classe « Oregon City » (classe « Baltimore » modifiée). Propulsé par des turbines développant 120 000 ch, il est armé de 9 canons de 203 en 3 tourelles triples, 12 canons de 127 AA, 52 canons de 40 AA, 24 canons de 20 AA et de 4 avions (2 catapultes).



pendant la guerre, il faut enfin tenir compte du développement de leur aviation proprement navale. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, la marine mettait en œuvre quelque 30 000 appareils !

## LES MARINES DEPUIS LA GUERRE

Depuis 1945, les marines ex-belligérantes se sont « dégonflées ». Un peu partout, aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne surtout, on a condamné de nombreux bâtiments qui, sans la guerre, figureraient encore sur les listes navales. Il est vrai que la guerre use terriblement non seulement les hommes, mais aussi le matériel. Les Anglais estimaient, au lendemain du premier conflit mondial, qu'une année de guerre correspondait pour un bâtiment de combat à un vieillissement de quatre années du temps de paix. Quand on connaît le temps passé à la mer, et cela par tous les temps, par certains escorteurs britanniques, au cours de la dernière guerre, et les parcours se chiffrant par centaines de milles marins qu'ils ont accomplis, on ne peut s'empêcher de penser que le vieillissement a dû être plus rapide encore dans leur cas. Une autre cause du "dégonflement" des marines anglo-saxonnes réside dans les cessions qu'elles ont consenties à d'autres marines, moins bien pourvues, de bâtiments dont elles n'avaient plus l'emploi immédiat et qu'elles leur ont vendus ou prêtés. Nous indiquerons, plus loin, en passant en revue les flottes de quelques puissances, comment certaines ont été reconstituées de la sorte.

Bien entendu, les bâtiments conservés ne sont pas tous maintenus armés à effectifs complets, voire même réduits. Le 1<sup>er</sup> janvier 1949, les Etats-Unis n'avaient plus en service que 277 navires de combat principaux et 516 navires auxiliaires, contre respectivement 667 et 1 263 désarmés et « napoléonisés ». Cette

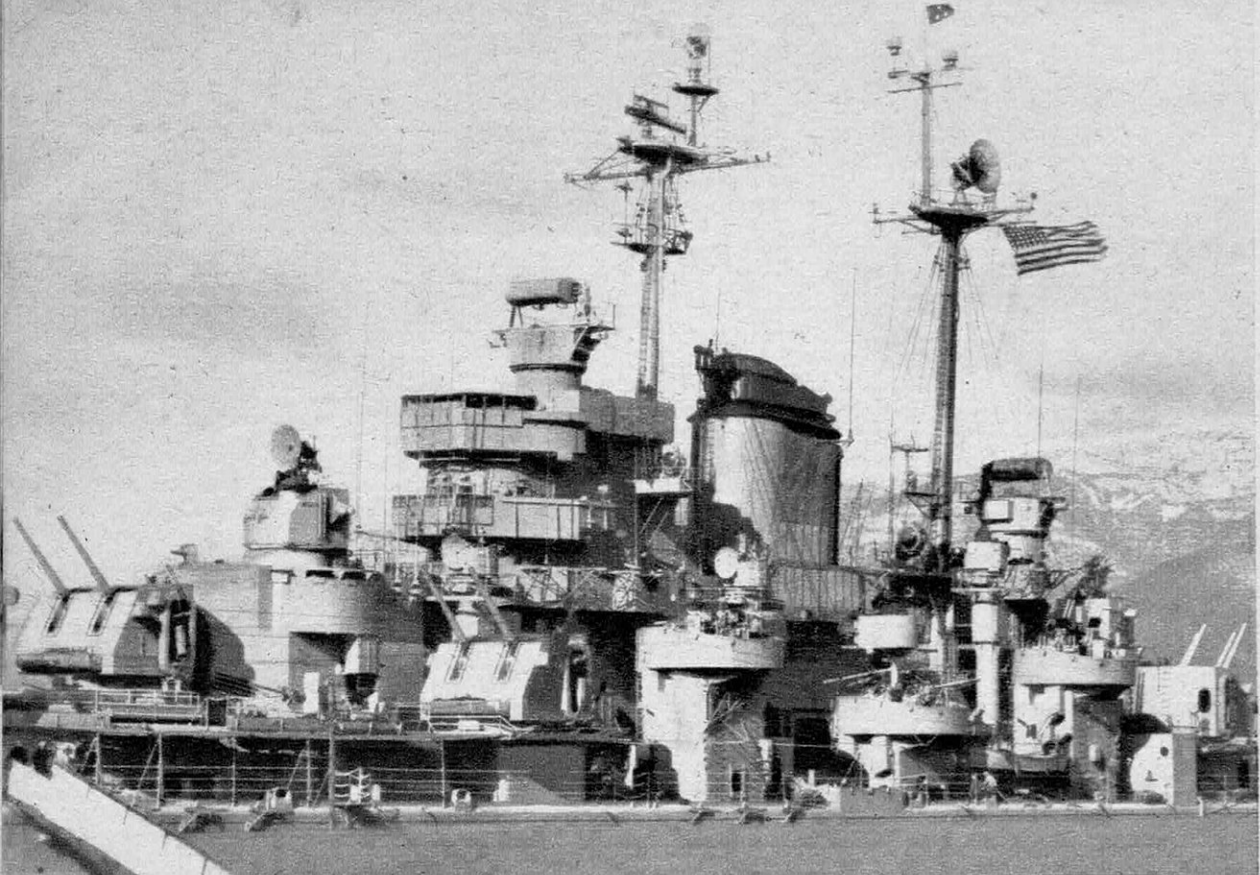
Armada, de très loin supérieure en nombre et en qualité à toute autre dans le monde, est répartie en deux principaux groupements, un dans l'Atlantique comportant 12 porte-avions, 1 navire de ligne, 16 croiseurs, 79 destroyers et 41 sous-marins ; l'autre dans le Pacifique avec 8 porte-avions, 1 navire de ligne, 15 croiseurs, 79 destroyers et 35 sous-marins. On voit que l'« épine dorsale » des deux flottes américaines de 1949 est plus que jamais constituée par les porte-avions et que le navire de ligne s'est complètement effacé devant eux. On observe le même phénomène en Grande-Bretagne.

Indiquons, à propos de ces deux flottes, que le porte-avions de combat lourd y a rejoint le navire de ligne par l'importance de son déplacement : 45 000 tonnes W, alors qu'en 1939 les tonnages de ces deux catégories de bâtiments se situaient aux environs de 20 000 à 27 000 tonnes (porte-avions) et de 35 000 tonnes (navires de ligne). Le calibre de la grosse artillerie du cuirassé est, pourtant, resté le même et l'accroissement du tonnage a servi à renforcer la protection, la vitesse et la DCA. Les croiseurs ont également vu leur déplacement croître jusqu'à 14 000 et même 17 000 tonnes W, suivant qu'ils sont « légers » ou « lourds ». La vitesse paraît s'être fixée aux alentours de 30/32 nœuds pour les grands bâtiments de surface qu'accompagnent des destroyers un peu plus rapides (35/36 nœuds) et dont le déplacement s'est établi, maintenant, aux alentours de 2 300, 2 600 tonnes W. On doit remarquer, par contre, que pour accompagner les convois marchands et surtout pour pouvoir les défendre efficacement contre des sous-marins capables d'attaquer et de se dérober à grande vitesse en plongée (au moins quinze nœuds et bientôt davantage dans un avenir sans doute proche), il faut maintenant prévoir des escorteurs sensiblement plus rapides que ceux de la dernière guerre. Beaucoup ne dépassaient pas 15/16 nœuds, tandis qu'aujourd'hui une

**Le Georges-Leygues** (ci-dessous), le **Montcalm** et le **Gloire**, construits peu avant la guerre, représentent une formule très réussie de croiseurs convenablement armés et protégés et suffisamment rapides, déplaçant 7 600 t W. Leur armement comprend 9 canons de 152 mm, plus 8 de 90 AA, 24 de 40 AA, 16 de 20 AA et 4 tubes de 550 mm.







L'**Albany** est un croiseur lourd américain de la même classe que l'**Oregon City** et le **Rochester**, de 13 600 t W, dont la photographie figure à la page 42. Le déplacement de ces navires, à pleine charge, dépasse 17 000 t.

vingtaine de nœuds dans les conditions les plus défavorables sont un minimum.

La préoccupation d'assurer à la défense antiaérienne la plus grande efficacité s'est traduite dans la flotte américaine par l'apparition de deux nouveaux types de croiseurs mis sur cale en 1944 et 1945, dont l'achèvement a été ralenti pour les doter d'une artillerie principale automatique à tir rapide pouvant également tirer contre avions : 9 canons de 203 mm pour les croiseurs « lourds » du type **Des Moines**, 12 pièces de 152 mm pour les croiseurs « légers » **Roanoke** et **Worcester**. Ces matériels sont nécessairement lourds et compliqués en raison du chargement automatique et de la quantité de munitions qu'ils doivent embarquer ; ces croiseurs, entrés en service il y a quelques mois seulement, atteignent respectivement 17 000 et 14 000 tonnes. C'est comme croiseurs antiaériens, dont la totalité de l'armement sera équipée contre avions, que seront également terminés le croiseur **de Grasse** en achèvement en France, les **Tiger** et **Superb** anglais et les deux **Ruyter** hollandais.

Malgré les quelques bâtiments neufs armés depuis 1945, les flottes de 1949 doivent donc être considérées comme des flottes de transition en attendant des types de bâtiments adaptés aux armes nouvelles, dont la plupart ne sont pas encore au point.

## LA HIERARCHIE DES MARINES EN 1949

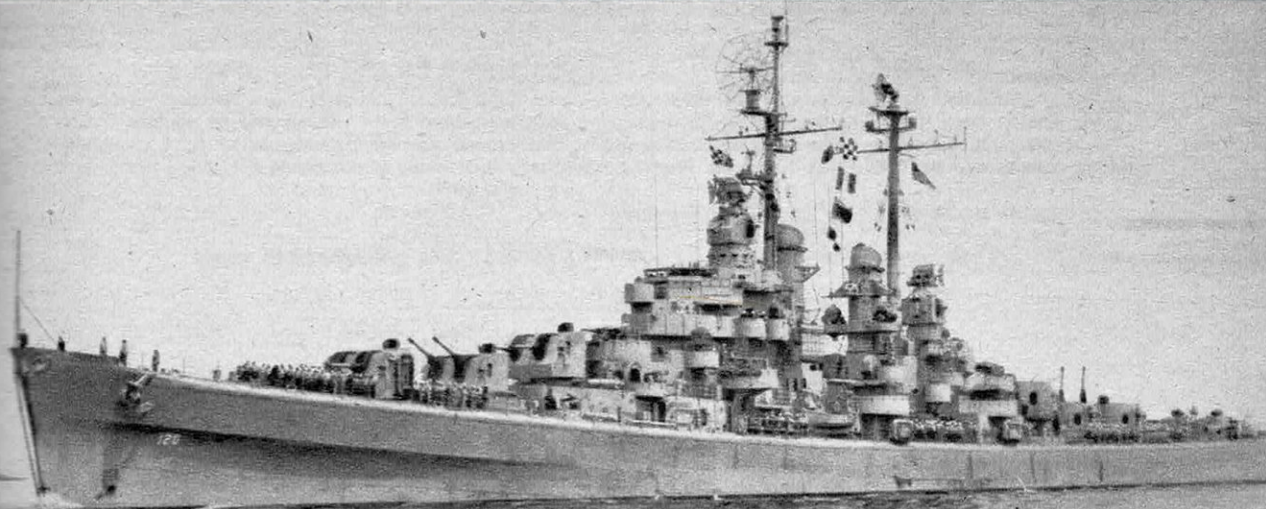
Les marines américaine et anglaise surclassent toutes les autres de très loin, la première surtout. Les marines française, néerlandaise, norvégienne, grecque et turque, ont été remontées grâce à des transferts de bâtiments de provenance américaine, anglaise ou ex-ennemie.

La marine soviétique demeure une des grandes inconnues. Pour apprécier le potentiel maritime de l'U.R.S.S., il faut toujours se souvenir que la flotte soviétique est répartie entre plusieurs théâtres : mer Blanche, mer Baltique, mer Noire, Extrême-Orient, géographiquement très éloignés les uns des autres. Ce sont, en réalité, les forces groupées dans chacune de ces zones qu'il faut apprécier, car on conçoit mal une concentration totale. Sur l'un ou l'autre de ces théâtres, l'U.R.S.S. ne dispose actuellement, comme bâtiments modernes, que de quelques croiseurs, de destroyers et de sous-marins probablement nombreux, mais dont la flottille est en voie de développement selon des formules très modernes, car les Russes ont bénéficié — au même titre que les Américains et les Anglais — d'un certain nombre de sous-marins allemands récents qui leur ont été attribués dans le partage de la flotte alle-





Le « Worcester » est un des cinq grands croiseurs américains achevés depuis la guerre et dont l'artillerie principale permet également le tir contre avions. Le « Worcester », qui déplace 14 000 tonnes à pleine charge, est armé de 9 canons de 152 et de 24 canons de 76, les uns et les autres à chargement automatique. ↑

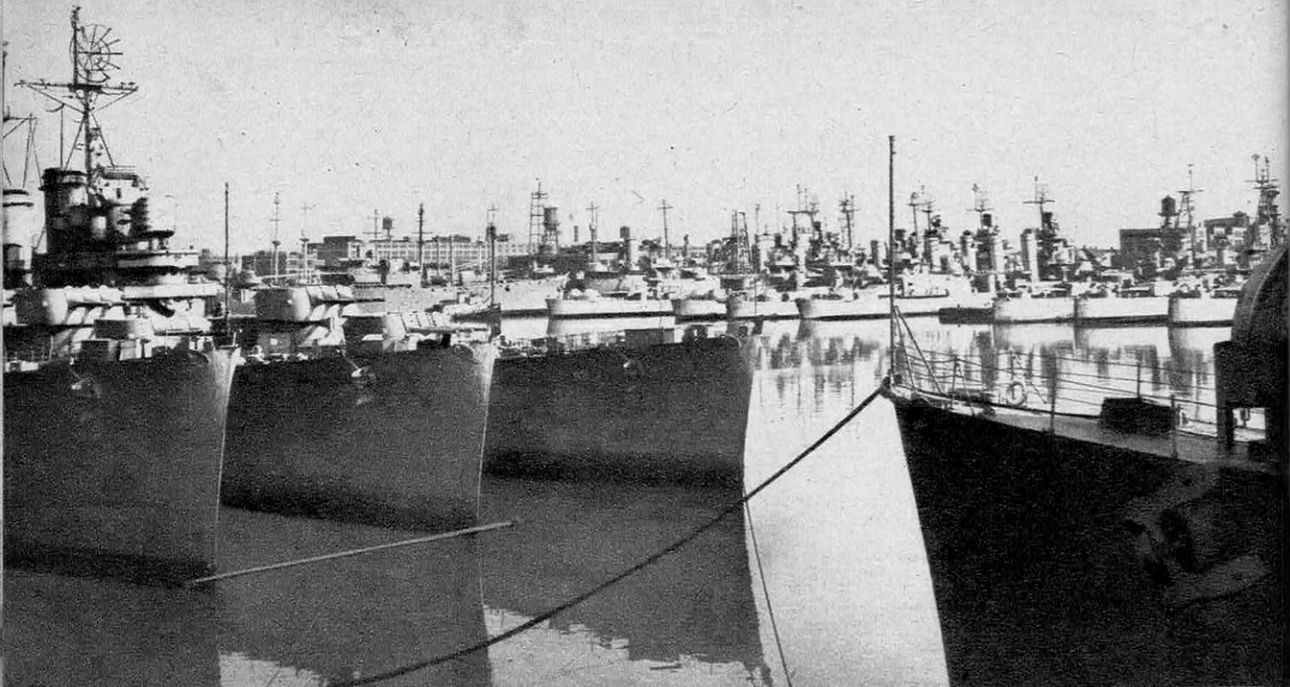


Le « Spokane », croiseur antiavions déplaçant 7 500 t à pleine charge, appartient à une série de onze bâtiments américains entrés en service entre 1942 et 1946. L'armement comprend exclusivement des canons de 127 et de 40 AA. Munis de turbines de 750 ch, ils ont atteint aux essais la vitesse de 38 à 40 nœuds. ↑



L'« Australia », croiseur de bataille de 10 000 t W de la flotte australienne, appartient à la classe « County », type « Kent ». Gravement endommagé en 1945 aux Philippines par les avions-suicides japonais, il a été réparé et refondu en Angleterre. Il porte 8 canons de 203, 8 de 102 AA, 30 de 40 et de 20 AA, 3 avions. ↑





Ne pouvant maintenir armés en temps de paix les innombrables bâtiments du temps de guerre, la marine américaine n'a gardé en service que 277 unités principales (cuirassés, croiseurs, porte-avions, torpilleurs et sous-marins) et 516 plus petits bâtiments. Elle a désarmé respectivement 667 et 1 263 unités de chacune de ces deux catégories. Ces navires, au repos dans sept bases de l'Atlantique, forment la nouvelle 16<sup>e</sup> flotte. Soigneusement entretenus, ils pourraient retrouver leurs possibilités de combat en quelques semaines seulement.

### COMPOSITION DES FLOTTES AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1949

	Etats-Unis	Gr.-Bret.	France	URSS	Italie	Espagne	Pays-Bas	Suède	Norvège	GRÈCE	TURQUIE
<b>Porte-avions</b>											
lourds (plus de 20 000t)	26+2	6+2									
légers (10 000 à 20 000t)	9	8+6	1+1								
escorte	64	1	1				1				
<b>Navires de ligne</b>	15	5	1+1	3	2						1
<b>Croiseurs</b>											
antiaériens	12+4	10+3	+1			1	1+2	3			
lourds (203 mm)	25	6	3	3		1					
légers (152 mm)	33	20	12	10+2	4	4	1	1		1	
<b>Destroyers (plus de 30 nœuds)</b>	346+10	133+14	16	50+	20	16+20	7	21+2	5+1	2	10
<b>Escorteurs (moins de 30 nœuds)</b>											
plus de 1 000 t	227	183	16	5+		14+4	3+6		2	8	
de 500 à 1 000 t	118	178	29+1	60+		7+7	13		12	3	13
<b>Sous-marins</b>	176+14	78	11+3	250+	20	5+6	8	24	5	6	14

\*Le premier chiffre indique le nombre de bâtiments en service ; le second celui des navires en construction.

\*Sont classés croiseurs antiaériens, sans distinction de calibre, tous les croiseurs dont la totalité de l'artillerie peut tirer contre avions.

\*Sont classés escorteurs les bâtiments aptes à l'escorte des convois marchands, quelle que soit leur désignation dans les marines : avisos, sloops, frégates, etc. Les torpilleurs de moins de 30 nœuds sont classés avec les escorteurs.

mande et dont ils ont pu étudier à loisir les caractéristiques. Par contre, la marine soviétique ne dispose à peu près certainement d'aucun porte-avions, et les trois navires de ligne figurant sur la liste de sa flotte, deux en mer Noire, un en mer Baltique, sont « hors d'âge », encore qu'ils aient été plus ou moins refondus.

## LES PROGRAMMES EN COURS

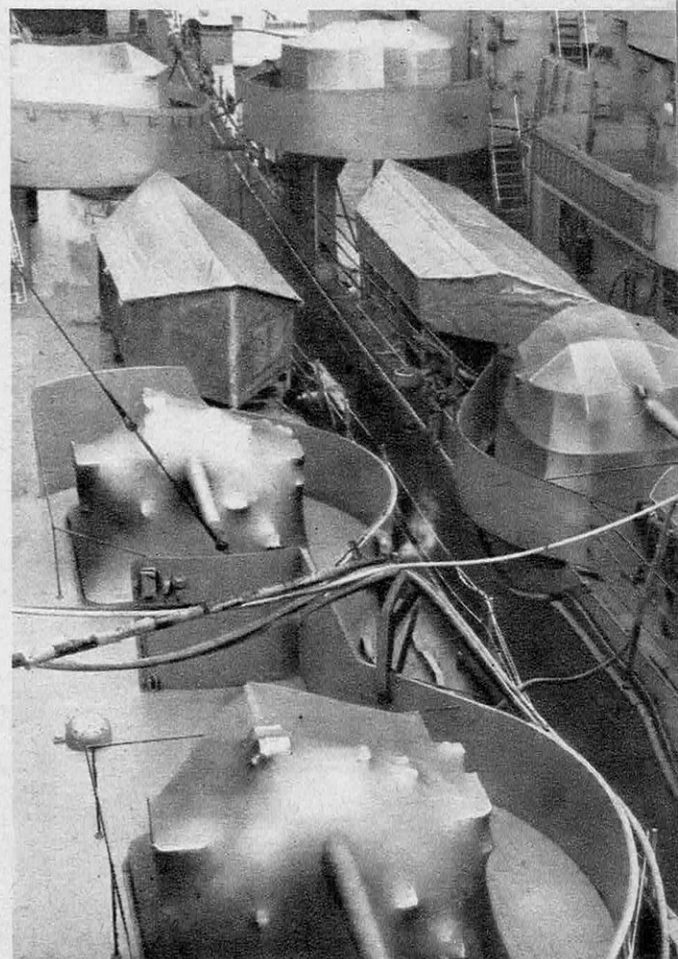
Il est difficile de préciser dans quelle voie vont s'orienter les constructions neuves. Tout au plus peut-on trouver une indication dans les récentes commandes de bâtiments dont la marine américaine, la seule qui dispose actuellement de ressources suffisantes pour entreprendre la réalisation d'un programme un peu important. Un porte-avions de 65 000 tonnes W (80 000 tonnes en pleine charge), soit 20 000 t de plus que les plus grands porte-avions en service (trois **Midway** de 45 000 t W) devait être mis sur cale en 1949, sa longueur étant de 348 m et la largeur de son pont d'envol atteignant 57 m. Il a été étudié pour le transport et le décollage d'au moins 20 gros bombardiers lourds de 50 tonnes à turbopropulseurs.

Trois porte-avions de combat lourds de 27 000 t W, deux en service et un en achèvement, sont en cours de transformation pour recevoir également de tels avions.

Les Américains ont également mis sur cale, pour lutter contre les sous-marins modernes, deux navires spéciaux type **Norfolk** dont on sait seulement qu'ils déplaceront environ 6 000 tonnes et qu'ils seront dotés des armes anti-sous-marines les plus efficaces. Ils vont aussi transformer du point de vue radar, transmissions et aviation, quatre de leurs porte-avions légers pour les aménager en porte-avions anti-sous-marins, et refondre vingt destroyers d'escadre récents de 2200 tonnes W dont six deviendront des « tueurs de sous-marins », douze des « destroyers d'escorte » rapides (plus de trente nœuds) et deux des « porte-radars » c'est-à-dire des bâtiments spécialement équipés d'appareils de veille et de détection antiaérienne pour l'identification à distance de l'ennemi. On a, d'autre part, mis sur cale ou autorisé neuf sous-marins dont la conception tient compte des progrès réalisés dans le domaine de la navigation sous-marine par la construction allemande des derniers mois de la guerre : possibilité de rester presque indéfiniment en plongée, grande vitesse en immersion, etc. Deux seront spécialement aménagés en « contre-sous-marins ». Plusieurs sous-marins en service ont été ou sont en cours de construction, deux comme porte-radars, un

comme « ravitailleur en combustible », un comme « transport de matériel », deux comme « transports de commando », un autre vient d'être équipé pour le lancement des fusées (guided missile submarine). Plusieurs seront équipés pour la navigation dans les eaux polaires.

On voit que l'Amirauté de Washington a voulu commencer le renouvellement de sa flotte par les catégories de bâtiments « escorteurs anti-aériens » et « tueurs de sous-marins » qui lui apparaissent le plus utiles pour l'attaque ou la protection des formations navales : « task forces » et « convois ». C'est à cette dernière préoccupation défensive qu'obéissent les Pays-Bas où l'on veut de mettre sur cale les six premiers des douze escorteurs de surface antiaériens et anti-sous-marins de 2 000 tonnes et 32 nœuds. On sait aussi que, dans la discussion du budget de 1948, M. Joannès Dupraz, secrétaire d'Etat à la Marine, a déclaré qu'il devrait, à bref délai, demander la mise sur cale d'escorteurs rapides destinés à remplacer les torpilleurs hors d'âge de notre flotte. En attendant la mise en route de ce projet, et si l'on excepte quelques unités d'avant la guerre retrouvées sur cale en



Ces canons de 127 AA et ces affûts quadruples de 40 AA des croiseurs américains désarmés **Brooklyn** (à gauche), **Phoenix** (à droite) sont protégés contre l'action de l'humidité par des emballages plastiques.





↑ Le « Herbert J. Thomas », comme tous les destroyers américains construits depuis 1944, atteint le déplacement Washington des contre-torpilleurs français d'avant la guerre. Il déplace près de 3 500 t en pleine charge et file 35 nœuds. Il est armé de 6 canons de 127, 12 à 16 canons de 40 AA, 5 ou 10 tubes de 533 mm.

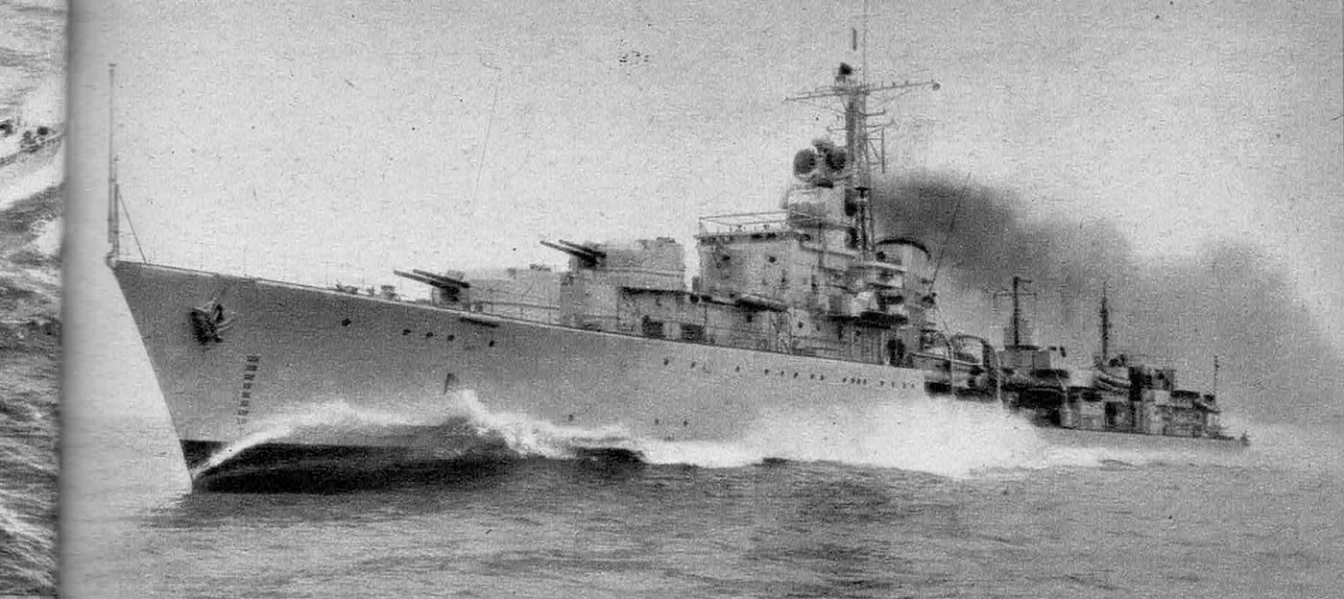


↑ Le « Hank » est un grand destroyer de 2 200 t W. Les U. S. A. envisagent de transformer certains de ces bâtiments en « tueurs » de sous-marins, groupés en formation de chasse autour d'un croiseur et d'un porte-avions léger, et d'en refondre d'autres en « escorteurs » océaniques pour la protection des convois.

1945 et dont on a repris la construction au ralenti (un croiseur, un aviso, trois sous-marins), le seul nouveau navire de combat dont on ait envisagé la mise en chantier en France depuis la Libération est le porte-avions léger **Clemenceau** de 15 700 tonnes et 32 nœuds. Il faut espérer qu'il sera achevé au moment où, la convention conclue avec l'Amirauté britannique prenant fin, nous devons restituer l'**Arromanches** qui nous a été prêté pour cinq ans et qui rend d'indispensables services pour la formation de nos aviateurs marins.

Cette année encore, la marine anglaise ne prévoit aucune mise sur cale. On poursuit seulement en Grande-Bretagne et en Australie l'achèvement d'une trentaine de bâtiments, en majorité des porte-avions et des destroyers commencés en 1944 ou 1945. On refond d'autre part une centaine d'escorteurs parmi les plus récents pour les mieux adapter aux conditions nouvelles de la guerre sur mer, et on continue la mise au point de turbines à gaz qui, après avoir été essayées sur une vedette rapide, seront prochainement expé-





Le destroyer « Alamein » appartient à une série de 24 unités portant des noms de batailles, que la marine anglaise a mis en service depuis 1944. Ces bâtiments qui déplacent 2 325 t n'ont, pour la plupart, pour artillerie principale, que 4 canons de 114 AA, en deux tourelles avant (huit d'entre eux en possèdent cinq).



Le « Crossbow » est entré en service en octobre 1948. La cheminée avant est encagée dans le mât treillis apparu dans la marine anglaise depuis 1943 et qui donne aux bâtiments légers de cette flotte une silhouette très particulière. Son armement comprend 4 canons de 102, 6 canons de 40 AA et 10 tubes lance-torpilles.

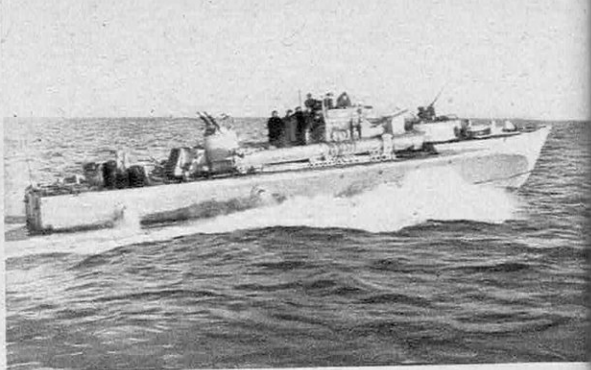
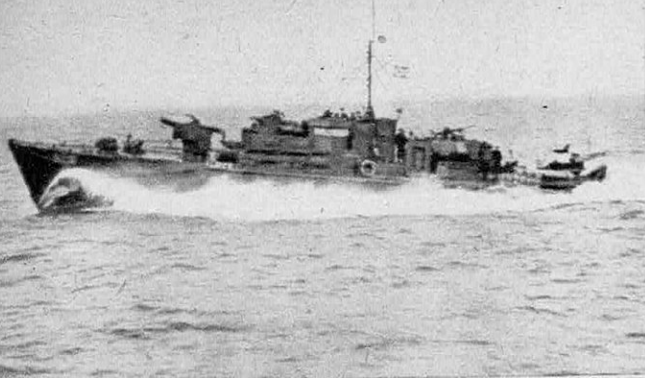
rimentées à bord d'une canonnière rapide de 200 tonnes, puis sur une frégate.

On ne sait rien de précis sur les constructions neuves de l'U.R.S.S. Il y aurait sur cale un navire de ligne de 45 000 tonnes, un porte-avions, quelques croiseurs et destroyers, mais la rumeur publique prête surtout aux Soviétiques l'intention de doter leur flotte d'un grand nombre de sous-marins océaniques.

Bien que les constructions nouvelles aient été peu nombreuses depuis la guerre, plusieurs marines secondaires ont pourtant été

très complètement renouvelées grâce à des transferts de matériels anglais, américain, ou ex-ennemi. L'exemple des Pays-Bas est caractéristique. Ce pays a reçu, depuis deux ans, un porte-avions léger, cinq destroyers, quatre sous-marins, neuf avisos et une quarantaine de dragueurs. De même, la marine hellénique a incorporé un croiseur (ex-italien), dix torpilleurs, quatre corvettes, six sous-marins, vingt-deux vedettes et vingt-cinq dragueurs en majorité d'origine anglaise. Plus récemment, la Turquie, après avoir





Tous les belligérants ont construit pendant la guerre un nombre considérable de vedettes qui se sont livrées à une guerre acharnée le long des côtes et dans les mers étroites. A gauche, une vedette norvégienne de construction anglaise. Conçues par l'Amirauté pour la lutte contre les « Schnellboot », les plus puissantes de ces unités déplaçaient jusqu'à 120 t et étaient mues par des moteurs de 5 à 9 000 ch leur conférant une vitesse en charge de 27 à 35 nœuds ; des canons de 40 ou de 57, des Oerlikons de 20, des mitrailleuses, des fusées et 2 à 4 torpilles constituaient leur armement. A droite, une vedette appartenant à la flotte des Pays-Bas.

récupéré quelques bâtiments commandés en Grande-Bretagne pendant la guerre, vient d'obtenir la cession par les Etats-Unis de deux grands destroyers qui seront suivis prochainement de deux autres et de quatre sous-marins de 1 500 tonnes. Elle s'est procuré, en outre, une douzaine d'escorteurs et plusieurs dragueurs. Dans le Nord de l'Europe, la Norvège a, de même, rénové son matériel au moyen de sept destroyers ex-anglais dont quatre absolument neufs, de cinq sous-marins et d'une vingtaine de petits bâtiments : vedettes rapides et dragueurs.

Il est même arrivé, depuis la guerre, que de nouvelles marines se soient créées de toutes pièces, par exemple la marine de la République Dominicaine, qui n'avait jamais possédé, auparavant, qu'un ou deux petits bâtiments de surveillance sans valeur militaire. En quelques mois, cette République a acheté deux destroyers anglais, trois frégates, cinq corvettes, une quinzaine d'escor-

teurs et de vedettes. A l'échelle des grandes marines, ce n'est pas beaucoup, mais sur l'échiquier politique centre-américain, c'est une force très capable de rivaliser avec celles des républiques voisines les mieux pourvues en matériel.

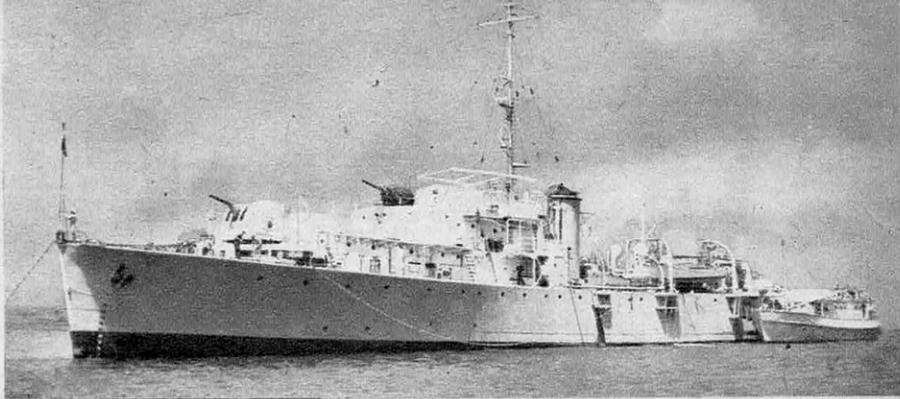
Ce qu'il faut souligner, en terminant cette rapide revue des marines actuelles, c'est qu'aujourd'hui une marine n'est redoutable qu'en fonction de la puissance de son aviation. En 1952, la marine américaine disposera de 14 000 appareils, soit 3 500 de plus qu'actuellement, et tout démontre qu'en Angleterre, en France et aux Pays-Bas, les seuls pays avec les Etats-Unis qui possèdent des porte-avions, on attache à l'aéronavale une importance aussi grande — toutes proportions gardées — qu'aux Etats-Unis. En Grande-Bretagne, rien n'illustre mieux cette évolution de la Royal Navy à cet égard, que le fait que c'est désormais à bord d'un porte-avions que l'Amiral commandant la Home Fleet hisse sa marque.

### TONNAGE EN SERVICE (en milliers de tonnes)

	GRANDE-BRETAG.		ETATS-UNIS		JAPON		FRANCE		ITALIE		ALLEMAGNE	
	1939	1949	1939	1949	1939	1949	1939	1949	1939	1949	1939	1949
<b>Porte-aéronefs :</b>												
Porte-avions	137	250	120	1426	79	—	22	24	—	—	—	—
Transports d'hydravions	12	—	—	—	9	—	10	—	—	—	—	—
<b>Navires de ligne :</b>												
Cuirassés d'escadre	474	182	464	540	301	—	164	70	90	—	108	—
Monitors	20	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
<b>Bâtiments légers de surface :</b>												
Croiseurs lourds	145	—	161	—	107	—	70	—	70	—	—	—
Croiseurs légers	285	793	120	1 744	124	—	84	125	81	—	35	—
Destroyers et torpilleurs	218	—	267	—	151	—	121	—	127	—	57	—
<b>Sous-marins</b>	59	65	80	265	80	—	76	12,5	101	—	43	—

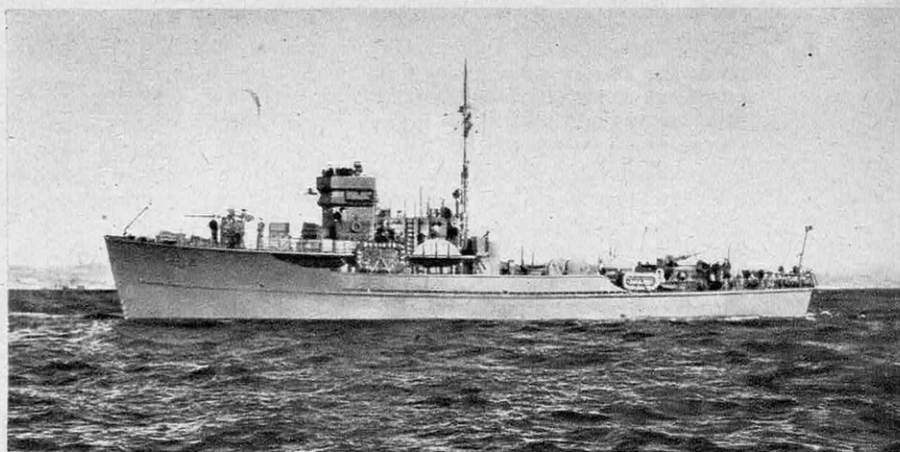
### SLOOP BARCOO

Le sloop-frégate **Barcoo**, de la flotte australienne, appartient au type « River ». Ce type d'escorteur océanique, apparu en 1942, a un déplacement de 1 445 t W (1920 à 2 130 t à pleine charge), est armé de 2 canons de 102 AA, de 6 Oerlikons de 20 AA et de grenades. Une machine alternative à triple expansion de 5 500 ch actionnant deux hélices lui confère une vitesse de 20 nœuds.



### ESCORTEUR PCS 1404

Toutes les marines ont besoin, au cours d'une guerre, de très nombreuses petites unités de flottille affectées aux dragages, à la protection côtière, anti-sous-marin, etc. Les Américains ont ainsi construit pendant la guerre plusieurs centaines de petits escorteurs et chasseurs de sous-marins dénommés PC, PCE, PCS et SC, dont un grand nombre ont été cédés à d'autres marines pendant et depuis la guerre. PCS : dépla. 267 t, 2 diesels de 500 ch, vitesse 14,5 nd.



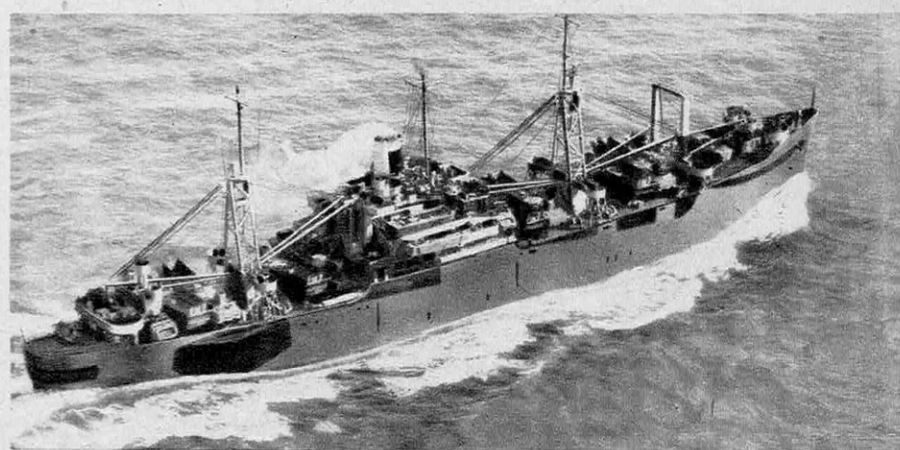
### BRISE-GLACE EDISTO

La Marine et le Coast Guard Service des U. S. A. possèdent plusieurs brise-glace semblables à l'**Edisto**. Ce sont des bâtiments de 6 000 t, longs de 75 m, à propulsion diesel-électrique (6 groupes de 2 000 ch chacun répartis sur trois arbres). L'hélice d'étrave est actionnée par un moteur électrique de 3 000 ch, chacune des deux hélices arrière par un moteur de 5 000 ch, et la vitesse peut atteindre 16 nœuds. La coque double est de construction entièrement soudée.



### TR. D'ASSAUT AKA 60

Pendant la guerre, les U. S. A. ont assuré de nombreux transports de matériel (AK et AKA) et de personnel (AP et APA), au moyen de cargos ou paquebots transformés, ou de bâtiments neufs spécialement aménagés. Les AK et AP relient les Etats-Unis aux bases d'opérations; les AKA et APA (A pour « assaut ») qui embarquaient 20 à 30 chalands automoteurs de débarquement, assuraient les transports entre les bases d'opérations et les plages de débarquement.





# LES PORTE-AVIONS

par le Contre-amiral BARJOT

**D**EPUIS 1942, la suprématie de l'avion embarqué remplace celle du gros canon dont l'avènement datait du temps de Cromwell et de Richelieu. Une révolution analogue vient de se produire sous nos yeux, peut-être à notre insu. Cette véritable révolution aéronavale qui s'est amorcée en 1918 s'est confirmée en 1945. Aujourd'hui, le navire armé d'avions a pris la place prépondérante détenue jusque-là par le navire armé de canons. La période postérieure à la guerre de 1939-1945 consacre en outre la suprématie

du porte-avions dans la lutte contre la terre. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, les progrès de l'aviation basée à terre ne condamnent pas le porte-avions à disparaître, mais au contraire, vont accélérer son développement et le rendre plus nécessaire que jamais pour surmonter la menace de l'aviation continentale. Enfin, il apparaît dès maintenant que les armes nouvelles téléguidées ou supersoniques seront le privilège des navires porte-avions de demain plus que de tout autre type de bâtiment de guerre.





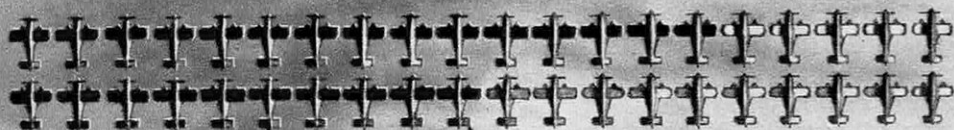
## LE PORTE-AVIONS STRATÉGIQUE

Ce dessin montre la disposition générale du porte-avions de 65 000 tonnes (80 000 tonnes à pleine charge) qui devait être construit aux Etats-Unis, d'après les très rares informations qui avaient été publiées. Il devait être complètement dépourvu de superstructures ; pour assurer la résistance maximum du pont d'envol les ascenseurs étaient disposés latéralement, et non dans l'axe du pont comme sur les porte-avions réalisés jusqu'à ce jour. Il devait permettre l'envol de bombardiers bimoteurs et même quadrimoteurs lourds à grand rayon d'action, pesant entre 25 et 30 tonnes, pouvant emporter de fortes charges de bombes explosives ou atomiques. Il devait s'appeler **United States**.

- |  |   |
|--|---|
| 1. Passerelle de commandement.               | 8. Cheminées rabattables.                 |
| 2. Pont d'envol de 350 mètres.               | 9. Mâts de radio et de radar rabattables. |
| 3. Postes de direction de tir contre avions. | 10. Canons jumelés de 127 mm.             |
| 4. Catapulte.                                | 11. Canons jumelés de 40 mm.              |
| 5. Bombardier porteur de bombes atomiques.   | 12. Canons de 20 mm.                      |
| 6. Bombardier sur le point d'être catapulté. | 13. Radeaux de sauvetage.                 |
| 7. Ascenseurs latéraux pour avions.          | 14. Canots de sauvetage.                  |
|  | 15. Grues et mâts de charge.              |



16 CHASSEURS DE  
PROTECTION DES  
BOMBARDIERS

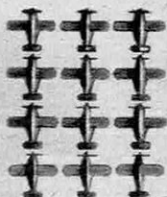


40 BOMBARDIERS  
OU TORPILLEURS

12 CHASSEURS EN  
RÉSERVE SUR LE PONT



L'AVIATION D'UN PORTE-  
AVIONS EN OPÉRATIONS



12 CHASSEURS DE  
PROTECTION DE  
LA FORCE NAVALE

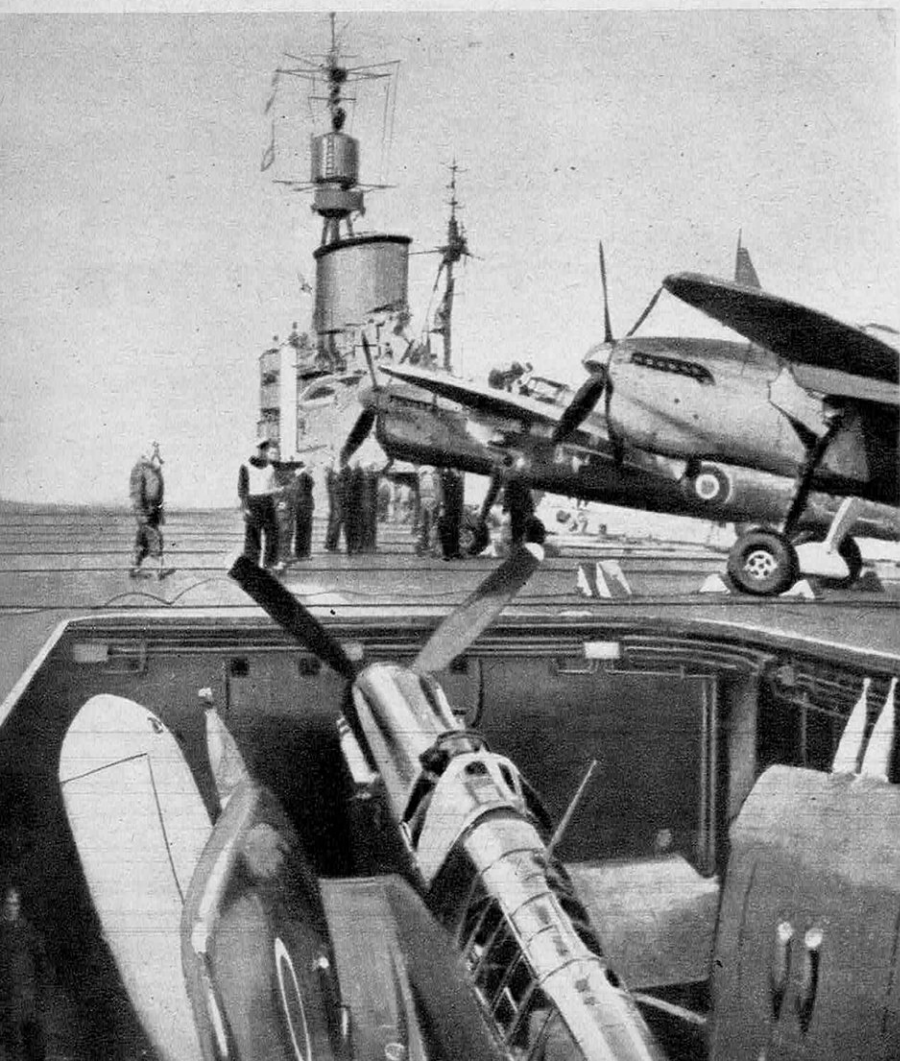
Certains se demandent pourquoi, aujourd'hui, les Marines des États-Unis et de Grande-Bretagne entretiennent des porte-avions, du fait qu'il n'y a plus de flottes de haut bord antagonistes. Les raisons de leur maintien au delà de 1950 ne sont pas strictement navales. Elles résultent de considérations où l'action contre la Terre joue le rôle principal.

Le porte-avions s'est révélé, en effet, apte, par son aviation de chasse embarquée, à

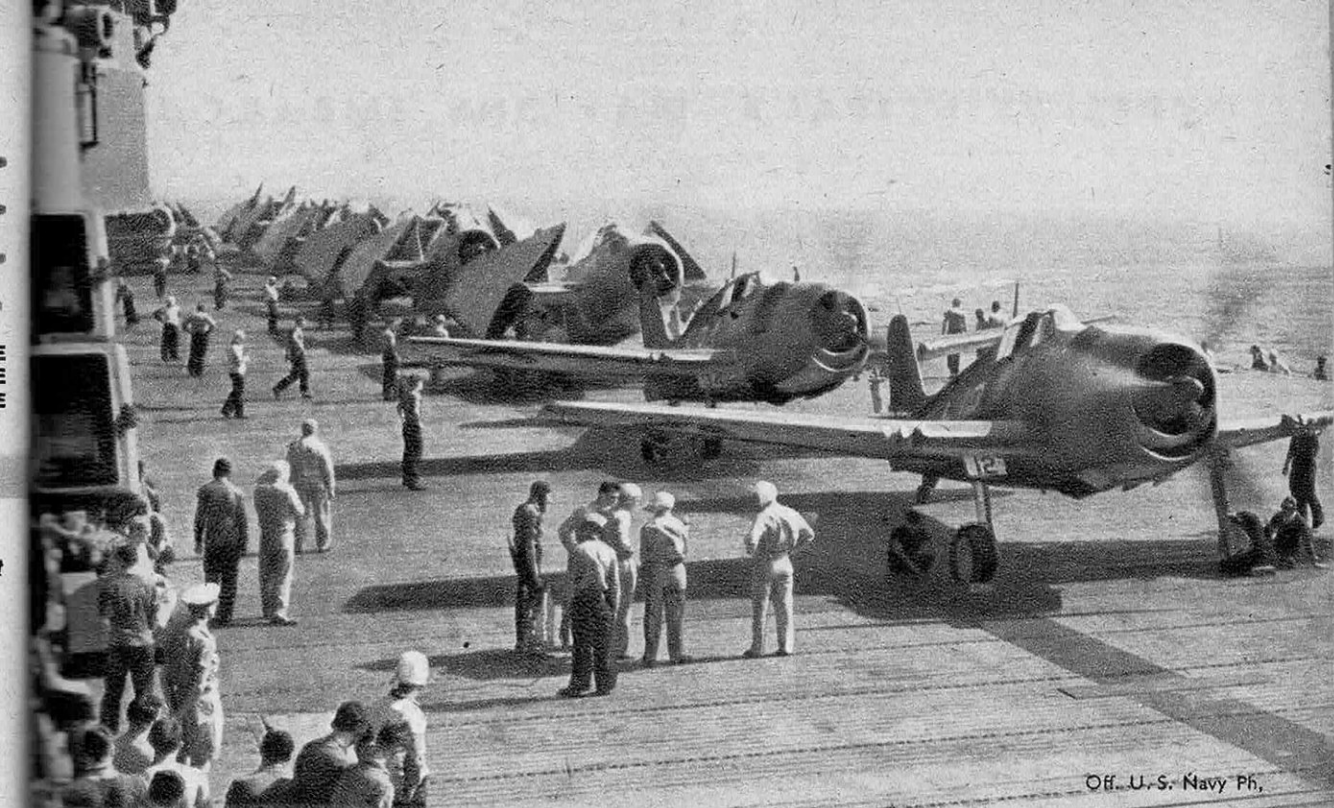
battre l'aviation basée à terre qui lui est opposée. Les performances de l'aviation embarquée sont aujourd'hui les mêmes que celles de l'avion basé à terre. Le porte-avions peut donc repousser les attaques aériennes de l'aviation côtière et attaquer les forces terrestres. L'attaque peut se faire soit en masse, avec peu de profondeur, au moyen de chasseurs-bombardiers dits « avions d'attaque » (ce sera le cas de l'appui aérien des opérations de débarquement), soit s'effectuer en

profondeur au moyen d'avions lourds, porteurs de bombes atomiques ou d'un gros tonnage d'explosifs, ce qui entre dans le cadre de la guerre aérienne stratégique.

Le navire armé d'avions apparaît donc aujourd'hui comme l'instrument de guerre le plus propre à mener la lutte contre une puissance continentale, aussi forte soit-elle en aviation. En outre, si cette puissance continentale réagissait en contre-attaquant les communications maritimes par de l'aviation et par des sous-marins, le porte-avions est également le bâtiment le plus qualifié pour mener la lutte à la fois antiaérienne et anti-sous-marine. Le porte-avions type 1950 est donc une arme d'attaque continentale et de défense maritime. Dans le premier rôle, il intéresse surtout une grande puissance comme les États-Unis; dans le second, il intéresse plus spécialement la France.



← Les ailes repliées, un « Firefly » est élevé sur le pont de l'Implacable (G.-B.).



Off. U. S. Navy Ph.

Les monoplaces de combat Grumman « Hellcat », armés chacun de six mitrailleuses et de deux bombes ou d'une torpille, s'apprêtent à s'envoler du pont d'un porte-avions américain pendant la bataille du Pacifique, en octobre 1943.

## L'AVIATION EMBARQUÉE

### LA CHASSE EMBARQUÉE

Le porte-avions fut, dès son origine (1918), une réaction contre l'aéronautique côtière adverse (à l'époque des Zeppelins qui menaçaient la flotte britannique et bombardaient la Grande-Bretagne).

Avant 1939, cette conception de l'emploi de l'aviation de chasse embarquée contre l'aviation terrestre ennemie avait été abandonnée, car on croyait a priori que l'avion embarqué serait de performances inférieures à celles de l'avion basé à terre, et que par suite il fallait éviter d'engager un porte-avions à proximité de territoires défendus par une aviation hostile. D'après les idées de l'époque, le porte-avions était inutilisable dans les mers étroites ; c'était essentiellement un bâtiment océanique. Cette thèse, que l'Armée de l'Air développait complaisamment, n'a pas résisté à l'expérience de la guerre. Contrairement aux prévisions, l'aviation embarquée s'est révélée capable de tenir tête à l'aviation côtière, et même de la battre sur ses propres aérodromes. C'est ainsi que les Américains ont détruit dans le Pacifique 12 268 avions japonais, dont 11 400, soit 93 %, étaient des avions basés à terre.

L'aviation de chasse embarquée constitue donc l'armement de base des navires porte-avions. Les porte-avions américains s'équi-

pent actuellement de chasseurs à turboréacteurs Mac Donnell F 2 H « Banshee » et Grumman F 9 F « Panther », en attendant l'entrée en scène des Douglas F 3 D « Sky-Knight » et des Chance Vought X F 7 U-1 « Cutlass ».

### LES AVIONS D'ATTAQUE EMBARQUÉS

En battant l'aviation « territoriale » et en obtenant contre elle la maîtrise de l'air au-dessus du rivage, l'aviation des porte-avions permet les débarquements. Ces opérations amphibies exigent des avions d'attaque.

Ces avions d'attaque comportent plusieurs types :

- Contre les navires, bombardiers en piqué, torpilleurs, lanceurs de bombes téléguées, lanceurs de grenades anti-sous-marines et avions armés de projectiles-fusées (roquettes) ;

- Contre des objectifs à terre, des avions à projectiles-fusées. D'ailleurs, la lutte contre l'aviation côtière comporte, non seulement des combats aériens, mais l'attaque sur ses propres terrains afin de la détruire dans ses bases. Un « Air Group » de porte-avions de combat lourd américain, qui compte 100 avions, comprend en gros 40 avions de chasse et 60 avions d'attaque monomoteurs et monoplaces.

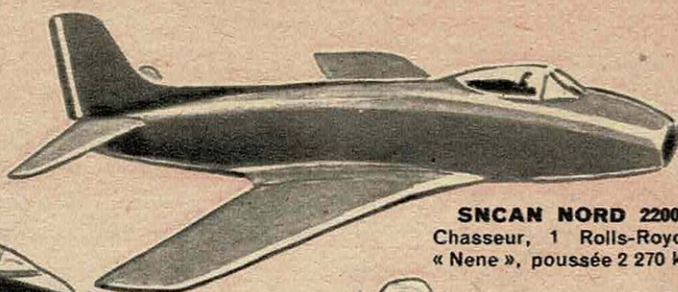


# TYPES PRINCIPAUX D'AVIONS EMBARQUÉS

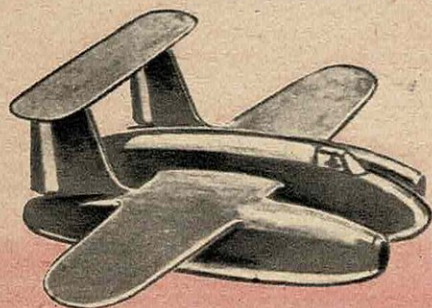
## FRANCE



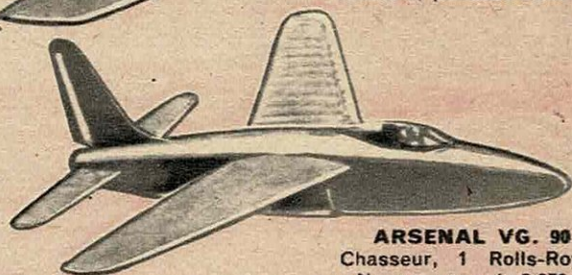
**SNCASO  
SO-8000 « NARVAL »**  
Chasseur, 730 km/heure,  
1 Arsenal 12 H-02, 2 250 ch.



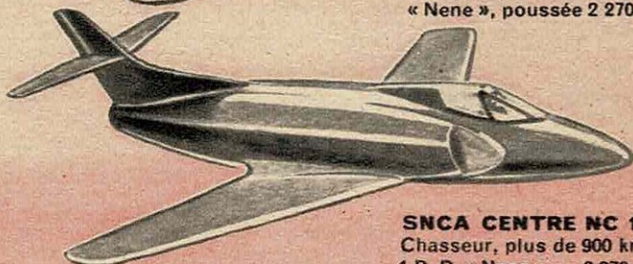
**SNCAN NORD 2200**  
Chasseur, 1 Rolls-Royce,  
« Nene », poussée 2 270 kg.



**SNCA CENTRE NC 1071**  
Bombardier-torpilleur, 2 R.R.  
« Nene », 770 km/heure.

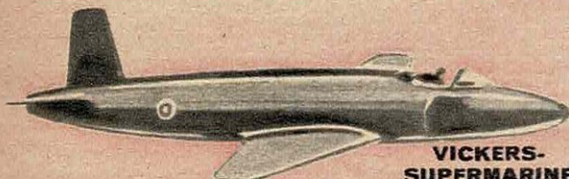


**ARSENAL VG. 90**  
Chasseur, 1 Rolls-Royce  
« Nene », poussée 2 270 kg.

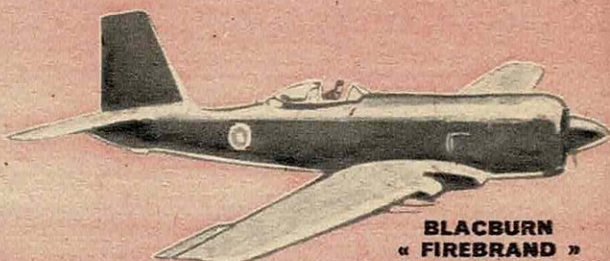


**SNCA CENTRE NC 1080**  
Chasseur, plus de 900 km/h,  
1 R.R. « Nene », p. 2 270 kg.

## GRANDE-BRETAGNE



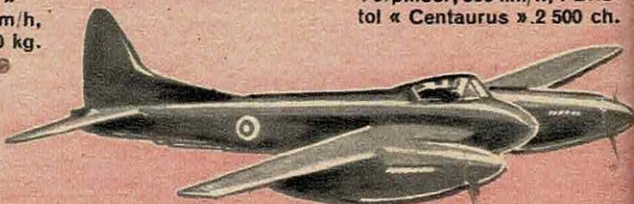
**VICKERS-  
SUPERMARINE  
« SEA ATTACKER »**  
Chasseur monopl., 950 km/h,  
1 R.R. « Nene », p. 2 270 kg.



**BLACKBURN  
« FIREBRAND »**  
Torpilleur, 560 km/h, 1 Bris-  
tol « Centaurus » 2 500 ch.



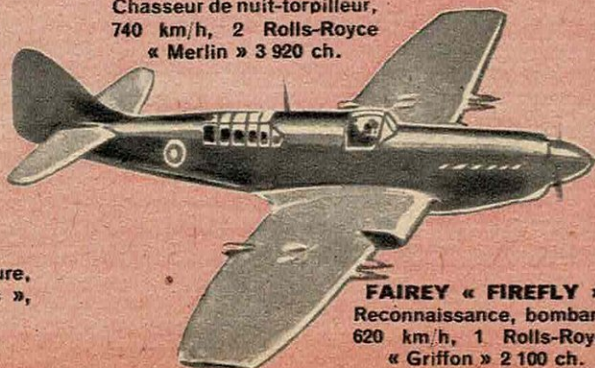
**DE HAVILLAND  
« SEA VAMPIRE »**  
Chasseur, 845 km/heure,  
1 de Havilland « Goblin »,  
poussée 1 360 kilogrammes.



**DE HAVILLAND  
« SEA HORNET »**  
Chasseur de nuit-torpilleur,  
740 km/h, 2 Rolls-Royce  
« Merlin » 3 920 ch.



**HAWKER  
« SEA FURY »**  
Chasseur, 700 km/heure,  
1 Bristol « Centaurus »,  
2 400 ch.

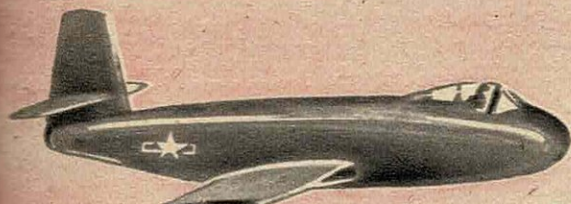


**FAIREY « FIREFLY »**  
Reconnaissance, bombard.  
620 km/h, 1 Rolls-Royce  
« Griffon » 2 100 ch.

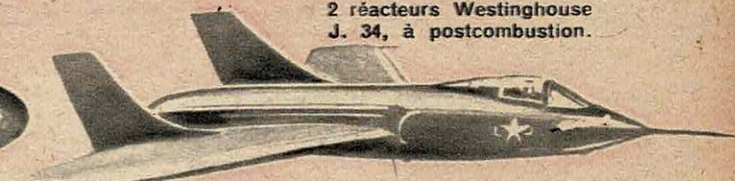


MARTIN « MAULER »

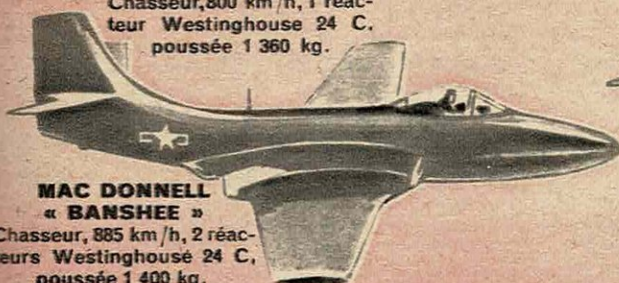
**ÉTATS-UNIS**



**VOUGHT « PIRATE »**  
Chasseur, 800 km/h, 1 réacteur Westinghouse 24 C, poussée 1 360 kg.



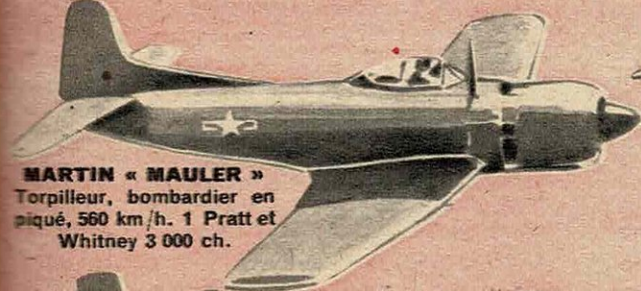
**CHANCE-VOUGHT « CUTLASS »**  
Chasseur, plus de 965 km/h, 2 réacteurs Westinghouse J. 34, à postcombustion.



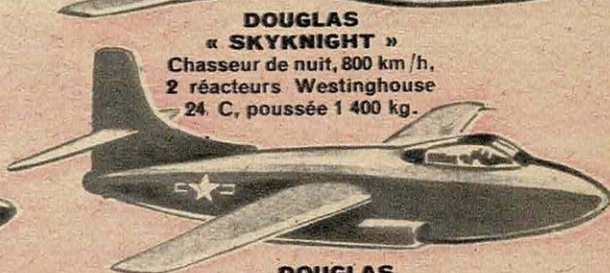
**MAC DONNELL « BANSHEE »**  
Chasseur, 885 km/h, 2 réacteurs Westinghouse 24 C, poussée 1 400 kg.



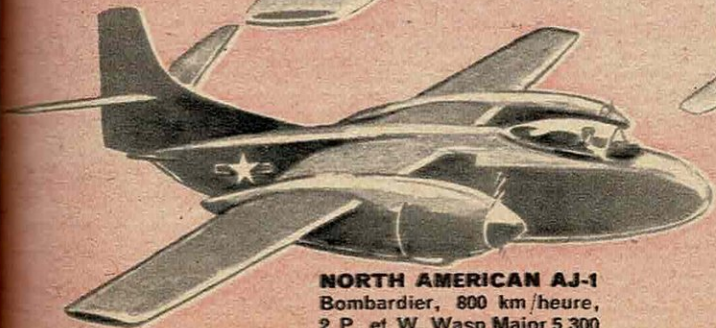
**GRUMMAN « PANTHER »**  
Chasseur, 900 km/h, 1 réacteur Pratt et Whitney « Nene » ou Allison J. 33.



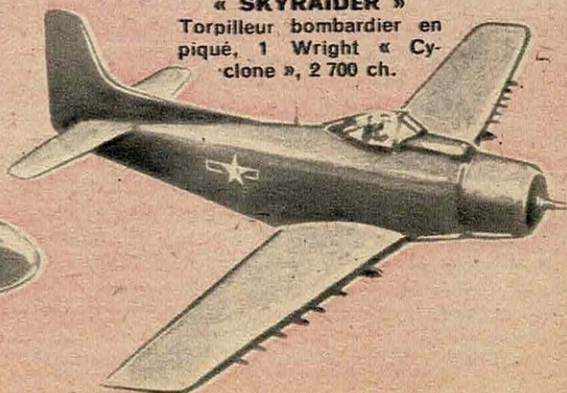
**MARTIN « MAULER »**  
Torpilleur, bombardier en piqué, 560 km/h. 1 Pratt et Whitney 3 000 ch.



**DOUGLAS « SKYKNIGHT »**  
Chasseur de nuit, 800 km/h, 2 réacteurs Westinghouse 24 C, poussée 1 400 kg.



**NORTH AMERICAN AJ-1**  
Bombardier, 800 km/heure, 2 P. et W. Wasp Major 5 300 ch + 1 réacteur Allison J-35.



**DOUGLAS « SKYRAIDER »**  
Torpilleur bombardier en piqué, 1 Wright « Cyclone », 2 700 ch.



PASSERELLE DU C<sup>PT</sup> DE L'AVIATION

PASSERELLE DE NAVIGATION

POM-POM

GRUE MOBILE DE 4-5<sup>T</sup>

POSTE D'AVION ARRIMÉ EN ABOARD

ASCENSEUR

PONT D'ENVOL ET DE PARQUAGE

CATAPULTE

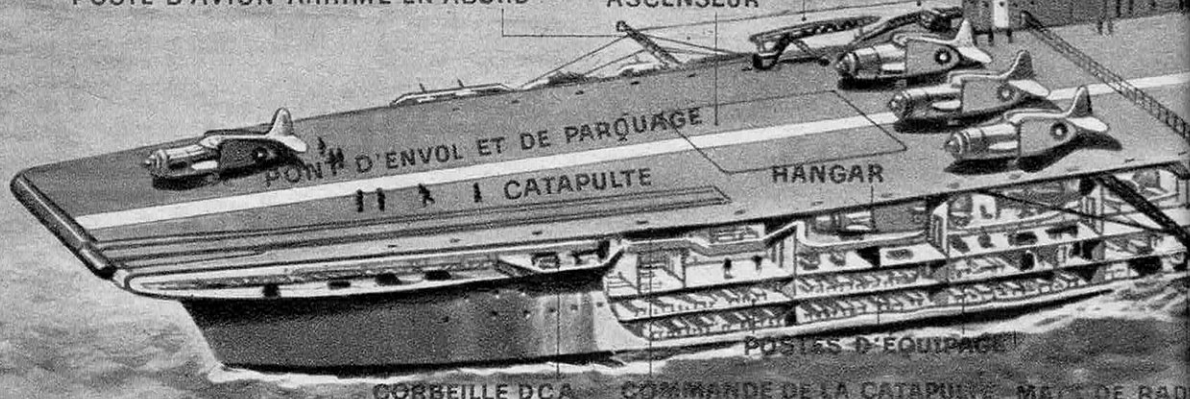
HANGAR

POSTES D'EQUIPAGE

CORBEILLE D'CA

COMMANDE DE LA CATAPULTE

MATS DE RADAR



## L'AVIATION EMBARQUÉE ET LA BOMBE ATOMIQUE

Le tonnage de ces avions d'attaque s'échelonne entre 5 et 10 tonnes. Par contre, le lanceur de bombes atomiques ne peut être qu'un avion lourd en raison des dimensions de l'engin atomique (8 mètres de longueur) et des conditions spéciales de lancement de la bombe qui exigent une navigation très précise en altitude et à grande distance de l'objectif.

Ces avions atomiques ont été jusqu'à présent des quadrimoteurs Boeing B-29 « Superfortress » de 50 tonnes appartenant à l'U.S. Air Force, mais l'U. S. Navy espère, pour les porte-avions, réduire ce tonnage à 35 — 37 tonnes, avec les gros bimoteurs Lockheed P 2 V « Neptune » pouvant emporter 9 tonnes de bombes et qui sont susceptibles de franchir 17 000 km, et même à 25 tonnes avec les North American A J-1 spécifiquement construits autour de la bombe atomique. La mise en œuvre de ces avions lourds exige une adaptation spéciale du pont des porte-avions, en particulier leur élargissement par suppression de l'« îlot-passerelle » et leur renforcement.

C'est ce qui est en cours sur les porte-avions de 45 000 tonnes de la classe « Midway » et sur les plus récents « Essex » dont le tonnage doit passer de ce fait de 27 000 à 34 000 tonnes.

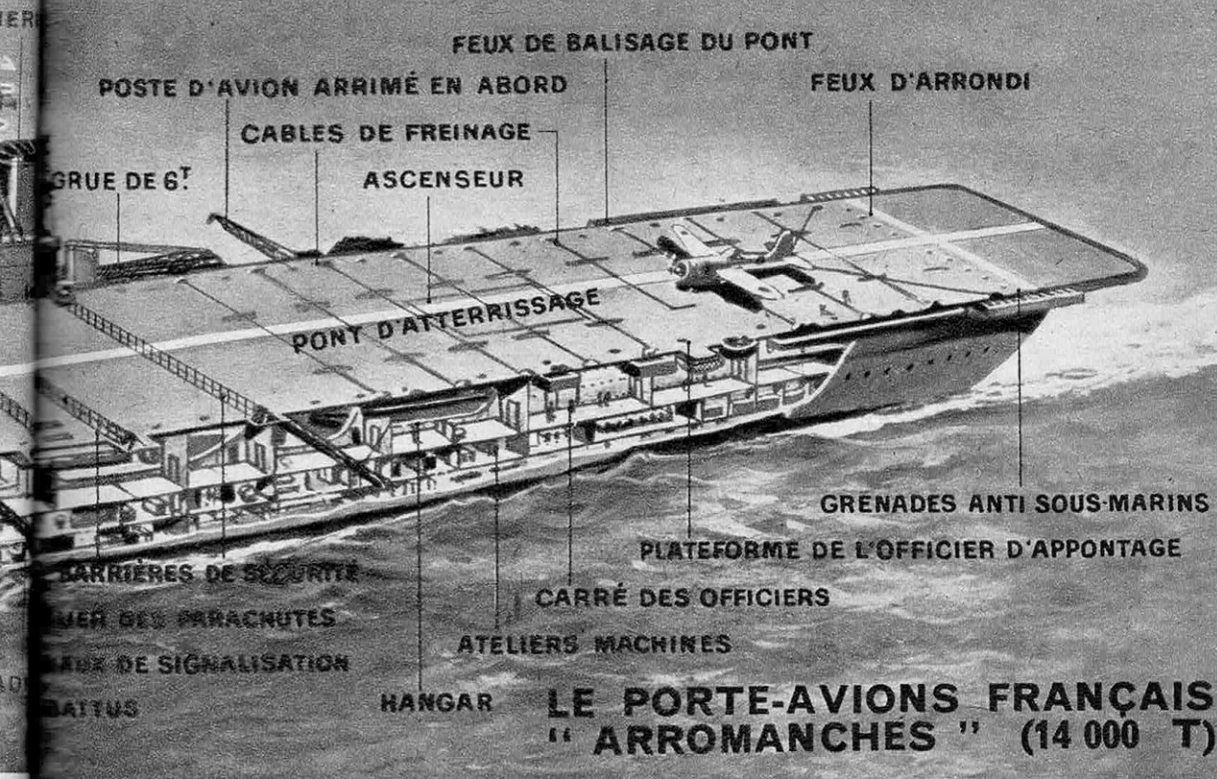
L'avion embarqué, armé de bombes atomiques, est donc du type bimoteur lourd ou quadrimoteur, mais pour tous les autres types d'avions embarqués, la formule du

monomoteur suffit. En outre, autant que possible, l'avion embarqué est monoplace. Les avantages en sont la simplicité et la compacité qui permettent une grande souplesse de manœuvre et concentrent le maximum de feu et d'efficacité dans le tonnage minimum.

## L'AVION LÉGER EMBARQUÉ SUPÉRIEUR EN RENDEMENT A L'AVION LOURD COTIER

Si l'on compare les pourcentages des pertes des navires de guerre dues, d'une part, à l'aviation basée à terre, et d'autre part, à l'aviation embarquée sur porte-avions, on constate que le pourcentage des destructions de grands bâtiments (porte-avions, cuirassés, croiseurs, etc.) dues à l'aviation embarquée est de 35 % et le pourcentage des destructions imputables à l'aviation basée à terre de 14 %. Ces deux chiffres sont dans la proportion de 2,5 à 1. On peut en conclure que, contre des navires de combat opérant à la mer, l'efficacité de l'aviation embarquée est 2,5 fois plus grande que celle de l'aviation basée à terre.

A la bataille de Midway (du 31 mai au 4 juin 1942) furent engagés contre la flotte japonaise quatre Martin B-26 « Marauder » et 32 quadrimoteurs Boeing B-17 « Fortress », soit 36 avions de l'Armée de l'Air en plus des trois porte-avions Yorktown, Hornet et Entreprise (représentant 225 avions embarqués). En outre, l'aviation navale basée dans l'île comptait 40 avions d'attaque. Les trente-deux B-17 et les quatre B-26, en 71 missions, lancèrent 45 % du tonnage de bombes



total, mais ne marquèrent aucun impact direct. L'aviation embarquée sur les porte-avions (225 appareils) obtint 32 coups directs identifiés. L'aviation navale basée à terre (40 avions) obtint un impact. Ces chiffres mesurent, dans un cas concret, le rendement comparé de l'aviation embarquée par rapport à l'aviation basée à terre.

Des expériences américaines ont montré que sur des cibles de moins de 180 mètres de longueur (cas d'un navire) l'efficacité de l'aviation embarquée lançant en piqué était de 16 fois celle du bombardier lourd basé à terre lançant à haute altitude et que la précision de l'attaque d'avions légers sur de telles cibles étroites était 25 fois celle de bombardiers moyens lançant en descente.

Il ne suffit donc pas d'avions lourds pour gagner la guerre sur mer, il faut surtout mettre les bombes au but, sur des buts étroits et mobiles, bien défendus en D.C.A. L'aviation embarquée permet de le faire, parce qu'elle amène les avions à pied d'œuvre, et que ces avions sont petits, compacts et moins vulnérables que des gros porteurs obligés de se tenir à distance ou en altitude.

## L'AVION A RÉACTION, ARME IDÉALE DU PORTE-AVIONS

Demain, les avions à réaction, encore plus compacts, et peut-être débarrassés de leur train d'atterrissage, trouveront sur le porte-avions les catapultes de pont susceptibles de les lancer plus aisément que sur un aérodrome et les « ponts flexibles » capables de les rece-

voir mieux qu'une piste en ciment. Pour l'emploi de l'avion à réaction sur les porte-avions, le problème d'appontage à proprement parler est résolu, mais il reste à résoudre celui du « raté d'appontage », c'est-à-dire des barrières (1). Ce problème se pose en raison de la position actuellement adoptée du pilote à l'extrême avant du fuselage. Il faudra sans doute s'en tenir au dispositif du double réacteur, comme c'est le cas pour le « Banshee », ou placer résolument le pilote plus à l'arrière, ce qui revient, au total, à le mieux protéger. Lorsque ce problème sera résolu, l'avion à réaction sera l'arme idéale du porte-avions.

## LE POIDS RELATIF DE L'AVION ET DU NAVIRE

Il faut compter que 30 000 tonnes de navires sont nécessaires aujourd'hui pour « opérer » 100 avions embarqués de 5 à 10 tonnes chacun. Cette proportion fait 1 avion embarqué pour 300 tonnes de navire, ou si l'on préfère 1 tonne d'avion pour 50 à 60 tonnes de navire. A ce taux, il est possible de fournir à la plateforme navale une vitesse et une protection suffisantes pour que la sécurité de l'ensemble soit assurée. Ce taux de 60 tonnes de navires pour 1 tonne d'avion englobe les données actuelles de la tactique et de la stratégie aéronavales (mobilité de la plate-forme), mais c'est aussi une prime d'assurance suffisante contre la fragilité de la plate-forme.

(1) Voir SCIENCE ET VIE de janvier 1949 sur l'essai de « barrières » spéciales en nylon sur les porte-avions américains pour l'appontage des avions de chasse à réaction North American « Fury ».





Le cerveau du porte-avions est le centre d'informations des opérations aériennes. Grâce au radar, la position de tous les avions amis et ennemis est indiquée et tenue à jour sur un graphique à cercles concentriques et à radiaux.

## LE PORTE-AVIONS AU COMBAT

### LA VULNÉRABILITÉ DU PORTE-AVIONS A ÉTÉ EXAGÉRÉE

Parmi les idées fausses qui régnaient en 1939 en matière de porte-avions, il y a celle de la vulnérabilité du porte-avions. Or, celle-ci a été amplement démentie par les faits. C'est une question de construction. Aucun porte-avions américain de la classe « Essex » n'a été coulé par des bombes entre 1941 et 1945. La perte du *Lexington* en mer de Corail en mai 1942 fut surtout due à des explosions internes d'essence. Dans le détroit de Sicile, en 1941 et 1942, aucun porte-avions anglais n'a été coulé par l'aviation, bien que l'*Illustrious* et le *Formidable* eussent été sérieusement bombardés. Et encore ont-ils été touchés parce qu'ils manquaient d'avions de chasse.

Devant Okinawa, entre le 21 mars et le 23 juin 1945, 4 000 avions japonais ont attaqué désespérément les porte-avions américains, allant jusqu'au suicide des pilotes (kamikaze). Onze bâtiments de la classe « Essex » ont été avariés, mais aucun n'a été coulé. Le porte-avions est resté maître du champ de bataille dans la mer la plus étroite que l'on pouvait imaginer, les eaux inté-

rieures de l'archipel des Riou-Kiou. En fait, en 6 ans de guerre, trois porte-avions seulement ont été coulés par l'aviation basée à terre, et encore ce furent des porte-avions d'escorte aux Philippines, ou très légers qui furent soumis au régime exceptionnel des attaques suicides. Certes, le porte-avions craint l'incendie plus que tout autre bâtiment de combat, en raison de l'essence qui alimente ses armes : les avions. Mais, demain, lorsque l'avion à réaction aura remplacé l'avion à moteurs à pistons, un combustible non inflammable aura remplacé l'essence aviation, et le porte-avions sera sensiblement moins vulnérable qu'il ne l'a été au cours de la dernière guerre.

### LES FLOTTES DE COMBAT 1949 SONT A BASE DE GROUPES DE PORTE-AVIONS

Avant 1939, on considérait que le porte-avions était l'auxiliaire d'une escadre de navires armés de canons. Le porte-avions était lié rigidement à la ligne des cuirassés dont il était le serviteur. Cette notion a complètement disparu au cours de la dernière guerre.



Dès 1939, la poursuite de l'**Admiral Graf Spee** fit naître le tandem « cuirassé — porte-avions ». Cette combinaison du porte-avions d'éclairage et du cuirassé vint à bout du **Bismarck** en mai 1941. En 1942, grâce au désastre de Pearl-Harbour, le porte-avions s'émancipa et devint la pièce maîtresse des opérations. Le premier exemple en fut la **Task Force** aéronavale de l'Amiral Halsey, composée d'un porte-avions, de croiseurs et de destroyers. Cette formule permit de gagner les batailles aéronavales de la mer de Corail et de Midway. Puis, en 1944, l'Amiral Mitscher réalisa les **Carrier Task Groups**, c'est-à-dire les Groupes de Porte-avions. Cette formule permit de gagner les deux batailles des Philippines et de conquérir les îles du Pacifique.

Le **Carrier Task Group** américain, type 1949, se compose de 4 porte-avions lourds portant au total 400 avions et entourés de 6 à 8 croiseurs et de 18 à 24 destroyers réunissant au total de l'ordre de 1 500 pièces de D.C.A. Quelle aviation côtière pourrait venir se mesurer à pareille escadre aéronavale ? Par exemple, un groupe de 4 porte-avions de 1945 était défendu par 236 pièces de 127 mm, 726 pièces de 40 mm et 660 canons de 20 mm, au total, 1622 canons antiaériens capables de tirer 6 000 obus en une seconde, soit 200 tonnes de métal par minute.

En regard de cette concentration de feu, il y aura la dispersion des cibles. La formation, espacée sur des distances de 1 500 à 2 000 mètres, donne 1 hectare de but-navire pour 800 hectares d'eau, ce qui correspond à une densité des cibles de l'ordre de 1,25 pour cent. On s'explique que contre de tels objectifs, d'ailleurs mobiles, le bombardement

horizontal en altitude soit inefficace et que le gros avion soit repoussé par la densité du feu.

En résumé, l'aviation embarquée représente un maximum de concentration de chasseurs, d'avions d'attaque, de radars et de D.C.A., c'est-à-dire le maximum de puissance d'attaque dans le maximum de feu pour sa propre défense et le minimum de cibles, et cet ensemble **offensif-défensif** se déplace à la surface de la mer avec le maximum de mobilité.

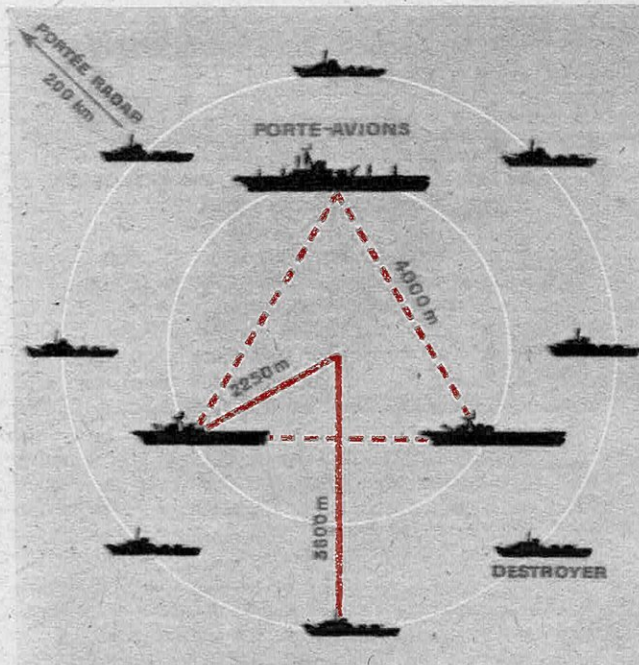
Les **Carrier Groups** donnent la possibilité de concentrer en un point donné du rivage, en profitant de la surprise, le maximum de forces aériennes embarquées, en nombre supérieur aux forces aériennes côtières. Cette force mobile transportera avec elle sa supériorité aérienne offensive et défensive. A 25-30 nœuds elle fait 1 000 km par jour. Imaginons une telle force aéronavale surgissant un matin devant Cherbourg, le lendemain devant Bordeaux, le surlendemain devant le Havre ou devant le Maroc. Quelle force aérienne basée à terre pourrait intervenir ?

Les « Groupes de porte-avions » constituent aujourd'hui l'arme la plus efficace d'attaque contre la Terre. Ajoutons à cela le porte-avions à bombes atomiques.

Protégé par la chasse des **Carrier Groups**, ce porte-avions « stratégique » pourra pénétrer dans les mers étroites, même dans celles qui s'enfoncent le plus profondément à l'intérieur des continents, pour se rapprocher de ses objectifs. Ainsi, paradoxalement, le porte-avions que l'on croyait en 1939 relégué au rang de bâtiment « océanique », devient au contraire, en 1949, un « bâtiment de mers étroites ».

## FORMATION TACTIQUE D'UNE FORCE AÉRONAVALE CONTRE UNE ATTAQUE PAR BOMBE ATOMIQUE

Ce schéma correspond aux manœuvres aéronavales qui se sont déroulées entre la Marine et l'Air Force américaines dans la mer des Antilles, en février 1949. La formation aéronavale était composée de 3 porte-avions, dont le **Franklin-Roosevelt**, et de 8 destroyers. Les 3 porte-avions étaient disposés en triangle équilatéral sur un cercle de 2 250 m de rayon, et les 8 destroyers répartis sur un cercle de 3 600 m de rayon. L'attaque atomique fut menée par 3 Lockheed P2V « Neptune » escortés par 4 Grumman F7F « Tigercat ». Elle fut précédée d'une feinte par avions quadrimoteurs Consolidated PB4Y-2 « Privateers » volant à 1 800 m, lançant à distance des bombes planantes radioguidées et émettant des « window » pour brouiller les radars des porte-avions. Cette feinte n'aurait pas réussi sans la précipitation avec laquelle l'aviation de chasse du porte-avions, qui patrouillait à 5 600 mètres, fut dirigée sur les « Privateers ». L'arbitrage a estimé que les « Neptune » avaient pu lancer leur bombe atomique et que le **Franklin-Roosevelt** avait été gravement endommagé. On peut supposer que si, au lieu du **Franklin-Roosevelt** de 45 000 t, la défense avait disposé de trois porte-avions de 15 000 t convenablement échelonnés, les pertes de cette formation auraient été réduites d'un tiers,





Porte-avions de combat de la flotte britannique : ► au premier plan, un type « Illustrious » de 23 000 tonnes, vitesse 31 nœuds, armé de plus de 60 avions.

## LE PORTE-AVIONS LÉGER DE COMBAT

De même que parmi les bâtiments classiques armés de canons on distingue des cuirassés et des croiseurs, de même le porte-avions de combat comprend des porte-avions de combat lourds et légers. C'est sur ce dernier type que nous insisterons spécialement car c'est lui, pour une marine de moyenne importance, qui se révèle le plus utile, aujourd'hui où les flottes de combat adverses ont plus ou moins disparu.

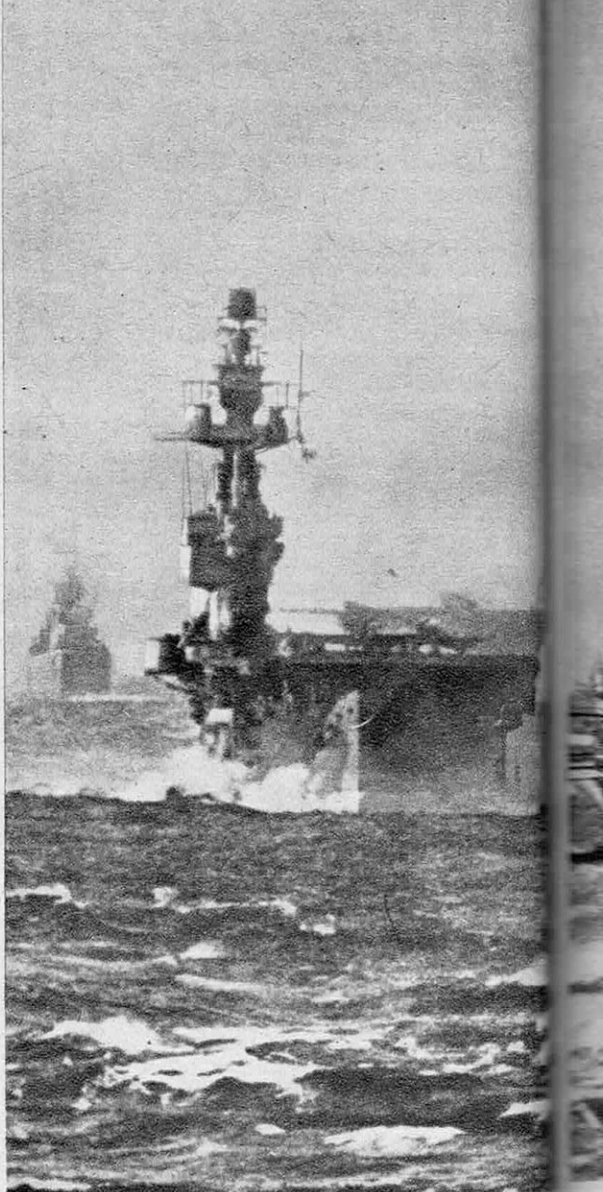
Ce type de porte-avions est une innovation britannique de 1945, dont le **Colossus**, devenu notre **Arromanches**, est le prototype. Seize bâtiments de ce genre sont construits ou en achèvement dans la Royal Navy, classe « Ocean » de 15 000 tonnes et classe « Hermes » de 18 500 tonnes. Notre futur porte-avions 28, le **Georges-Clemenceau**, se rattache à cette dernière classe.

Le porte-avions léger de combat, ou **Light Fleet Carrier**, a un rôle antiaérien et anti-sous-marin. En outre, il est tout à fait adapté aux opérations mineures contre la terre (appui aérien ou police d'outre-mer). C'est un type de bâtiment moderne, essentiel à la protection des routes maritimes. En pratique, il répond aux multiples missions dévolues autrefois aux croiseurs. C'est pourquoi la marine britannique est en train de remplacer sa classique flotte de croiseurs par une de **Light Fleet Carriers**.

## LA DÉFENSE ANTIAÉRIENNE DES CONVOIS

L'emploi de l'aviation de chasse embarquée de jour a été consacré par la guerre à partir de 1942. Il est maintenant bien au point. En outre, le porte-avions dispose, pour l'interception des raids aériens, d'un P.C.-Opérations remarquablement équipé, dit C.I.C.A. où l'on peut suivre avec précision l'itinéraire des avions amis et ennemis dans un rayon de 150 milles nautiques, soit 250 kilomètres. Pour les distances supérieures, l'alerte est donnée par des **picket-radar ships** qui sont soit des destroyers spécialement équipés, soit des sous-marins radars. En outre, des avions radars spéciaux dits **early warning** prolongent autour de la force navale le réseau de détection. On ne peut envisager aujourd'hui la protection d'un convoi sans un tel système aéronaval.

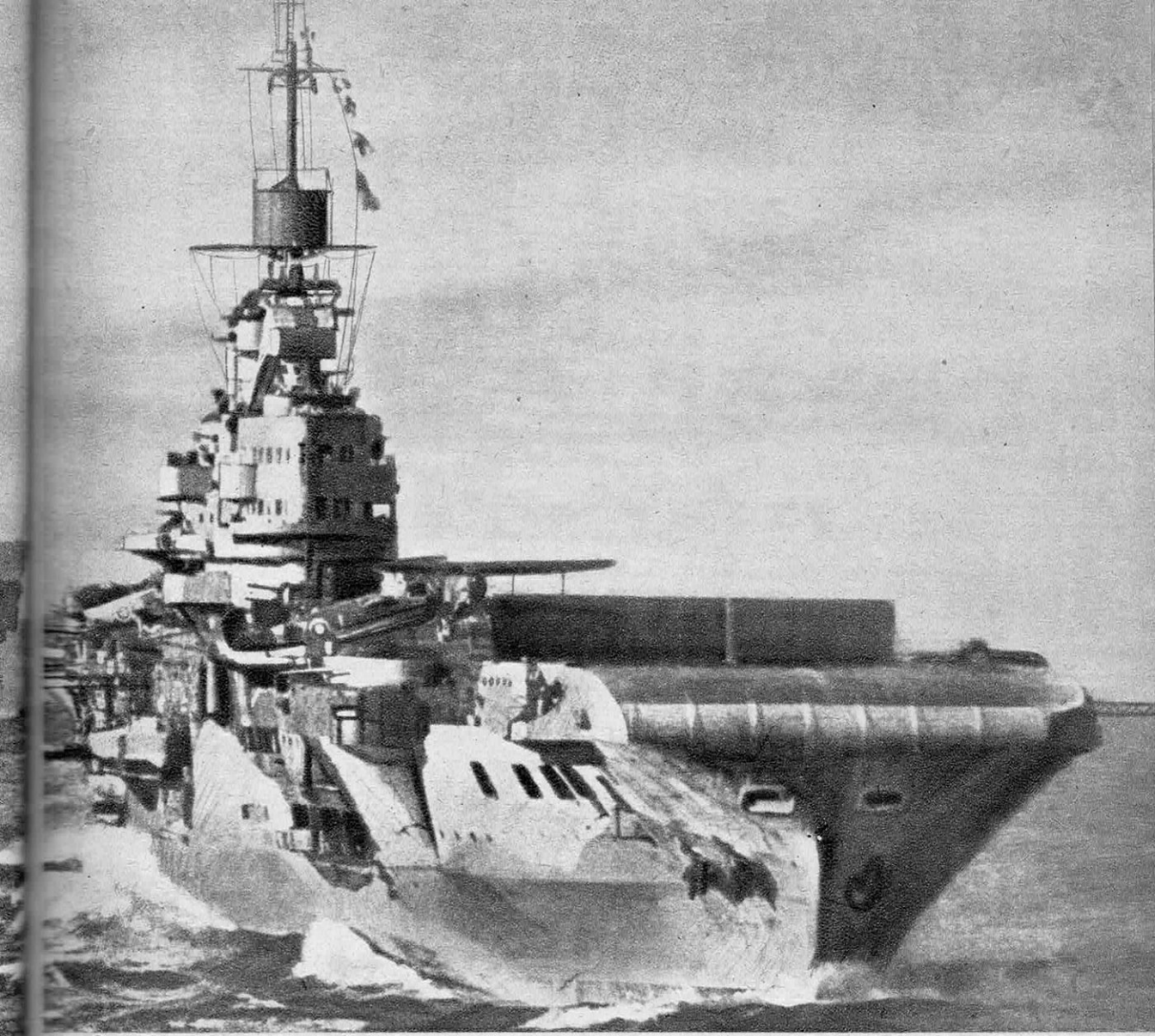
L'emploi de nuit de l'aviation embarquée a été inauguré en 1944-1945. Il est actuellement courant dans les marines britanniques et américaines où la plate-forme est équipée



d'un éclairage discret spécial, d'un « glide-path » lumineux et de phares radars appropriés. On peut donc aujourd'hui protéger les convois à la mer, de jour comme de nuit, contre les attaques de l'aviation côtière.

La protection aérienne est plus difficile contre les avions lanceurs de bombes atomiques (lancement à très haute altitude, de l'ordre de 6 500 m) ou d'engins téléguidés (lancement à très grande distance).

Pour protéger un convoi ou une force navale contre la bombe atomique dont le rayon d'efficacité est de 1 800 m, il faudra distendre le convoi, prendre entre navires un écart supérieur à 2 000 m. Cette dispersion impliquera peut-être plusieurs plate-formes anti-aériennes, et, par suite, deux ou trois porte-avions de 15 000 tonnes au lieu d'un de 45 000 tonnes. D'où l'avantage des porte-avions légers pour la défense des convois contre les nouveaux engins aériens, atomiques ou autres.



## LE PORTE-AVIONS CONTRE LE SOUS-MARIN

L'emploi des porte-avions dans la lutte anti-sous-marine est relativement récent (1943) et il a dû être entièrement rajusté en 1947-1948 du fait de la révolution technique de l'arme sous-marine survenue en 1945.

Pendant les premières années de la guerre 1939-1942, le porte-avions parut très vulnérable aux sous-marins. On voit, à partir de 1943, les porte-avions passer à l'offensive, avec la constitution des premiers **Carrier support Groups** anti-sous-marins.

Le dispositif qui vient d'être adopté consiste en un éventail d'avions embarqués équipés de radars spéciaux et de bouées sonores radioémettrices qu'ils lâchent sur la zone où les sous-marins en plongée ont été reconnus. Il s'agit alors de conduire sur les « lieux de pêche » deux groupes de des-

troyers opérant conjointement, sous la direction du porte-avions qui devient le pivot de la chasse anti-sous-marine. Un porte-avions d'escorte du genre **Dixmude**, utilisé comme anti-sous-marin en 1943-1944, s'est révélé trop petit pour ce nouveau dispositif, et il fallait avoir recours à un modèle légèrement au-dessus, le porte-avions de combat léger, genre **Arromanches**. L'aboutissement de la formule fut le **Carrier Anti Submarine Hunter Killer Group**, expérimenté en 1947-1948.

En 1949, la marine marchande américaine met sur pied six **Hunter Killer Groups**. Les destroyers de ces groupes sont des super-destroyers anti-sous-marins dits D.D.K. Ils peuvent être accompagnés par un croiseur léger spécial dit **Killer Cruiser**. Mais le porte-avions constitue le pivot de l'ensemble.

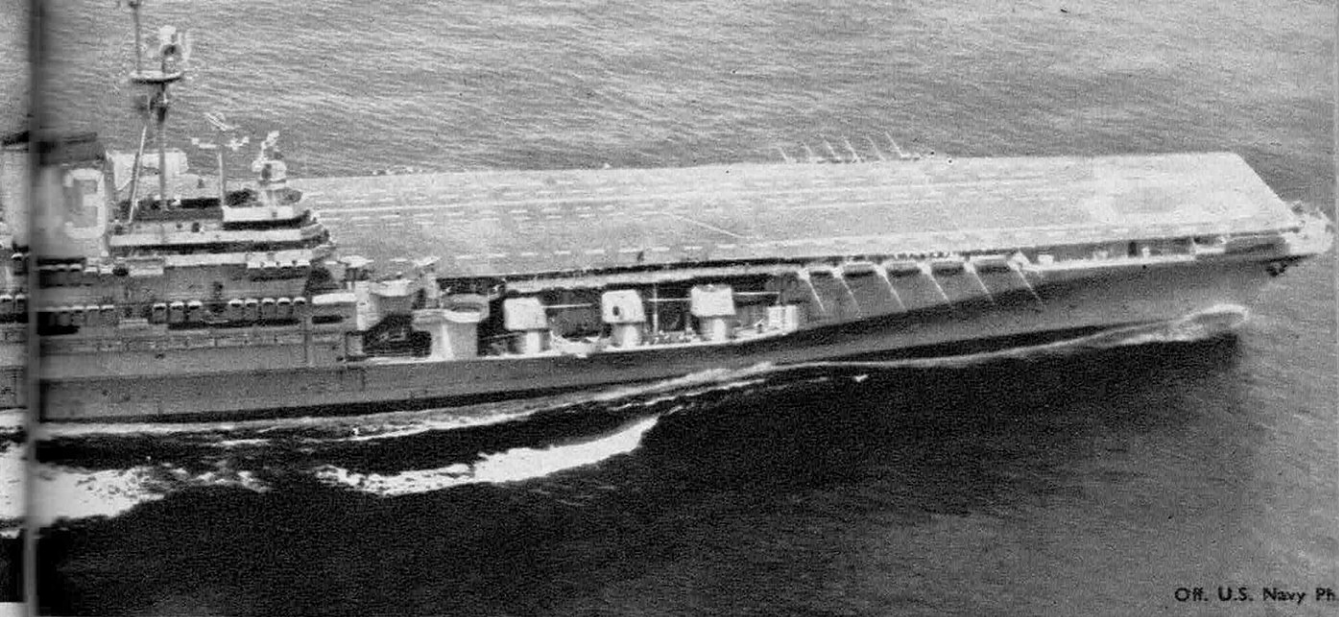




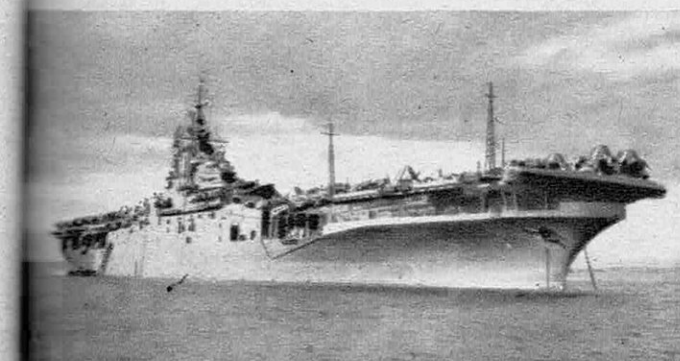
## LES PORTE-AVIONS DES FLOTTES MONDIALES

	ton- nage W	lon- gueur	lar- geur	vitesse	armement	avions	observations
	t	m	m	nd			
<b>GRANDE - BRETAGNE</b>							
<b>1 porte-avions pour bombardiers lourds bimoteurs :</b>							
Formidable .....	23 000	230	29	30	/114- /40		en cours de transf. (suppr. de l'îlot).
<b>7 porte-avions de combat lourds :</b>							
2 classe Eagle .....	36 800	245	34	30	16/114-48/40	57	sans îlot, en constr.
5 classe Implacable .....	23 000	222	29	30	16/114-32/40	48	en service
<b>16 porte-avions de combat légers :</b>							
4 classe Hermes .....	18 300	224	27	29	8/114-56/40		en construction
12 classe Ocean .....	14 000	211	34	25	30 à 43/40	30	4 en construction
<b>1 porte-avions d'escorte :</b>							
Campania .....	12 450	165	21	17	2/102 /40	20	en service
<b>FRANCE</b>							
<b>2 porte-avions de combat légers :</b>							
Georges-Clemenceau ..	15 700	230	36	32	16/100-16/57		en projet
Arromanches .....	14 000	211	34	25	43/40	24	prêté par la G.B.
<b>1 porte-avions d'escorte :</b>							
Dixmude .....	8 200	150	21	16	3/102-19/20		ex-Biter
<b>PAYS-BAS</b>							
<b>1 porte-avions de combat léger :</b>							
Karel-Doorman .....	14 000	211	34	25	34/40	32	ex-Venerable G.B.
<b>U. S. A.</b>							
<b>4 porte-avions pour bombardiers lourds bimoteurs :</b>							
United States .....	65 000	332	58	32	/127- /76		en construction
3 classe Essex .....	33 000	271	30	32	/127- /76		transf. sans îlot
<b>24 porte-avions pour avions d'attaque légers :</b>							
3 classe Midway .....	45 000	300	45	33	18/127-84/40-34/20	82-153	32 bim. ou 153 mon.
21 classe Hornet .....	27 100	270	30	32	10-12/127-44-72/40	82	82 monomoteurs
<b>9 porte-avions légers :</b>							
a) Anti-sous-marins							
2 classe Saipan .....	14 500	208	35	33	40/40-25/20	48	en service
2 classe Bataan .....	11 000	186	32	33	26/40-20/20	33-45	en cours de transf.
b) Porte-chasseurs							
5 classe Bataan .....	11 000	186	32	33	26/40-20/20	33-45	en service
<b>65 porte-avions d'escorte :</b>							
19 classe Commence- ment Bay .....	12 000	169	29	19	2/127-36/40-20/20	34	en service
3 classe Suwanee .....	12 000	169	26	18	1/127- 8/40-15/20	34	en service
33 classe Anzio .....	6 370	152	24	18	1/127-16/40-28/20	25-28	en service
10 classe Bogue .....	7 800	151	25	16	2/127-16/40-20/20	32	en service





Off. U.S. Navy Ph.



**PRINCETON (ÉTATS-UNIS) 27 000 TONNES**



**IMPLACABLE (GR.-BRETAGNE) 23 000 TONNES**



**KAREL-DOORMAN (PAYS-BAS) 14 000 TONNES**



**TRIUMPH (GRANDE-BRETAGNE) 14 000 TONNES**



**SICILY (ÉTATS-UNIS) 12 000 TONNES**



**DIXMUDE (FRANCE) 8 200 TONNES**



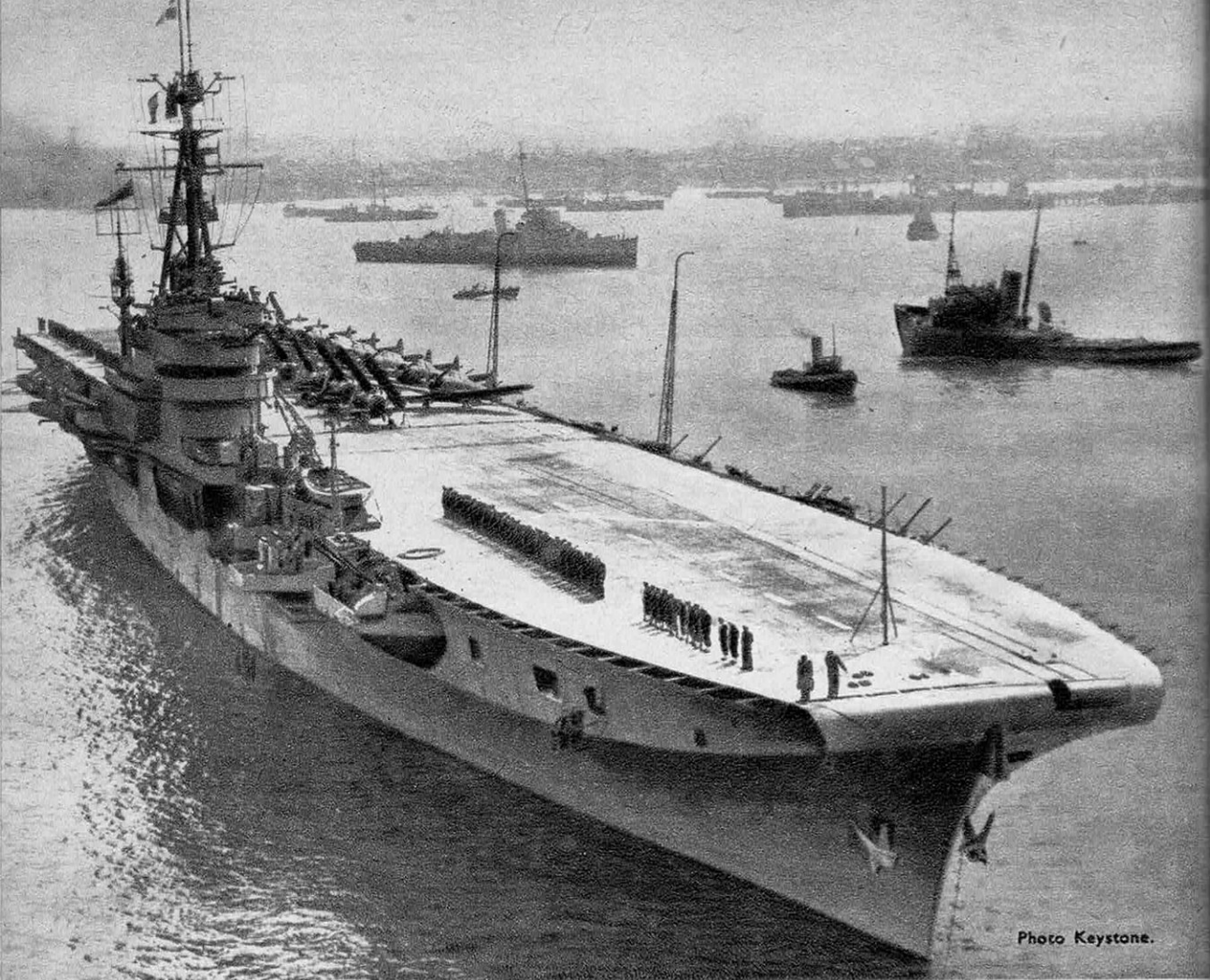


Photo Keystone.

## LE PORTE-AVIONS FRANÇAIS « ARROMANCHES » DE 14 000 T. EN RADE DE PORTSMOUTH

Il existera en 1950, en service et en achèvement, 37 porte-avions de combat modernes dans la marine américaine et 25 dans la marine britannique. La France hésite devant la construction d'un seul porte-avions.

Après six ans de guerre et quatre ans d'après-guerre, il apparaît en effet, que le navire porte-avions et les Groupes de porte-avions constituent l'essentiel des marines type 1950.

Depuis 1945, les escadres de ligne antagonistes ont disparu. Les combats de ligne sont périmés. Il ne s'agit plus aujourd'hui que de lutte contre la terre, c'est-à-dire contre l'aviation côtière. La vieille notion de maîtrise de la mer s'identifie à une maîtrise anti-sous-marine, à une maîtrise de l'air au-dessus de la mer, et à ce que l'on pourrait appeler la « maîtrise du rivage ».

Cette triple protection antiaérienne, anti-sous-marine et côtière revêt pour la France une importance particulière. La défense du Rhin est en effet pour arrières les portes de l'Atlantique et de la Méditerranée et leurs atterrages. La future bataille de l'« Atlantique »

sera effectivement livrée contre des flottes de sous-marins et d'avions de torpillage. La réplique à cette menace est la constitution de plusieurs **Hunter Killer Groups** et de plusieurs groupes de **porte-avions antiaériens**, ce qui implique la construction de plusieurs porte-avions légers et du nombre correspondant de destroyers, qui sont à la fois des bâtiments antiaériens et anti-sous-marins.

Le porte-avions léger de 15.700 tonnes **Georges Clemenceau** qui doit être mis sur cale convient parfaitement à cette mission. L'**Arromanches** seul ne peut suffire à cette tâche et le **Dixmude** n'est qu'un porte-avions d'escorte dont la formule est déjà dépassée. Un programme naval rationnel basé sur la défense des arrières maritimes du front du Rhin et les besoins de sécurité de l'Union Française nous conduirait à construire six porte-avions légers et 36 destroyers anti-sous-marins.

Ce programme naval n'a rien d'excessif. Il correspond très exactement à l'état actuel de la technique aéronavale, ainsi qu'aux données les plus modernes de la guerre maritime

# LES SOUS-MARINS

par le Lieutenant de Vaisseau RAYMOND

**L**E problème de la navigation sous-marine a depuis très longtemps retenu l'attention des chercheurs et des inventeurs, mais ce n'est qu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle qu'une solution pratique en a été trouvée, avec le **Gymnote** conçu par Dupuy de Lome et réalisé par Gustave Zédé. Ce petit bâtiment de 55 tonnes, mû électriquement, permit de mettre vraiment au point la navigation sous-marine. La construction du **Gustave Zédé**, achevée en 1893, fut le résultat de ces expériences : ce n'était cependant qu'un engin de défense rapprochée ; propulsé en surface comme en plongée par un moteur électrique, son rayon d'action était limité par la capacité de sa batterie, donc très faible.

En 1898, l'Ingénieur Laubeuf réalisait le **Narval** de 116 t, doté d'une machine à vapeur pour la navigation en surface, ce qui permettait de recharger les batteries alimentant le moteur électrique de propulsion en plongée : le sous-marin autonome, qu'on appela le submersible, était né et l'on se rendit bientôt compte qu'il allait devenir un redoutable instrument de combat. La mise au point des périscope, l'adoption du moteur à explosions, puis du diesel, furent autant de progrès qui améliorèrent petit à petit les possibilités de ce type de bâtiment. En 1914, la France, qui avait été sans cesse en tête du progrès, conservait une certaine avance : elle possédait 70 sous-marins dont les plus grands atteignaient 800 tonnes. L'Allemagne ne s'était guère intéressée à cette question avant 1905 et ne possédait que 25 bâtiments réputés inférieurs aux nôtres. L'Angleterre, longtemps restée réticente, ne voyait pas sans inquiétude les progrès de cette arme contre laquelle la parade était difficile à trouver et qui menaçait dangereusement ses flottes de haut bord.

## LA PREMIÈRE APRÈS-GUERRE

Dans la période qui suivit la première guerre mondiale, lorsqu'on songea à tirer un enseignement de l'expérience de quatre années de guerre sous-marine, il fut assez difficile d'établir une doctrine, tant au point de vue technique que tactique et stratégique. Si l'Allemagne avait donné à la guerre sous-marine une impulsion formidable, c'est qu'elle y avait été obligée par sa situation et par les circonstances. Puissance continentale chassée de la haute mer, elle avait misé sur une guerre sous-marine presque uniquement destinée à la

destruction des bâtiments de commerce ; il ne convenait donc pas de copier servilement les sous-marins allemands qui possédaient pourtant une nette avance, mais étaient destinés à une forme de guerre très particulière ; il fallait adapter l'avance de la technique allemande à des besoins parfois très différents. Aussi les programmes navals, tout en utilisant nombre de perfectionnements apportés par les Allemands, tinrent-ils très largement compte des préoccupations stratégiques propres à chaque Marine.

En France, on adopta trois types de sous-marin.

Le sous-marin de 1<sup>re</sup> classe de 1 500 t, filant 20 nœuds en surface, et de 2 000 t en plongée avec une vitesse de 10 nœuds, pourvu d'un rayon d'action de 6 000 à 7 000 milles à vitesse économique, possédait un armement de 10 tubes lance-torpilles et d'un canon de 100 mm ; c'était un sous-marin destiné à porter la guerre au loin, mais construit en vue d'attaquer les navires de combat plutôt que ceux de commerce, son faible approvisionnement en torpilles et son rayon d'action limité le rendant peu apte à cette dernière mission.

Le sous-marin de 2<sup>e</sup> classe, de 600 t et de déplacement en surface avec une vitesse de 13 à 14 nœuds, et de 800 t en plongée avec une vitesse de 10 nœuds, portait 7 tubes lance-torpilles et un canon de 75 mm. Très maniable en plongée, c'était un excellent engin de combat dans les mers étroites ou pour des croisières limitées.

Enfin, le mouilleur de mines de 700 t et 12,5 nœuds en surface, 900 t et 8,5 nœuds en plongée, armé de 5 tubes lance-torpilles, d'un canon de 75 mm et de 32 mines largables en plongée, était particulièrement réussi. Robuste, possédant un grand rayon d'action, doté d'installation de mouillage de mines parfaitement au point, il était bien adapté à sa mission.

Un seul véritable croiseur sous-marin, le **Surcouf**, de 2 800 t et 18 nœuds en surface, portant 2 canons de 203 mm en tourelle étanche, 10 tubes et de nombreuses torpilles de réserve, équipé en outre d'un petit hydravion, entra en service en 1930, mais resta le seul représentant de ce type.

Les autres marines construisirent des bâtiments aux caractéristiques voisines. Les Etats-Unis et le Japon, destinés à combattre dans de vastes océans, la Grande-Bretagne, amenée par sa situation commerciale à envi-



# SOUS-MARIN U-2518, TYPE XXI

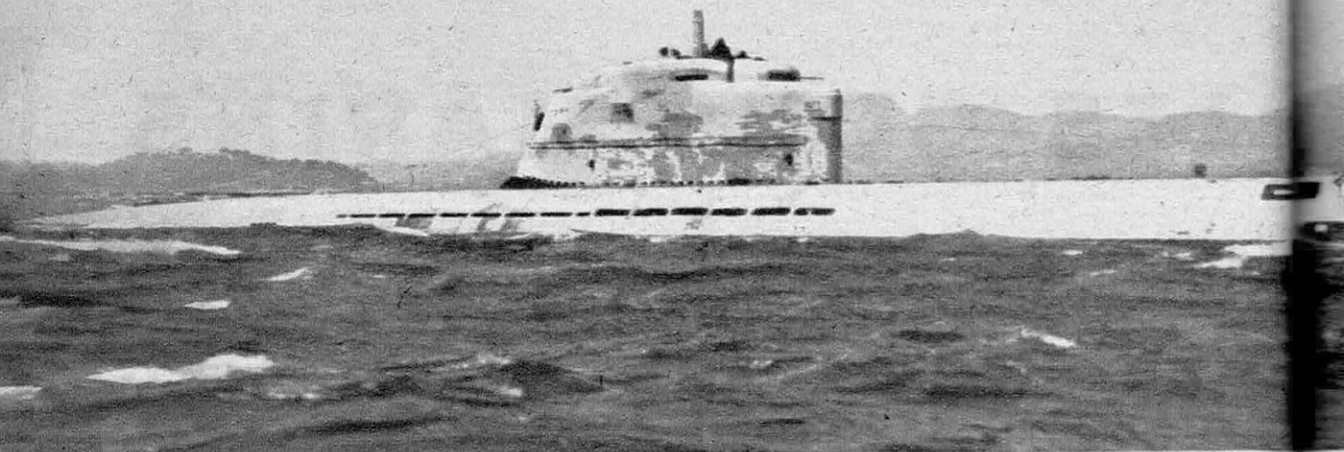
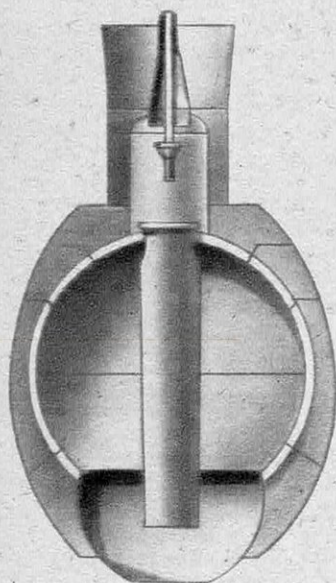
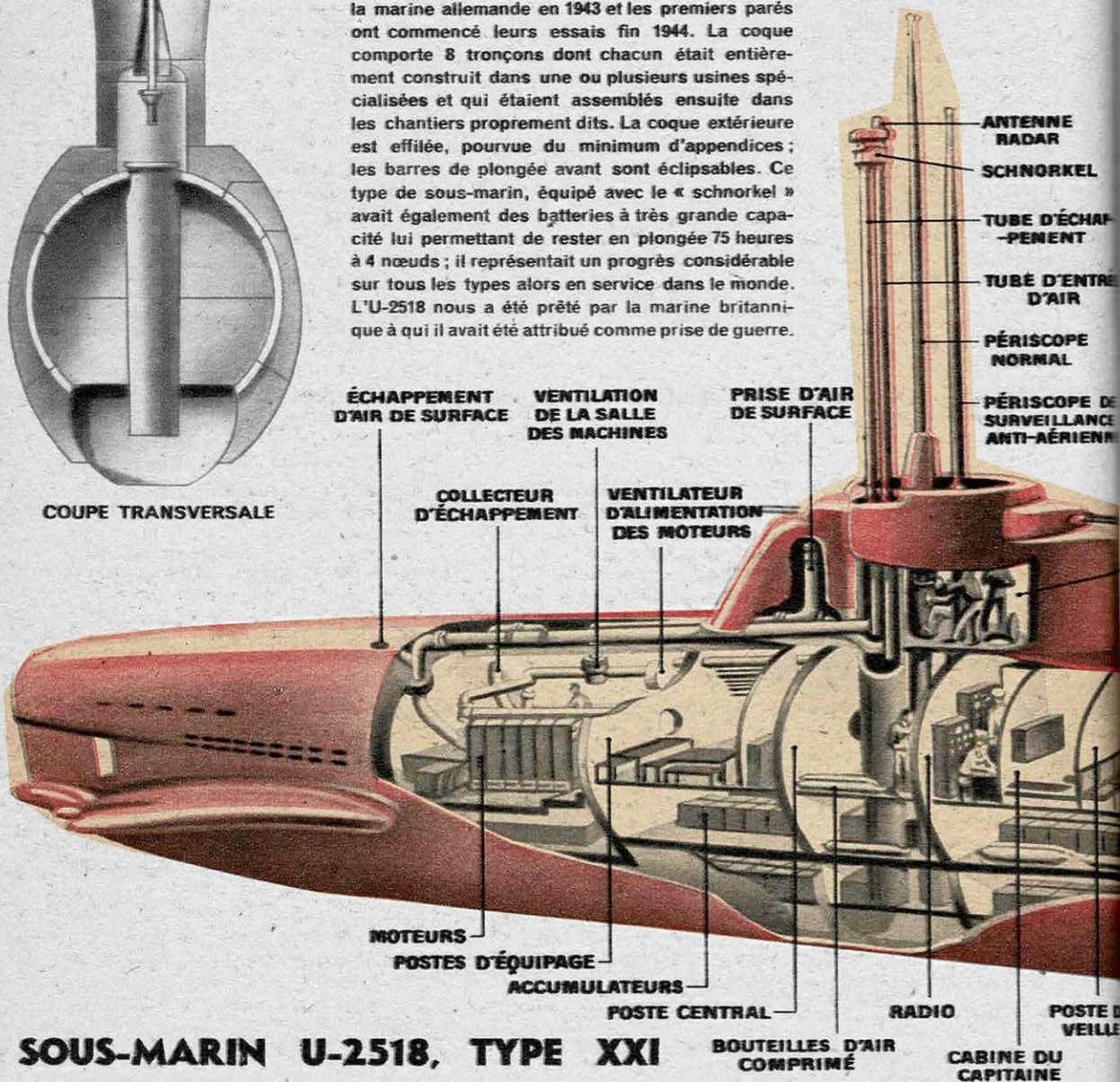


Photo Marius Bar, Toulon.



COUPE TRANSVERSALE

Les sous-marins du type XXI ont été conçus par la marine allemande en 1943 et les premiers parés ont commencé leurs essais fin 1944. La coque comporte 8 tronçons dont chacun était entièrement construit dans une ou plusieurs usines spécialisées et qui étaient assemblés ensuite dans les chantiers proprement dits. La coque extérieure est effilée, pourvue du minimum d'appendices; les barres de plongée avant sont éclipçables. Ce type de sous-marin, équipé avec le « schnorkel » avait également des batteries à très grande capacité lui permettant de rester en plongée 75 heures à 4 nœuds; il représentait un progrès considérable sur tous les types alors en service dans le monde. L'U-2518 nous a été prêté par la marine britannique à qui il avait été attribué comme prise de guerre.



ÉCHAPPEMENT D'AIR DE SURFACE

VENTILATION DE LA SALLE DES MACHINES

PRISE D'AIR DE SURFACE

ANTENNE RADAR

SCHNORKEL

TUBE D'ÉCHAPPEMENT

TUBE D'ENTRÉE D'AIR

PÉRISCOPE NORMAL

PÉRISCOPE DE SURVEILLANCE ANTI-AÉRIENNE

COLLECTEUR D'ÉCHAPPEMENT

VENTILATEUR D'ALIMENTATION DES MOTEURS

MOTEURS

POSTES D'ÉQUIPAGE

ACCUMULATEURS

POSTE CENTRAL

RADIO

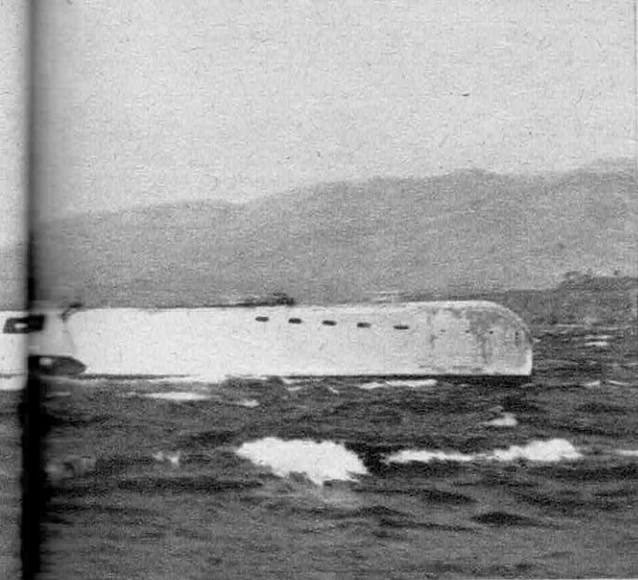
POSTE DE VEILLE

BOUTEILLES D'AIR COMPRIMÉ

CABINE DU CAPITAINE

# SOUS-MARIN U-2518, TYPE XXI





sager le combat sur toutes les mers du Globe, s'attachèrent surtout à la construction de grands sous-marins analogues ou même plus grands que nos sous-marins de 1<sup>re</sup> classe. L'Italie, par contre, multipliait des sous-marins de moyen tonnage construits en vue de la guerre en Méditerranée.

L'Allemagne, à qui le traité de Versailles avait jusqu'en 1935 interdit la construction de sous-marins, entreprit alors la reconstitution de ses flottilles ; mais elle n'avait encore, en 1939, qu'un nombre restreint de petits sous-marins côtiers destinés surtout à l'entraînement, et commençait seulement à construire des sous-marins de moyenne taille.

A la veille de la guerre mondiale, la France partageait avec ses 80 sous-marins la première place avec l'Italie... Elle est actuellement en sixième position avec 11 bâtiments disparates.

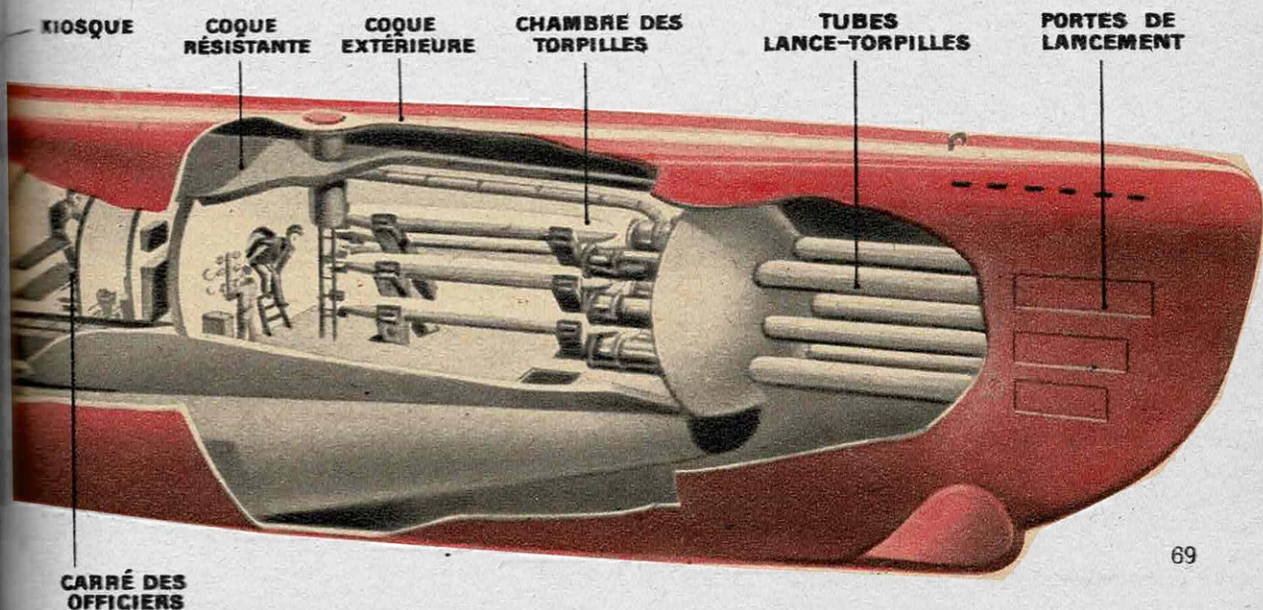
## CE QU'EST UN SOUS-MARIN

En surface, un sous-marin se présente comme un bâtiment ordinaire. Pour obtenir la plongée, il faut rendre le poids du bâtiment exactement égal au poids de l'eau déplacée. L'étude de sa stabilité, dans ces conditions, montre qu'il n'y a pas de stabilité de forme et que le centre de gravité doit se trouver extrêmement bas ; c'est là une obligation très gênante dont doivent tenir compte les ingénieurs dans les plans d'installation du matériel lourd à bord et qui les obligent en outre à placer un lest de plomb important dans la quille (de l'ordre de 1/15 ou 1/20 du poids total).

Le devis de poids doit donc être **établi rigoureusement** et prévoir une coque très robuste pour résister à la pression de l'eau à l'immersion maximum demandée et un double dispositif de propulsion (surface et plongée).

Il est évident qu'on ne peut donner à un bâtiment de dimensions définies certaines qualités à un degré particulièrement élevé qu'au détriment des autres. C'est ainsi que l'on pourrait construire un sous-marin de 1 500 t capable de plonger à 2 000 m, mais tout le poids serait absorbé par la coque ! En général, le poids de la coque absorbe 30 à 35 % du déplacement, celui des machines 40 %, l'armement 5 à 10 %, le reste est utilisé pour les installations de sécurité, navigation, transmission, détection, habitabilité, etc...

Les progrès de la technique et de l'industrie permettent d'améliorer les caractéristiques ; à poids de coque égal, on peut construire actuellement un bâtiment avec des tôles en acier à haute résistance capable de plonger presque deux fois plus profond qu'un bâtiment de même taille construit en 1930.





## COQUE ET BALLASTS

La coque doit résister sans déformation appréciable à la pression de l'eau, soit 1 kg par cm<sup>2</sup> pour 10 m. A 150 mètres d'immersion, une coque de sous-marin doit donc être capable de résister à l'énorme pression de 15 kg par cm<sup>2</sup>; elle est généralement cylindrique, terminée à chaque extrémité par un tronc de cône; un nombre considérable de couples et membrures donnent une grande rigidité à l'ensemble; les épaisseurs de tôle d'acier à haute résistance du bordé atteignent et dépassent même parfois 20 mm. La coque est calculée pour résister à la pression correspondant à l'immersion maximum demandée, multipliée par un coefficient de sécurité (généralement un peu supérieur à 2) pour tenir compte de l'imperfection possible des calculs, de l'usure de la coque au cours de la carrière du bâtiment, et aussi des plongées accidentelles au-dessous de l'immersion maximum prévue.

De chaque côté de la coque épaisse sont disposés les ballasts dont le bordé extérieur, qui est continu, forme ce qu'on appelle la coque mince. Ils possèdent des ouvertures à la partie inférieure et des « purges » manœuvrables de l'intérieur du sous-marin à la partie supérieure.

En plongée, les ballasts sont pleins d'eau et, communiquant avec la mer par la partie inférieure, ils ne subissent aucune pression quelle que soit l'immersion; aussi sont-ils construits en tôles relativement minces.

Si l'on chasse, à l'aide d'air comprimé, l'eau qu'ils contiennent, le bâtiment acquiert une certaine flottabilité, et fait surface. Le rapport du volume des ballasts au volume total est le coefficient de flottabilité.

L'approvisionnement en gasoil est logé, pour la plus grande part, dans des soutes extérieures à la coque épaisse mais intérieures aux ballasts; le gasoil, au fur et à mesure de sa consommation est remplacé par de l'eau de mer; il en résulte un alourdissement à cause de la différence de densité entre l'eau de mer et le gasoil (densité moyenne 0,85); on le compense en vidant l'eau de caisses placées à l'intérieur de la coque épaisse.

Il existe en outre une réserve de gasoil dans des soutes logées à l'intérieur de la coque épaisse, de façon à ce que le sous-marin conserve une réserve de sécurité si les ballasts ont été crevés par des projectiles sans que la coque épaisse ait été atteinte.

## LA PROPULSION

Le problème de la propulsion est résolu par deux moteurs distincts, un pour la surface et un pour la plongée.

Actuellement le moteur diesel à 2 ou 4 temps est le seul utilisé pour la propulsion en surface. On trouve généralement 2 moteurs et 2 lignes d'arbre. La puissance unitaire, suivant les types, est de 1 000 à 4 000 ch.

La propulsion en plongée est assurée par

des moteurs électriques de 750 à 2 000 ch alimentés par une batterie de 150 à 350 éléments d'accumulateurs pesant environ 600 kg chacun. La puissance des éléments est passée en 10 ans de 6 à plus de 10 kW, ce qui permet d'atteindre avec des formes hydrodynamiques très étudiées, des vitesses de 16 nœuds et au-delà et des rayons d'action de plus de 200 milles à 5 nœuds. Les moteurs électriques à deux induits peuvent tourner en génératrices entraînés par des diesels et recharger ainsi les batteries.

Dans la technique américaine, le diesel n'attaque pas la ligne d'arbre, il recharge toujours la batterie, les moteurs électriques servant à la propulsion en surface comme en plongée. Cette conception permet d'utiliser, avec une grande souplesse, des diesels tournant très vite et d'un faible poids au cheval.

Les Allemands ont essayé d'employer des turbines fonctionnant au perhydrol ou auroil, de puissance considérable, pour obtenir de grandes vitesses en plongée, mais ce procédé n'est pas parfaitement au point et la fabrication de l'auroil, comme son stockage à bord, présentent de très grosses difficultés.

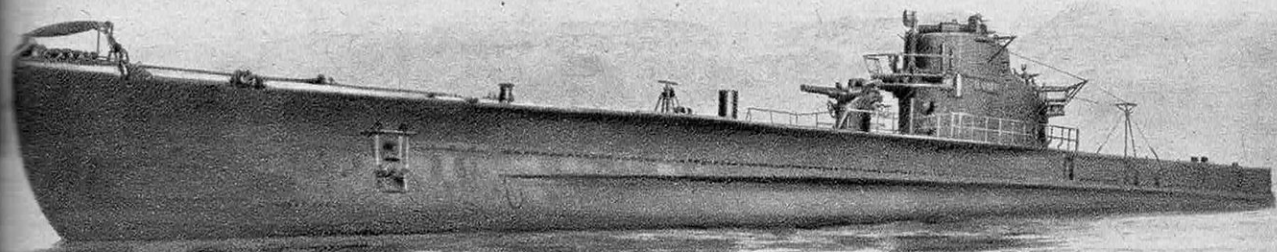
## ÉQUIPEMENT ET VIE A BORD

L'équipement au point de vue navigation est analogue à celui des bâtiments de surface; néanmoins, pour la plongée, le sous-marin possède deux périscopes lui permettant, à immersion réduite, d'observer à la surface en sortant hors de l'eau quelques centimètres d'un mince cylindre de 5 ou 6 cm de diamètre. Les tubes des périscopes ont 7 à 11 mètres de long.

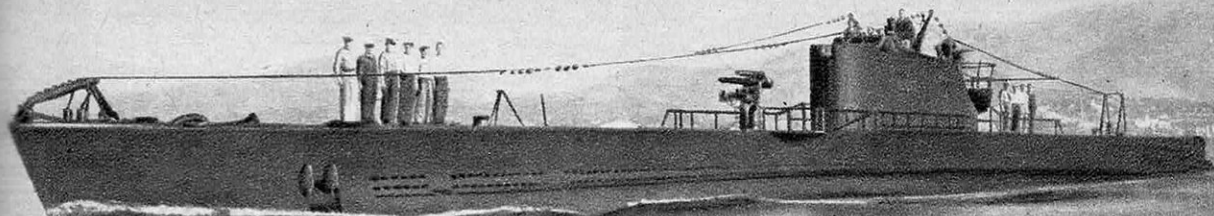
En ce qui concerne la détection, les sous-marins sont équipés de radars, portés par des mâts parfois hissables pour l'utilisation en faible immersion, de détecteurs de radars également hissables, de groupements microphoniques qui décèlent les bruits d'hélices et en donnent le gisement dans un rayon de 20 à 50 km, et parfois d'asclics, appareils à ultrasons dont nous parlerons plus loin, qui donnent gisement et distance du but, mais à des distances n'excédant pas 3 000 m et dont les indications sont irrégulières.

La sécurité du sous-marin, notamment pour des plongées de très longue durée, nécessite une ventilation importante, rendue nécessaire par la présence d'une énorme batterie qui, dans certaines conditions de température, de charge ou de décharge, et suivant son vieillissement, peut dégager des quantités importantes d'hydrogène qu'il faut impérativement empêcher de se localiser en poche, le danger d'explosion étant très grave et ses conséquences dramatiques sur un sous-marin en plongée.

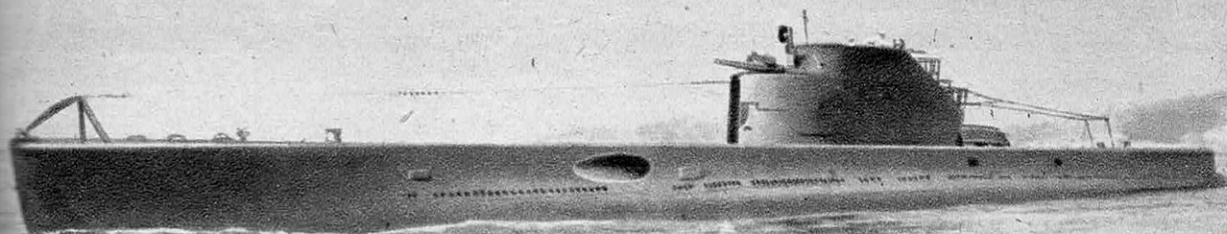
Après quelques heures de plongée, l'air du bord se charge en gaz carbonique et en humidité et s'appauvrit en oxygène. On y remédie par un conditionnement de l'air



↑ Le **GLORIEUX** est un des derniers sous-marins encore en service du type dit « de 1 500 tonnes » dont la marine française possédait trente exemplaires en 1939 et qui avait été conçu pour les croisières océaniques. Déplaçant 1379 t w 2060 tonnes, ces bâtiments ont une vitesse de 17 nœuds en surface et 10 nœuds en plongée.



↑ Le **RUBIS**, de 669 t w 925 tonnes, appartient à une série de mouilleurs de mines des programmes antérieurs à la guerre. Ce bâtiment, demeuré en Angleterre en 1940, a fait une très belle guerre et rempli de nombreuses missions en Mer du Nord et sur les côtes de Norvège. Il transporte 32 mines dans des puits latéraux.

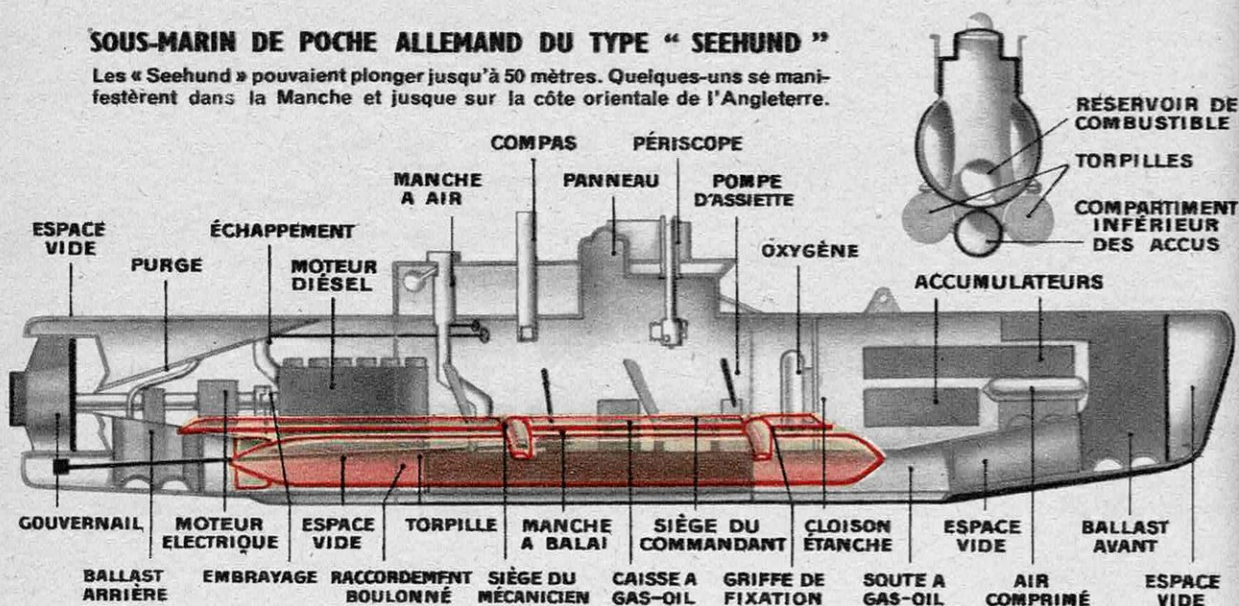


↑ La **CRÉOLE**, de 815 t w 1164 tonnes, est un des quatre sous-marins du type « Aurore » mis en service par la marine française depuis la guerre. Il est armé d'un canon de 83, de quatre Oerlikons de 20 AA et de 10 tubes lance-torpilles de 550. Inachevé en 1940, il fut remorqué en Angleterre où il ne put, cependant, être terminé.



## SOUS-MARIN DE POCHE ALLEMAND DU TYPE " SEEHUND "

Les « Seehund » pouvaient plonger jusqu'à 50 mètres. Quelques-uns se manifestèrent dans la Manche et jusque sur la côte orientale de l'Angleterre.



(refroidissement, diminution du taux d'humidité et absorption du gaz carbonique par de la soude) et par le rétablissement du taux normal d'oxygène par apport d'oxygène neuf contenu dans des bouteilles.

La vie à bord est très fatigante : la tension continuelle, en surface la trépidation des diesels, en plongée l'atmosphère viciée, le manque de confort et l'entassement, car la place disponible est restreinte, exigent du personnel des qualités physiques exceptionnelles.

L'équipage est divisé en trois tiers comprenant la même proportion de personnel de chaque spécialité, de façon qu'un seul tiers puisse assurer le fonctionnement du bâtiment, les deux autres tiers assurant l'entretien ou se reposant. Le changement de tiers a lieu toutes les quatre heures. Au combat, chacun doit être à son poste moins d'une minute après l'alerte. Néanmoins l'entraînement doit être tel que le sous-marin puisse plonger et réagir à une attaque de surprise avec un seul tiers.

Plus que sur aucun autre bâtiment il doit régner sur un sous-marin une confiance réciproque, un esprit d'équipe et un moral élevé qui, seuls permettent d'utiliser au maximum cet engin puissant et compliqué qui demande à ceux qui le montent beaucoup d'initiative et de dévouement, une haute conscience professionnelle et des réflexes prompts.

### LES TORPILLES

L'armement essentiel du sous-marin est, jusqu'à présent, la torpille ; le canon et les mines ne sont qu'un accessoire et l'utilisation des fusées en est au stade expérimental.

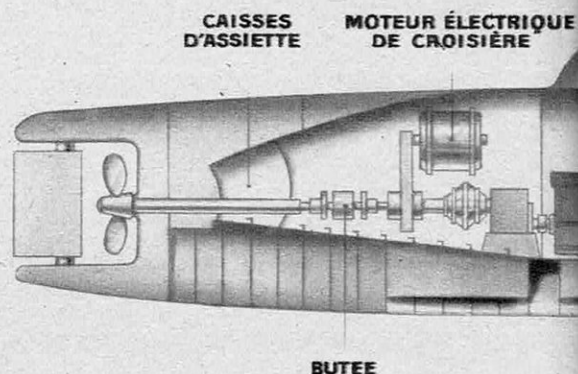
Les torpilles sont de véritables petits sous-marins : leur calibre varie entre 533 et 633 mm (550 mm en France). Longues de 7 à 8 m, pesant environ 1 500 kg, ce sont des machines de précision extrêmement coûteuses.

La puissance de 250 ch environ fournie par le moteur à air comprimé (moteur à pistons ou plus rarement turbine) donne à la torpille une vitesse de plus de 45 nœuds pour un parcours de 5 000 à 6 000 m. A 30 nœuds, la portée passe à 20 000 ou 25 000 mètres.

Il existe aussi des torpilles électriques dont les réservoirs sont remplacés par des batteries très poussées alimentant un moteur électrique ; ces torpilles ne laissent pas de sillage de gaz d'échappement, et sont très silencieuses ; mais elles ont une vitesse réduite de l'ordre de 30 nœuds au maximum et une portée faible.

Les mises de feu sont contenues dans une pointe vissée à l'extrémité du cône. Elles sont à impact ou à influence ; dans ce dernier cas, la variation du champ créée par la carène du but lorsque la torpille s'en approche, induit un courant dans une bobine d'induction. Ce « signal » est amplifié par un jeu de relais et d'amplificateurs qui alimentent un circuit dans lequel se trouve un fil de platine dont l'échauffement produit l'explosion de la charge.

La direction est assurée par un gyroscope lancé et entretenu à l'air comprimé qui,





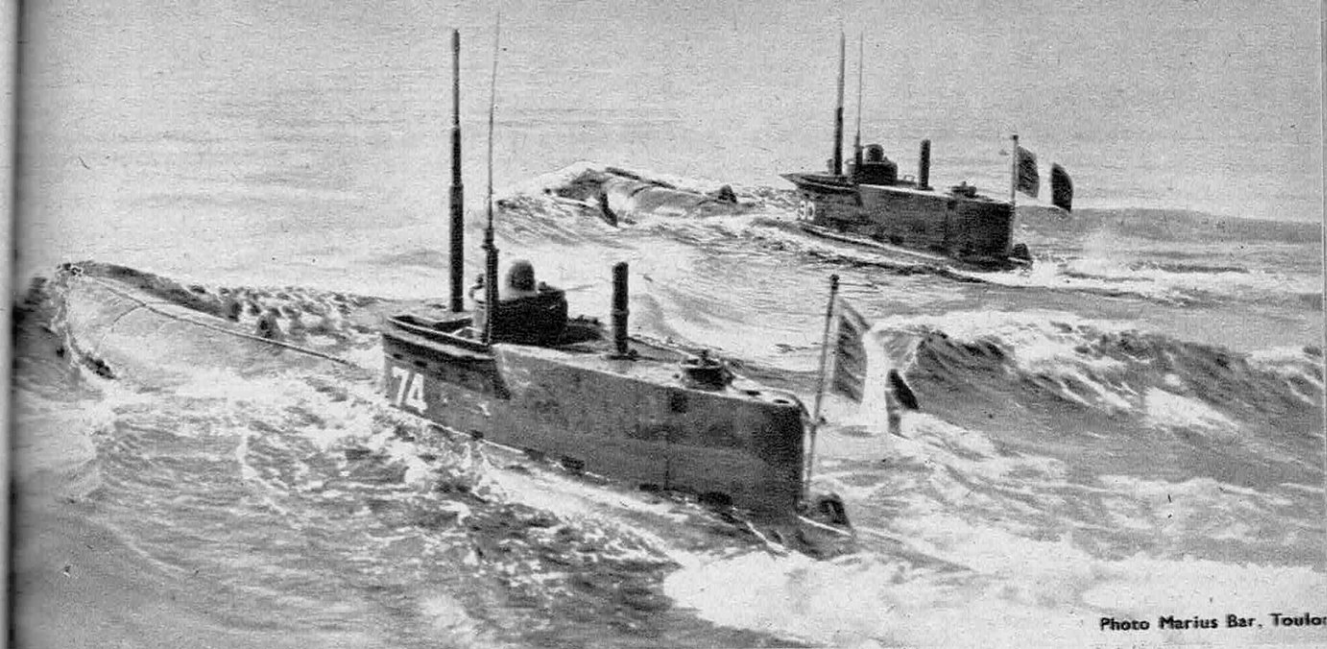


Photo Marius Bar. Toulon

**DES EQUIPAGES FRANÇAIS S'ENTRAÎNENT A LA CONDUITE DE DEUX SOUS-MARINS TYPE SEEHUND.**

par l'intermédiaire d'un servo-moteur, actionne le gouvernail de direction. Un dispositif, dit de gyrodéviator, permet d'introduire dans le mécanisme du gyroscope une déviation réglable à volonté ; après son lancement, la torpille prendra une route faisant, avec la direction du lancement, un angle égal à la déviation affichée.

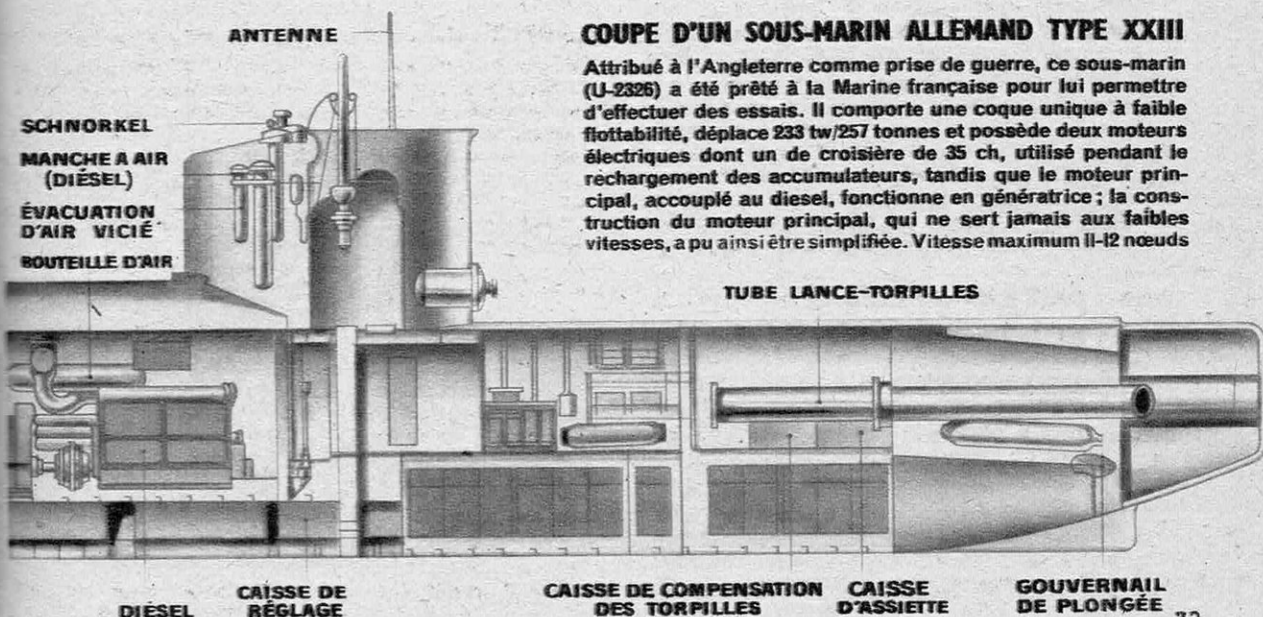
Le réglage en immersion se fait à l'aide d'un mécanisme composé d'un piston hydrostatique et d'un pendule qui agit sur le gouvernail horizontal.

Certains dispositifs de guidage de torpille ont été réalisés : il s'agit soit d'appareils permettant à l'aide d'un jeu de cames introduit entre le gyroscope et le servo-moteur de faire décrire à la torpille une trajectoire

sinueuse calculée d'avance, soit d'un autoguidage acoustique par microphones (employé sur les torpilles électriques).

Les torpilles sont placées dans des tubes, soit extérieurs à la coque épaisse, soit intérieurs à celle-ci (c'est-à-dire traversant la coque) ; seuls les tubes intérieurs peuvent être rechargés en plongée.

La torpille est expulsée du tube par une chasse d'air comprimé ou par un piston manœuvré à air comprimé. Pendant son parcours dans le tube, un doigt rabat un levier porté par la torpille ; ce levier ouvrant une soupape détermine l'allumage du réchauffeur, le démarrage du moteur, le lancement du gyroscope et l'alimentation du servo-moteur. Après le lancement, la porte avant du

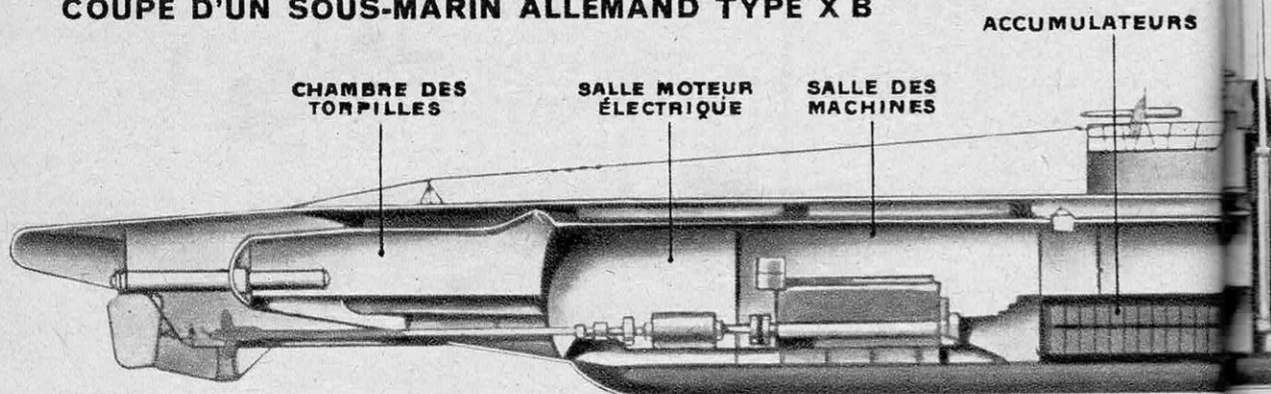


**COUPE D'UN SOUS-MARIN ALLEMAND TYPE XXIII**

Attribué à l'Angleterre comme prise de guerre, ce sous-marin (U-2326) a été prêté à la Marine française pour lui permettre d'effectuer des essais. Il comporte une coque unique à faible flottabilité, déplace 233 tw/257 tonnes et possède deux moteurs électriques dont un de croisière de 35 ch, utilisé pendant le rechargement des accumulateurs, tandis que le moteur principal, accouplé au diesel, fonctionne en génératrice ; la construction du moteur principal, qui ne sert jamais aux faibles vitesses, a pu ainsi être simplifiée. Vitesse maximum 11-12 nœuds



## COUPE D'UN SOUS-MARIN ALLEMAND TYPE X B



tube est refermée, verrouillée et le tube asséché ; dans les tubes intérieurs on peut alors ouvrir la porte arrière pour y introduire une torpille de réserve. Une sécurité empêche d'ouvrir simultanément les portes avant et arrière, fausse manœuvre qui risquerait, en plongée, d'entraîner la perte du bâtiment (sous-marin anglais *Thetis* en 1939).

Le calcul des éléments du lancement constitue une opération délicate qui exige l'appréciation de la vitesse et de la direction du but. Ces éléments sont estimés par le commandant et leur valeur dépend de son entraînement et de son coup d'œil au cours d'observations que la nécessité de rester discret à proximité de l'ennemi oblige à rendre rares et fugitives. Les radars périscopiques peuvent fournir de précieuses indications la nuit.

La variation de l'azimut du but entre deux observations permet de corriger dans une certaine mesure l'appréciation des éléments : on se sert pour cela d'appareils compliqués. Les progrès des appareils d'écoute permettent d'envisager le lancement sans la vue, c'est-à-dire sans utiliser le périscope. Les lancements à l'écoute, actuellement moins précis que les lancements à la vue, présentent un énorme avantage au point de vue de la sécurité et de la discrétion du sous-marin.

On lance généralement non une torpille, mais une gerbe allant jusqu'à 6 torpilles décalées dans l'espace et dans le temps, calculée de façon à couvrir la marge d'incertitude sur la détermination des éléments du but.

### LES AUTRES ARMES DU SOUS - MARIN

Les canons armant les sous-marins n'offrent pas de différence notable avec ceux des bâtiments de surface ; baignant en plongée dans l'eau de mer, ils sont cependant construits le plus possible en métaux inoxydables ou revêtus d'une protection spéciale. Leur calibre ne dépasse pas généralement 120 mm.

Les armes de D.C.A. rapprochée (mitrailleuses lourdes et canons de 20 à 40 mm) sont

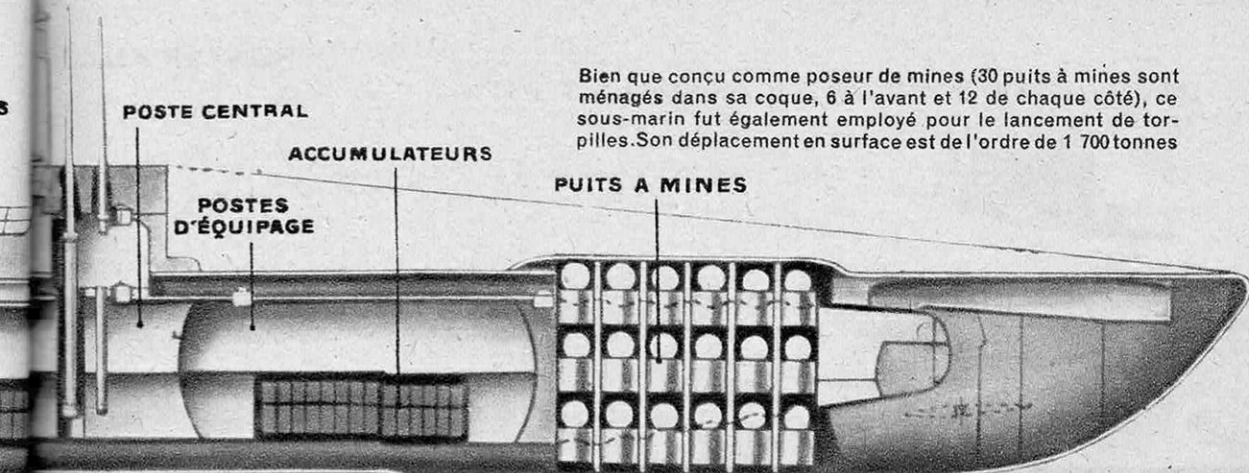
également utilisées, mais elles nécessitent un entretien constant et leur utilisation est peu compatible avec les nécessités d'une croisière de longue durée.

Les mines sont des armes puissantes ; une mine se compose généralement d'un flotteur contenant la charge et la mise de feu (à percuteur, à influence, acoustique, à dépression, ou comportant une combinaison de ces différents systèmes) et d'un crapaud-ancrage relié au flotteur par un crin de fil d'acier dont la longueur est réglée pour que le flotteur soit à une immersion de 8 à 10 m ou plus au-dessous du niveau de la mer.

Les mines sont mouillées soit par les tubes lance-torpilles (ce sont alors des engins d'une puissance relativement restreinte) soit à l'aide d'installations spéciales. Dans ce cas les sous-marins sont munis de puits verticaux généralement en ballasts où les mines sont maintenues par des sabots : en plongée, les mines baignent dans l'eau. Des commandes traversant la coque épaisse permettent d'effectuer les réglages nécessaires. Les sabots sont effacés au moment du mouillage et les mines tombant à l'eau vont au fond ; le flotteur ne se sépare du crapaud qu'au bout d'un certain temps ; cette précaution est nécessaire pour que le sous-marin ne soit pas victime de ses propres engins.

Le mouillage des mines par sous-marins a le gros avantage d'être parfaitement discret ; il est pratiqué surtout dans les chenaux à proximité des bases ennemies.

L'installation des fusées, soit pour la défense rapprochée (fusées légères à faible portée) soit surtout pour l'offensive (grosses fusées type V-2 à parcours mixte dans l'air et dans l'eau), en est encore au stade expérimental (essais effectués en juin 1948 à bord du sous-marin américain *Cusk*). La propulsion des fusées et leur guidage éventuel sont autant de difficultés que la technique actuelle (à peine capable de les surmonter pour des parcours purement aériens) ne réussit pas encore à vaincre complètement lorsqu'il s'agit de parcours dans l'eau et, a fortiori, de parcours mixtes.



Bien que conçu comme poseur de mines (30 puits à mines sont ménagés dans sa coque, 6 à l'avant et 12 de chaque côté), ce sous-marin fut également employé pour le lancement de torpilles. Son déplacement en surface est de l'ordre de 1 700 tonnes

## LA DÉTECTION DES SOUS-MARINS

Les sous-marins se présentent donc comme des adversaires redoutables pour tous les bâtiments de surface : leur invisibilité en plongée et la protection que leur confère l'eau contre les projectiles les rend difficilement vulnérables.

Dès 1917 on avait construit des appareils microphoniques pour l'écoute des bruits de sous-marins, mais ils exigeaient que les bâtiments sur lesquels ils étaient montés fussent particulièrement silencieux, et ne donnaient de bons résultats qu'à faible allure ou stoppé et par beau temps ; ils étaient mal adaptés à la recherche des sous-marins qui sont des bâtiments très silencieux, surtout à faible allure ; enfin, dans les meilleures conditions d'utilisation, ils ne fournissaient que le gisement et jamais la distance.

Entre les deux guerres, les progrès réalisés dans la construction des sondeurs à écho ont attiré l'attention sur les possibilités des appareils à ultrasons. Le principe en est simple. Un signal de fréquence ultrasonore (10 à 20 kc/s) est émis par un quartz ou un dispositif à magnétostriction, l'énergie mise en jeu par l'émetteur étant concentrée dans un pinceau étroit : si, sur le parcours de l'onde, il se trouve une coque formant écran, il y a réflexion, et le récepteur de l'appareil enregistre le retour du signal. La direction du pinceau donne le gisement du bâtiment recherché et le temps écoulé entre l'émission et l'écho permet de mesurer la distance. Cet appareil porte le nom d'Asdic dans la marine anglaise, de Sonar dans la marine américaine. Le projecteur est contenu dans un dôme placé le plus bas possible sur la coque de l'escorteur et profilé de façon à ce que les filets d'eau gênent le moins possible l'écoute. La précision et surtout la portée de ces appareils sont très irrégulières. Elles dépendent de l'homogénéité des couches d'eau traversées qui dévient la trajectoire des ondes ultrasonores : il arrive même fréquemment que la superpo-

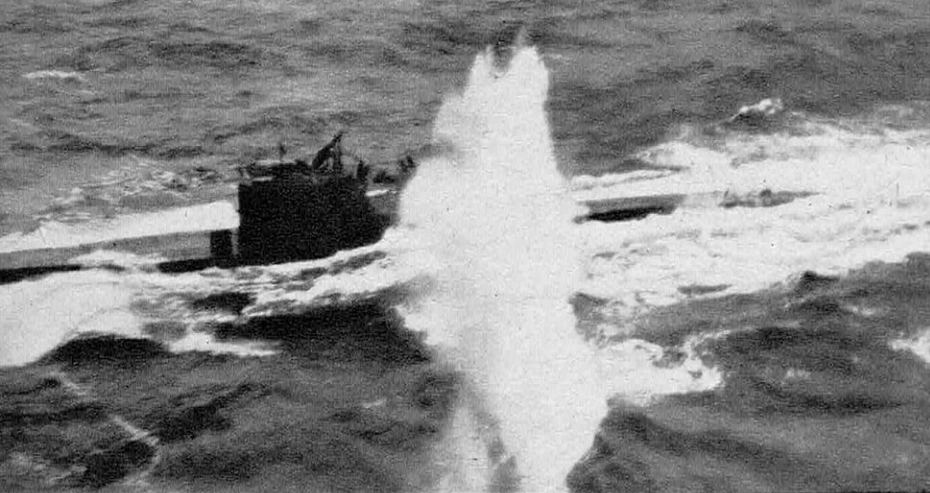
sition nettement tranchée de deux couches de température différente oppose un véritable écran aux ondes ultrasonores. De toute façon, il ne faut pas compter sur une portée supérieure à 3000 m, et le contact est perdu vers 400 m à cause du site trop élevé du sous-marin par rapport à l'escorteur. Des asdics pointables en site permettent de réduire cette distance sans l'annuler complètement. Un moteur fait tourner continuellement l'émetteur qui balaye ainsi tout l'horizon ; s'il y a écho, le moteur est débrayé et l'on passe au pointage à main.

Un des inconvénients de l'Asdic est que les signaux émis sont détectés par les sous-marins (munis de micros spéciaux accordés à la fréquence des émissions de l'Asdic) bien avant qu'il puisse y avoir écho ; quand le contact est pris, le sous-marin peut essayer de tromper l'adversaire en éjectant des pilules spéciales ou en créant des sillages par de courtes pointes à très grande vitesse, sur lesquels l'Asdic donne de faux échos. Néanmoins l'Asdic est un appareil précieux et qui a équipé pendant la dernière guerre presque tous les escorteurs. Comme il permet d'enregistrer, outre l'écho des émissions ultrasonores, les fréquences sonores, il combine les avantages des deux types d'appareils à ultrasons et à écoute directe.

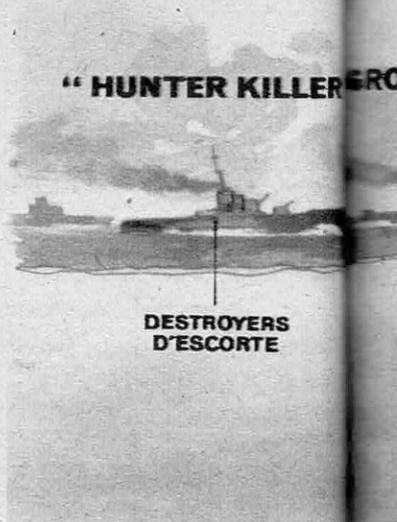
Les avions disposent, pour détecter les sous-marins en plongée, soit d'un appareil magnétique dont la portée est faible et qui les oblige à voler au ras de l'eau, soit de « sonobuoy » bouées porteuses de microphones et d'émetteurs radios qui transmettent les bruits recueillis par les micros. Lancées à l'eau, elles permettent aux avions de suivre dans une certaine mesure la route du sous-marin en plongée.

Le radar monté soit sur des escorteurs, soit sur des avions, s'est révélé très efficace contre les sous-marins navigant en surface (et il faut bien qu'un sous-marin y revienne de temps en temps la nuit pour recharger ses batteries), et même exceptionnellement il peut permettre de déceler les fugitives apparitions du périscope.





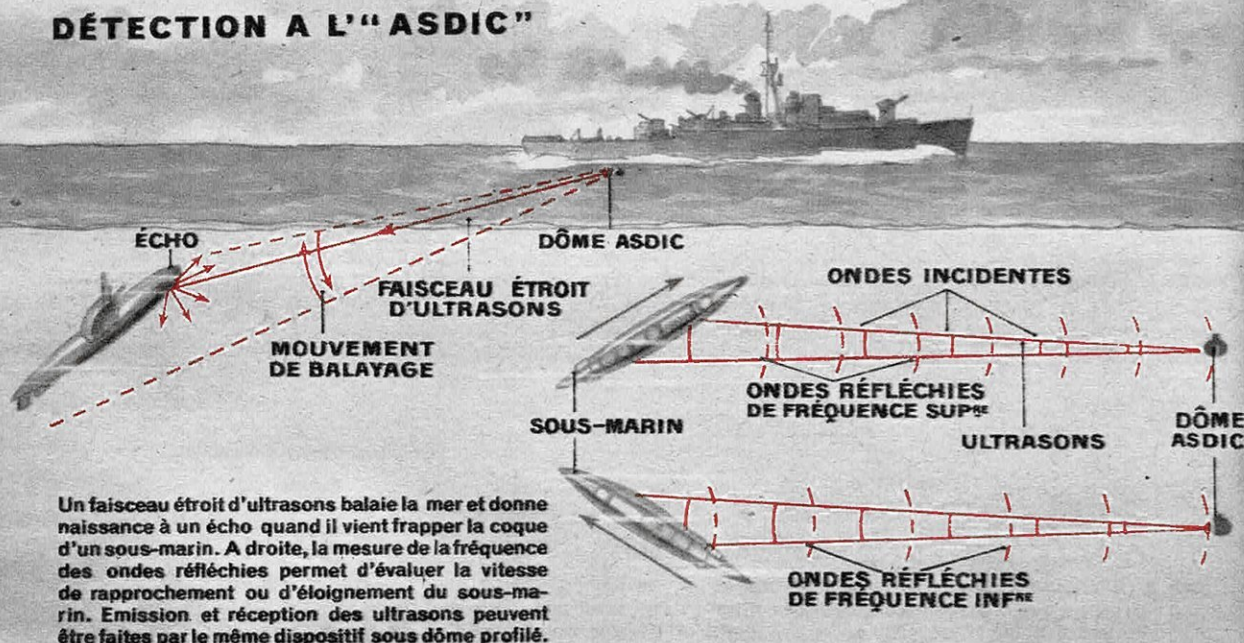
ATTAQUE D'UN SOUS-MARIN EN SURFACE A LA BOMBE D'AVION.



" HUNTER KILLER "

DESTROYERS D'ESCORTE

## DÉTECTION A L'"ASDIC"



Un faisceau étroit d'ultrasons balaie la mer et donne naissance à un écho quand il vient frapper la coque d'un sous-marin. A droite, la mesure de la fréquence des ondes réfléchies permet d'évaluer la vitesse de rapprochement ou d'éloignement du sous-marin. Emission et réception des ultrasons peuvent être faites par le même dispositif sous dôme profilé.

## LA DESTRUCTION DES SOUS-MARINS

Une fois le sous-marin détecté, il faut pouvoir le détruire ; l'engin classique des escorteurs et chasseurs est la grenade de 40 à 200 kg que l'on fait exploser à l'immersion que l'on désire. Sa vitesse de descente dans l'eau étant relativement faible, et la réduction de la durée de descente à l'immersion d'explosion étant essentielle pour la précision du grenadage, on a construit des grenades alourdies et de formes hydrodynamiques. Pour amener la destruction d'un sous-marin, une grenade doit en exploser à moins de 15 m. Mais aussi longtemps que l'on a largué la grenade par l'arrière, il a fallu passer au-dessus du sous-marin, ce qui obligeait à extrapoler entre le moment où l'on perdait le contact Asdic

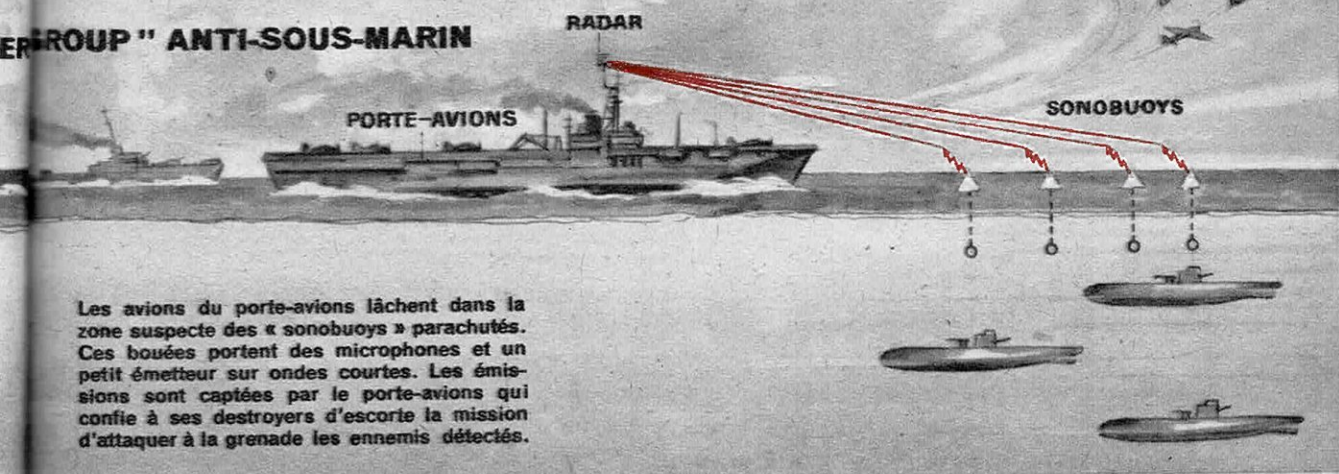
avec le sous-marin et celui où les grenades arrivaient à l'immersion d'explosion. Les mortiers et surtout les « hedgehogs » ou hérissons et les « squids », apparus depuis 1943 et qui permettent aujourd'hui d'envoyer à l'avant du chasseur et à une distance où le contact asdic est encore tenu facilement, des salves de projectiles porteurs de charges d'explosifs importantes, ont accru sensiblement le rendement des grenades. Les projectiles s'enfoncent dans l'eau après un parcours dans l'air et éclatent soit à une immersion prévue à l'avance, soit par impact, soit par influence, à l'aide de mises de feu spéciales.

Les avions utilisent des grenades contre les sous-marins en plongée, des fusées et des bombes contre les sous-marins en surface ou à faible immersion.

On utilise, pour les patrouilles côtières,



## ER GROUPE " ANTI-SOUS-MARIN

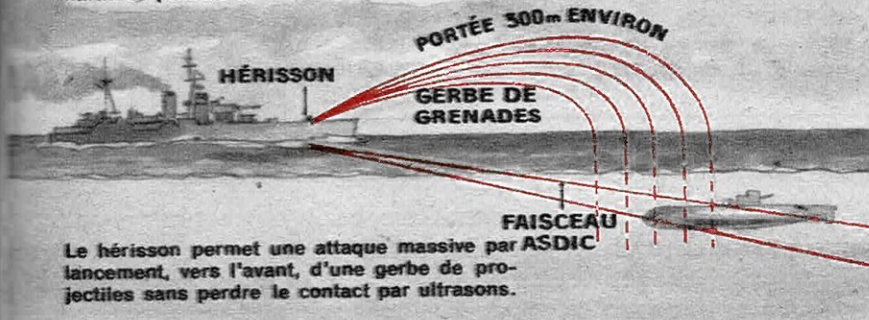


Les avions du porte-avions lâchent dans la zone suspecte des « sonobuoys » parachutés. Ces bouées portent des microphones et un petit émetteur sur ondes courtes. Les émissions sont captées par le porte-avions qui confie à ses destroyers d'escorte la mission d'attaquer à la grenade les ennemis détectés.

## GRENADAGE



Pour le lancement des grenades par l'arrière, le navire devait passer au-dessus du sous-marin et perdait le contact établi à l'Asdic.



Le hérisson permet une attaque massive par lancement, vers l'avant, d'une gerbe de projectiles sans perdre le contact par ultrasons.



## LE HÉRISSEAU



des chasseurs de 100 à 150 t et des patrouilleurs de 300 à 400 t ; pour les escortes océaniques, des destroyers d'escorte, des corvettes et des frégates de 1 000 à 1 500 t et au delà. Très marins, dotés d'un grand rayon d'action, de qualités évolutives exceptionnelles et d'une bonne vitesse, ces bâtiments emportent une assez grande quantité de grenades et de projectiles anti-sous-marins. Ils possèdent des installations perfectionnées d'appareils de calcul (conjugateurs, tables traçantes, etc.) pour résoudre le problème de l'attaque et du tir.

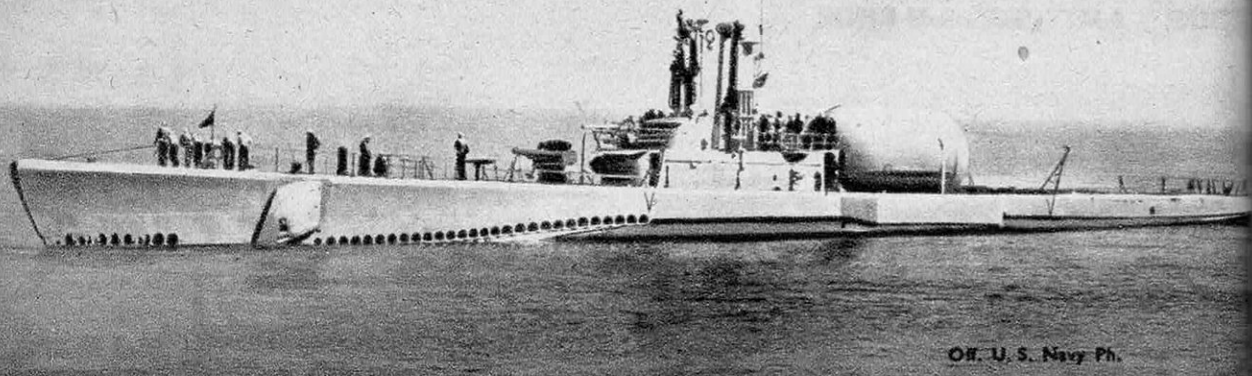
Enfin, un type de porte-avions d'escorte de 10 000 tonnes environ a été conçu spécialement pour cette lutte.

Dans le domaine aéronautique on utilise de grands hydravions comme le Short « Sunderland » ou des avions à long rayon d'action basés à terre, de petits ballons diri-

geables comme les « blimps » américains, des hélicoptères, des avions particulièrement conçus pour équiper les porte-avions d'escorte, etc...

La lutte anti-sous-marine présente deux aspects : offensif et défensif ; défensivement, elle consiste en la protection des convois par une forte escorte de bâtiments de surface et d'avions ou hydravions. L'objectif essentiel est d'empêcher les sous-marins d'attaquer ; l'escorte forme autour du convoi une chaîne de détection sans fissure par où pourraient pénétrer les sous-marins, et peut en outre contre-attaquer dès que la présence d'un sous-marin a été décelée, sans pour cela dégarnir outre mesure la chaîne protectrice. Le convoi, généralement formé en colonnes parallèles, est astreint à une grande discipline de navigation et adopte en général une route





Off. U. S. Navy Ph.

## PRINCIPAUX TYPES DE SOUS-MARINS DE LA MARINE AMÉRICAINE EN 1949

Le **Perch**, du type « Albacore », a été transformé, ainsi que le **Sealion**, en transport de troupes, capable de débarquer, au moyen d'un chaland automoteur transporté dans un caisson étanche, un commando de 160 hommes avec tout son matériel : jeep, canons et mitrailleuses. Mis en service en 1944, ces sous-marins déplacent 1525 tw/1825 t. Un autre bâtiment du même type, le **Barbero**, a été transformé en transport de matériel et un autre, le **Guavina**, en ravitailleur de ses congénères en gasoil.

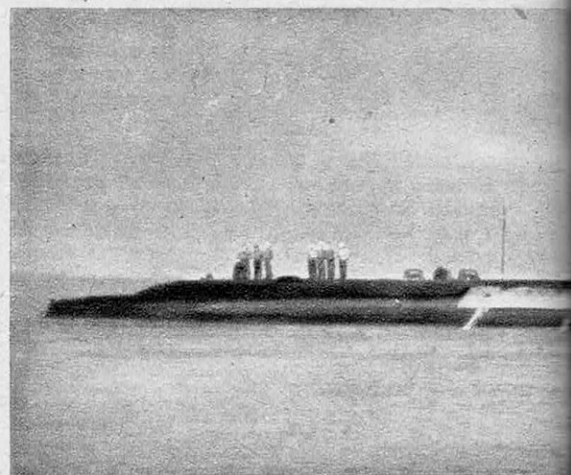
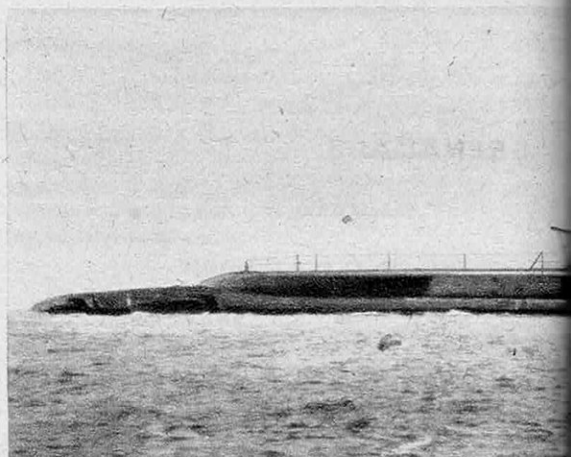
Le **Spinax**, mis en service en 1945, est un sous-marin éclairer de 1570 tw spécialement aménagé pour la détection de l'ennemi aérien ou de surface, grâce à des radars très perfectionnés et à des moyens de transmission puissants. Il en existe quatre ainsi aménagés.

Le **Cusk**, du même type que le **Perch**, a été équipé d'une rampe de lancement pour engin aéroguidé genre V-1 allemand; ce type de bâtiment, sera capable de prendre part aux actions contre la terre.

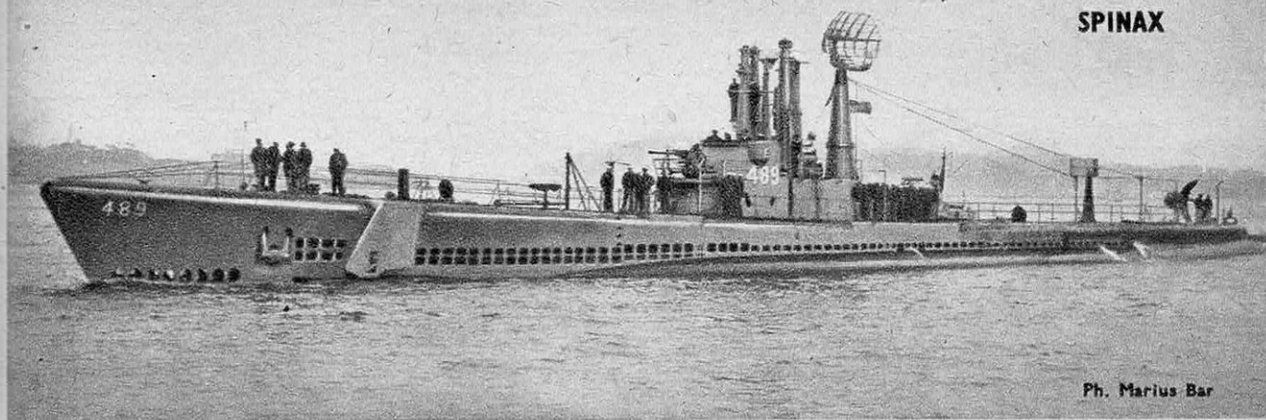
Le **Clamagore** est un sous-marin de combat de type océanique destiné à l'attaque à la torpille. 29 sous-marins du type « Albacore » ont été transformés, comme celui-ci, en s'inspirant des réalisations allemandes de 1945 du type XXI, ou sont en cours de transformation : coque et kiosque profilés, batterie de capacité double. Ils seront de redoutables adversaires pour les convois marchands en raison de leur vitesse accrue sous l'eau. 6 sous-marins croiseurs océaniques de 2 000 tonnes, en construction, viendront prochainement s'adjoindre à eux.

en zig-zags pour gêner l'attaque éventuelle d'un sous-marin. Lorsqu'un sous-marin est détecté, le convoi effectue un important changement de route, tout à la fois, pour esquiver l'attaque dans la mesure du possible.

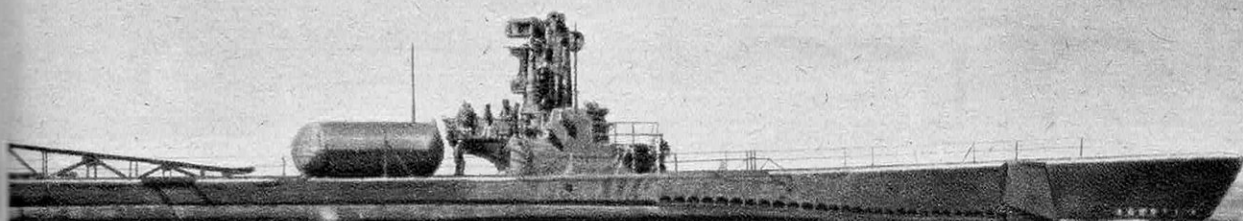
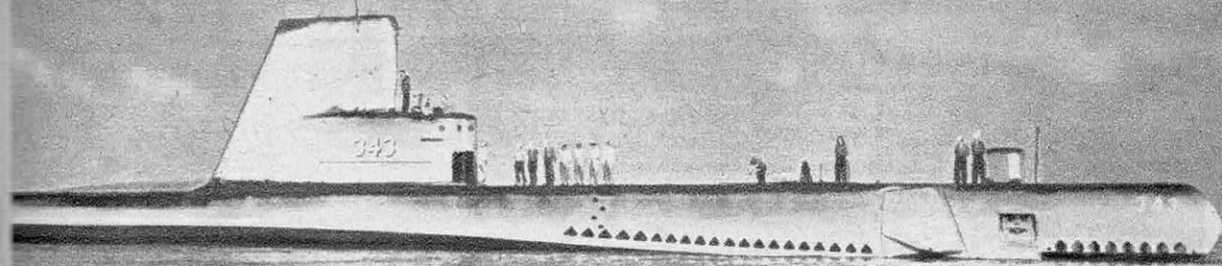
L'escorte doit de toutes façons rester au contact de son convoi et ne peut pourchasser longuement les sous-marins détectés; aussi a-t-on créé des « groupes de chasse et d'attaque », ce qui constitue l'aspect offensif de la



lutte. Les « Hunter Killer Groups », comme les nomme l'expressive terminologie anglo-saxonne (groupes de chasseurs-tueurs), sont destinés à rechercher les sous-marins ennemis, partout où ils se trouvent et, une fois qu'ils en ont détecté un, l'accabler par des moyens massifs et le poursuivre jusqu'à destruction. Ils supposent un groupement important de bâtiments et avions rassemblés autour d'un porte-avions.

**SPINAX**

Ph. Marius Bar

**CUSK****CLAMAGORE**

Off. U. S. Navy Ph.

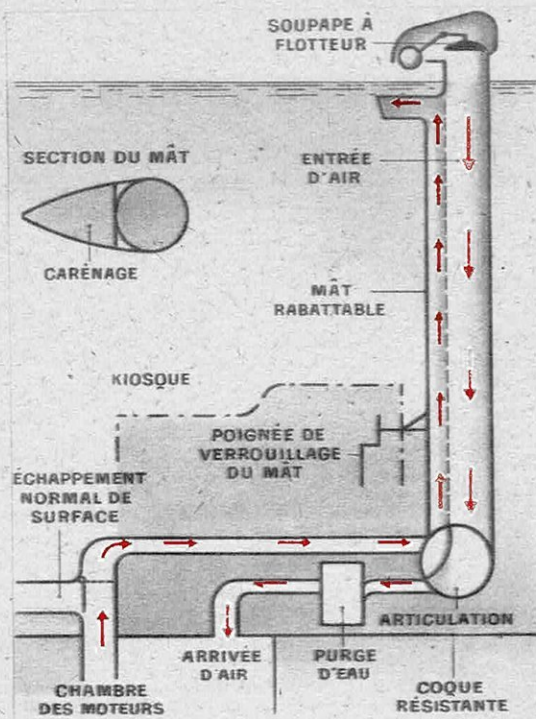
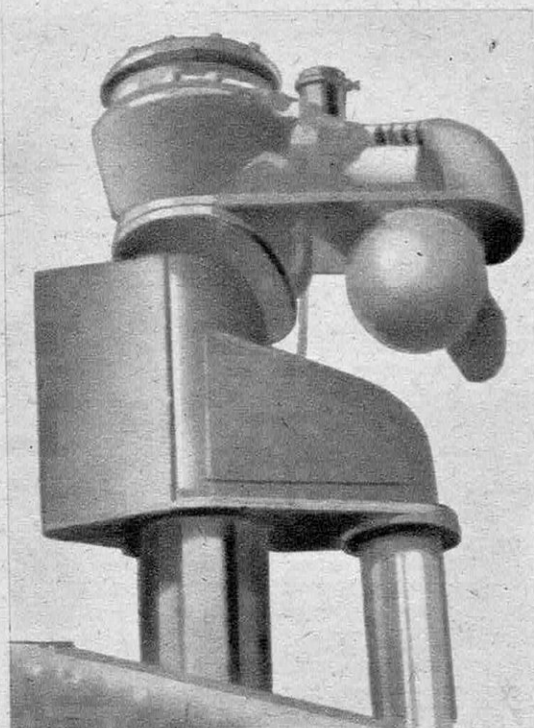
## LA LUTTE SOUS-MARINE DANS LA DEUXIÈME GUERRE MONDIALE

Au cours du dernier conflit, la guerre sous-marine a pris une ampleur gigantesque ; pour en donner une idée, il suffit de mentionner les pertes ennemies en sous-marins : approximativement 800 unités pour l'Allemagne, 130 pour le Japon et 100 pour l'Italie.

Nous avons vu qu'en 1939 l'Allemagne fai-

sait un très gros effort pour reconstituer ses flottilles, mais qu'elle n'y avait pas encore réussi ; aussi au début de la guerre, l'action des sous-marins ne présentait qu'un caractère épisodique, parfois spectaculaire (destruction du **Royal Oak** en rade de Scapa Flow par l'U-47 de Prien, par exemple). C'est surtout par l'emploi intensif des mines mouillées par avions et sous-marins que les Allemands manifestèrent leur activité en matière navale.





Photographie et schéma d'un Schnorkel, tube double servant à l'alimentation en air frais du sous-marin et à l'évacuation des gaz brûlés du diesel, qui peut ainsi fonctionner quand le sous-marin est en plongée périscopique.

Mais dès 1941, ils avaient déjà un nombre considérable de sous-marins et disposaient de bases nombreuses et bien placées, de la frontière espagnole au Cap Nord. Leurs sous-marins appartenaient surtout à deux types. Ceux du type VII, d'un déplacement de 600 tonnes environ, robustes, à grand rayon d'action, très maniables, parfaitement au point, supportèrent presque tout le poids de la guerre. Ceux du type IX de 900 et 1200 tonnes, étaient moins nombreux ; ils pouvaient aller jusqu'au Japon sans se ravitailler et avaient une bonne vitesse en surface, mais étaient lents et peu maniables en plongée.

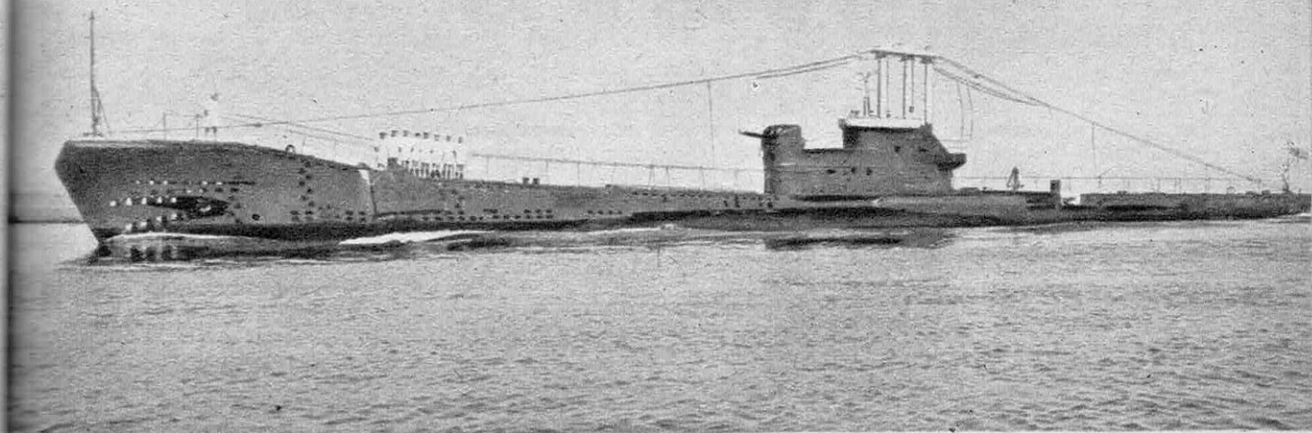
De leur côté, les Anglais avaient mis au point l'Asdic dès avant la guerre, mais ils ne possédaient qu'un nombre d'escorteurs insuffisant ; aussi les sous-marins allemands firent-ils d'abord d'effroyables ravages, qu'ils accrurent encore en adoptant la tactique de la « meute ». Cette tactique consistait à lancer sur un convoi un nombre élevé de sous-marins, dont un ou deux attiraient l'escorte par une attaque prématurée et les autres pénétraient dans le convoi, de préférence en surface la nuit, vidaient leurs tubes, plongeant alors pour se dérober et recharger leurs tubes, puis revenaient à l'attaque. Un sous-marin gardait le contact et permettait aux autres de renouveler plus facilement leurs attaques. Des convois ont été ainsi harcelés pendant des semaines. Les pertes alliées furent sévères, mais la multiplication des

escorteurs et surtout la mise au point du radar, son installation sur les bâtiments de surface et les avions, le développement de la protection aérienne et la création des « Hunter Killer Groups » renversèrent en 1943 la situation. Le radar empêchait les sous-marins d'attaquer en surface ; il les empêcha même bientôt, lorsqu'il y eut assez d'escorteurs et surtout d'avions, de faire surface pour recharger leurs batteries. Les Allemands essayèrent de contrer la menace aérienne en renforçant considérablement la D.C.A. des sous-marins, mais le résultat fut illusoire ; ils ne réussirent à trouver une riposte efficace qu'avec la mise au point du Schnorkel.

## LE SCHNORKEL

Cet appareil consiste en un double tube rabattable ou hissable dont le sous-marin peut sortir l'extrémité supérieure — la tête — en plongée périscopique. Un des tubes alimente le sous-marin en air frais, l'autre évacue les gaz brûlés des diesels sous une faible hauteur d'eau. Un flotteur provoque la fermeture d'un clapet étanche au cas de surimmersion accidentelle ou de recouvrement de la tête par une vague. Ce système dont la mise au point fut techniquement très difficile (établissement de joints étanches, adaptation des moteurs diesels travaillant avec une contrepression élevée à l'échappement, etc.) permettait aux sous-marins de rester constamment en plongée. En général, ils naviguaient de nuit en plongée





L'AURIGA fait partie d'une série de 46 sous-marins de grande patrouille de 1385/1620 tonnes, dont l'Angleterre a entrepris la construction en 1943 et dont 16 seulement ont été terminés. Ils sont tous munis de Schnorkel.

au Schnorkel, ce qui leur permettait de charger leurs batteries, et de jour en plongée sur moteurs électriques, la tête du Schnorkel étant relativement visible surtout pour les avions. Pour éviter la détection par radar de la tête du Schnorkel ils la recouvraient d'un revêtement anti-radar assez efficace. La vitesse en plongée au Schnorkel ne dépassait pas 7 à 9 nœuds, ce qui retardait la rotation sur les zones de combat, mais la lutte pouvait reprendre dans des conditions acceptables.

Les Allemands montèrent d'abord des Schnorkel sur des bâtiments type VII, puis préparèrent avec toute la diligence possible les plans d'un nouveau sous-marin de 1 600 tonnes, le type XXI.

Ce bâtiment, conçu pour surclasser la défense adverse, possédait des batteries et des moteurs électriques très puissants lui permettant d'atteindre 16 nœuds en plongée, et un moteur électrique de croisière monté d'une façon spéciale lui assurait une marche remarquablement silencieuse et un très grand rayon d'action en plongée à faible allure. La robustesse de sa construction permettait une grande profondeur d'immersion ; il ne possédait plus d'artillerie, sauf quelques canons légers de D.C.A., puisqu'il devait effectuer toutes ses croisières en plongée grâce au Schnorkel ; mais il était puissamment armé en torpilles munies d'un nouveau dispositif leur permettant de suivre une trajectoire sinueuse réglable à volonté ; les gerbes prévues étaient de six torpilles ; grâce à des appareils d'écoute perfectionnés, il pouvait attaquer sans utiliser ses périscopes ; enfin, un rayon d'action considérable lui permettait de rester plus longtemps que les bâtiments des types précédents dans les zones de combat.

Un sous-marin côtier de 250 t, type XXIII, doté de perfectionnements analogues, fut réalisé en même temps que le type XXI.

L'Allemagne étant soumise alors à de terribles bombardements, et les chantiers particulièrement éprouvés, ces bâtiments furent construits en tronçons préfabriqués dans des usines de l'intérieur et seulement assemblés sur les cales de construction ; le montage, très rapide, permettait une augmentation considérable du rythme de production sans avoir à augmenter le nombre des cales de construction ; enfin la standardisation et la préfabrication diminuaient considérablement le prix de revient de chaque unité.

Heureusement pour les Alliés, les bombardements désorganisèrent les transports en Allemagne à tel point que cette nouvelle arme ne put pas être utilisée avant la capitulation. Il est certain qu'elle était de nature à donner, au moins momentanément, une certaine supériorité à l'Allemagne, et que les Alliés auraient dû modifier leur tactique et perfectionner encore leur technique au prix d'énormes efforts et de sacrifices considérables pour en venir à bout.

De leur côté, les sous-marins alliés ne furent pas inactifs. Ils furent surtout utilisés le long des côtes pour intercepter le trafic côtier, attaquer les sous-marins ennemis à la sortie de leurs bases, miner les entrées des ports et effectuer de multiples missions spéciales (débarquement de commandos et d'agents secrets, ravitaillement de partisans en munitions, etc...). Les sous-marins français contribuèrent activement à ces opérations et cueillirent de nombreux lauriers au prix, malheureusement, de lourdes pertes.

Contre le Japon, dans le Pacifique, les sous-marins américains menèrent une lutte implacable et fructueuse contre les forces navales et le trafic japonais ; sur ce théâtre essentiellement aéronaval, leur action eut une importance primordiale ; harcelant sans cesse l'ennemi, achevant les bâtiments avariés, rétablissant parfois des situations difficiles, ils contribuèrent largement au succès final.



## LES TYPES FUTURS DE SOUS-MARINS

Nous avons vu qu'après la guerre de 1914, l'étude et l'exploitation des expériences de la lutte sous-marine ont été ardues et que la stabilisation de la technique a demandé un long délai.

Nous sommes actuellement dans une situation analogue, et le travail de « décantation » nécessaire est encore plus délicat. Le volume des recherches, des découvertes et des expériences effectuées au cours du dernier conflit est en effet beaucoup plus grand, et surtout la fin de cette guerre a laissé la technique sous-marine à un nouveau tournant.

Les possibilités des dernières découvertes (et des premières réalisations qui en ont résulté) sont immenses, mais la dure expérience de la guerre n'en a pas sanctionné la valeur. Les difficultés économiques rendent difficiles pour beaucoup de nations (en particulier pour la France) les nombreuses et coûteuses expériences qu'il serait souhaitable de faire.

On peut cependant essayer de dégager les tendances des conceptions stratégiques et tactiques et entrevoir les réalisations que la technique permettra d'obtenir.

Dans le domaine du sous-marin comme

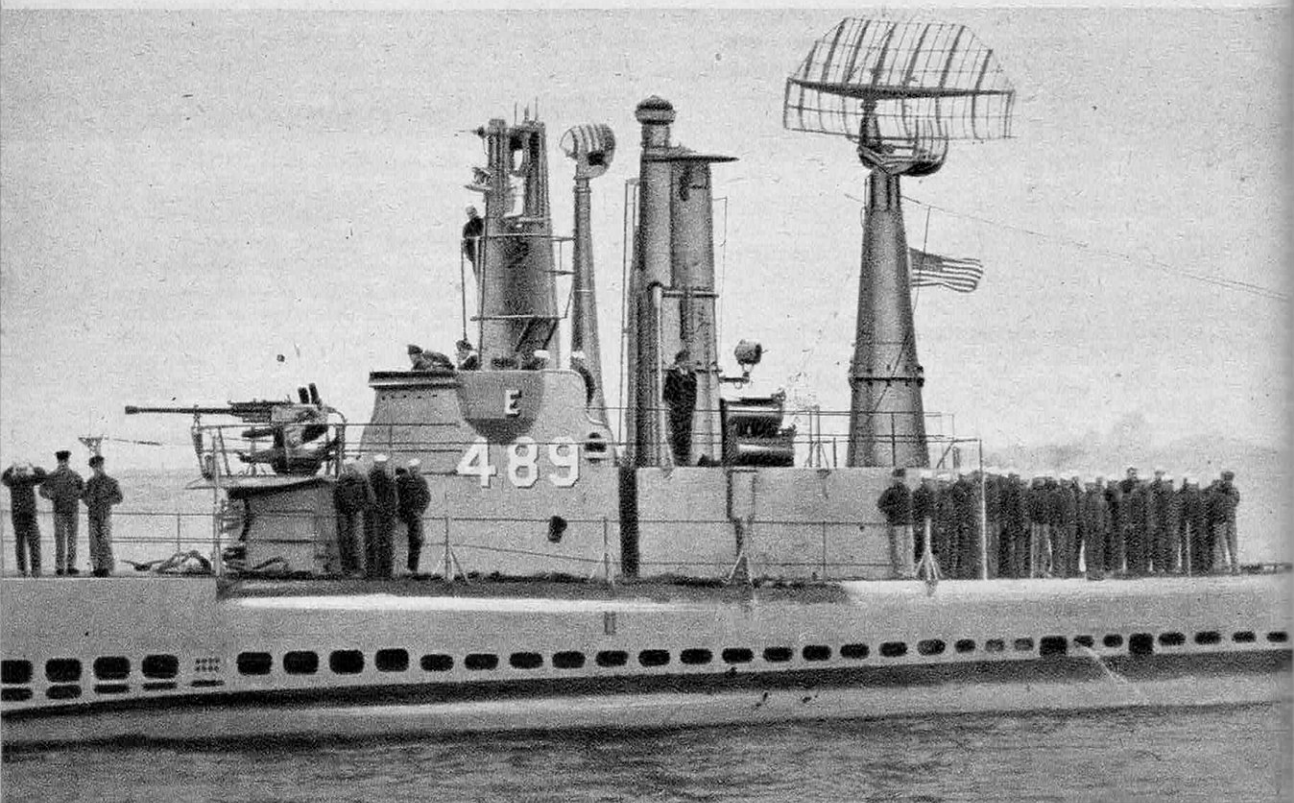
dans celui des autres armes, il semble bien que l'on tende vers une spécialisation de plus en plus marquée, et par suite vers une multiplication des types, ce qui pose aux petites nations ou aux nations appauvries des problèmes budgétaires ardues; en effet, l'utilisation des sous-marins pendant le dernier conflit pour des missions d'une extrême diversité laisse prévoir que, à côté des sous-marins de grande et petite croisière que nous connaissons et qui se perfectionnent sans cesse, vont apparaître un certain nombre de types adaptés à un emploi précis.

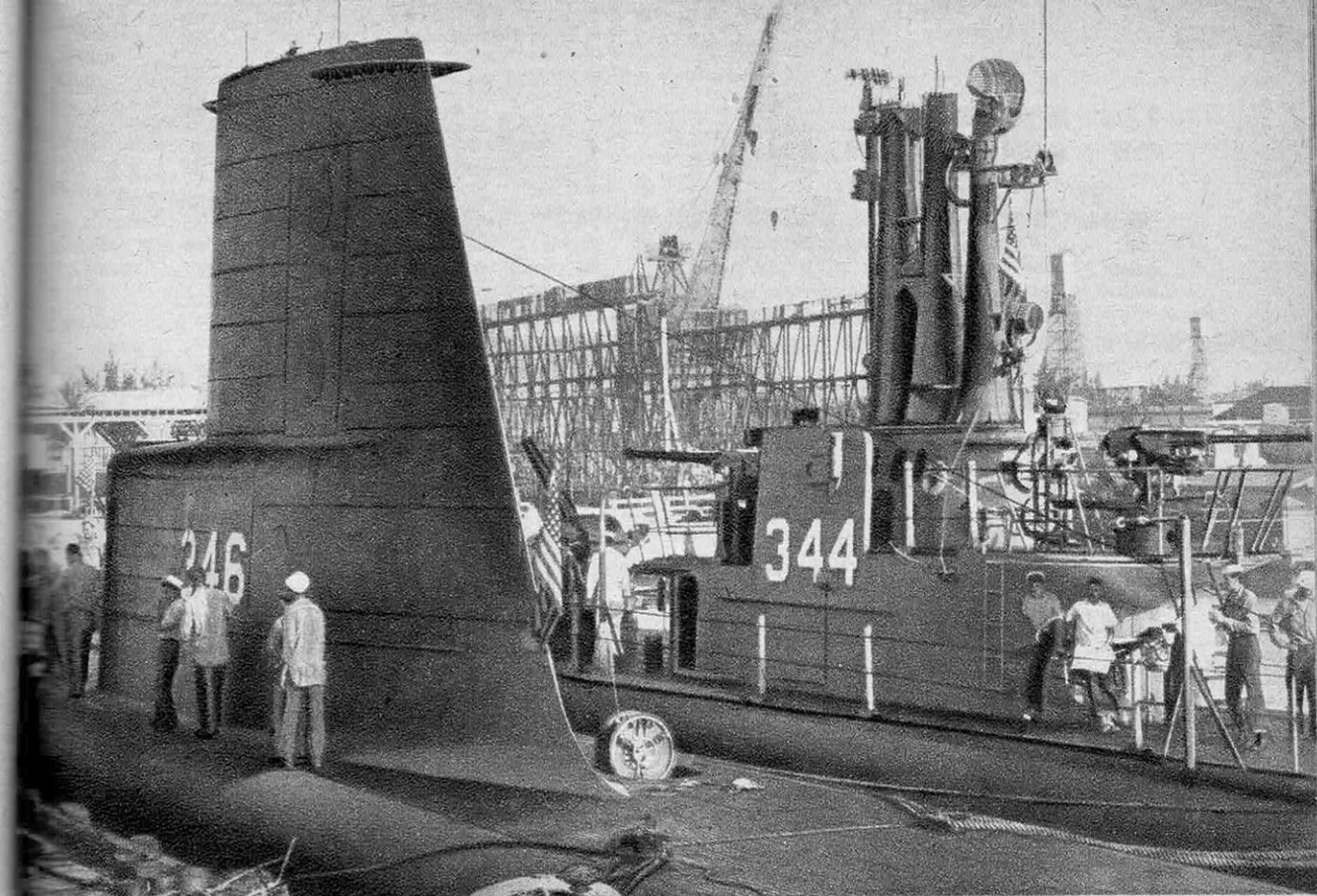
La fin de la dernière guerre a vu apparaître, chez plusieurs belligérants, des sous-marins de poche, perfectionnement de la torpille humaine déjà ancienne mais jusqu'ici peu utilisable.

Ces petits bâtiments, déplaçant de 8 à 20 t, montés par un équipage de 1 à 3 hommes, sont armés de 1 ou 2 torpilles classiques ou de mines.

Leur petite taille les rend à peu près insaisissables à l'Asdic et leur permet de naviguer très près des côtes : ils sont particulièrement aptes à la défense des ports et des côtes. De plus, la possibilité de les transporter sur un bateau de surface ou un gros sous-

Le SPINAX est un des quatre sous-marins que la marine américaine vient d'équiper en « radar picket ships ». Ces bâtiments sont destinés à la détection à grande distance de l'ennemi de surface ou plus spécialement aérien.





On voit ici les kiosques des deux sous-marins américains COBLER (344) et CORPORAL (346). Le kiosque du COBLER est dans son état d'origine, celui du CORPORAL a été profilé pour améliorer ses performances en plongée.

marin permet d'envisager leur utilisation pour l'attaque des forces ennemies au mouillage jusque dans les rades.

L'utilisation des grands-sous-marins pour le transport de commandos conduit à la conception du sous-marin transport de troupes, chargé de la mise à terre discrète d'un détachement nombreux puissamment armé et outillé en moyens amphibies. La Marine américaine a récemment refondu deux de ses sous-marins de 1 800 t, (*Sealion* et *Perch*) pour cette mission ; elle a obtenu des bâtiments capables de transporter 150 hommes avec leur équipement complet (artillerie, jeep...).

La discrétion du sous-marin le rend d'autre part précieux comme instrument de repérage avancé des forces navales et des raids aériens ennemis, mais l'installation de multiples et encombrants appareils (radar, de détection à infrarouges, etc), des locaux pour l'exploitation des renseignements, des appareils radio pour la conduite de la chasse amie prend une place et un poids considérable. Il est bien évident que la réalisation d'un tel équipement ne peut se faire qu'en sacrifiant l'armement et les qualités de vitesse et de maniabilité nécessaires au combat.

Le développement de la technique de l'écoute et des autres moyens de détection sous-marine permet également d'entrevoir

l'apparition du sous-marin chasseur, d'assez petite taille sans doute, rapide, maniable, capable de poursuivre son adversaire à toute immersion, muni probablement d'armes fusées utilisables aux grandes profondeurs.

On peut enfin penser que, lorsque les problèmes posés par la propulsion et le guidage à grande distance des fusées seront résolus, on aura des sous-marins porteurs de fusées genre V 2 à charge atomique, munis d'appareils spéciaux pour les lancer et les guider, qu'ils pourront utiliser à proximité immédiate des côtes ennemies avec une discrétion et une sécurité supérieures à celle de tout autre moyen de transport aérien ou marin.

Tous ces types sont déjà ou seront bientôt réalisables, mais les difficultés économiques ou industrielles ne permettent pas à toutes les marines de les étudier ou de les construire. Certaines devront se contenter de faire un choix, compte tenu de leurs possibilités et de leurs besoins stratégiques.

Bien que la technique soit en pleine évolution, il est nécessaire de poursuivre études et constructions à un rythme suffisant, tout au moins en ce qui concerne les types les plus classiques, car, en manière navale (et c'est spécialement vrai pour les sous-marins), il est extrêmement difficile et coûteux de repartir ensuite de rien.



## LES PROGRÈS DE L'ARME SOUS-MARINE

C'est, en particulier, dans les domaines de la propulsion, de l'armement et de la détection, que l'évolution technique présente les plus larges perspectives.

Les Allemands ont essayé, et dans une certaine mesure réussi, l'adaptation aux sous-marins de turbine à aurole permettant de grandes vitesses en plongée. Les difficultés principales sont certainement résolues, et un sous-marin de combat d'une vitesse de 25 nœuds en plongée est assurément réalisable, mais il est malaisé de discerner si cet accroissement de vitesse vaut les sacrifices à consentir sur le rayon d'action, la moindre sécurité de fonctionnement et les dépenses pour la création d'usines de fabrication d'aurole.

D'autre part, la réalisation de propulseurs à réaction dans l'eau semble possible. On peut aussi penser que les recherches pour le « moteur unique » dont on parle depuis des années et qui permettrait un gain de poids et par conséquent de puissance et de vitesse considérables finiront par aboutir à des résultats pratiques. Enfin, l'énergie atomique, lorsqu'elle pourra être utilisée, paraît particulièrement indiquée pour la propulsion des sous-marins : moteur unique idéal supprimant les lourds inconvénients de l'approvisionnement en combustible, susceptible de fournir en plongée des puissances considérables sans limitation de durée, il résoudra définitivement le problème de la propulsion sous-marine... Rien ne permet de dire quand et comment pourra être réalisé un tel moteur.

En ce qui concerne l'armement, les perspectives d'utilisation des fusées dans l'eau ou pour des parcours mixtes sont brillantes, mais demandent une mise au point délicate et des expériences nombreuses. Il ne semble pas qu'elles doivent détronner, au moins dans un avenir proche, les torpilles, toujours susceptibles de perfectionnement et dont les possibilités sont bien connues.

Quant à la détection, son développement est considérable ; les sous-marins reçoivent des appareils d'écoute sous-marine soit à échos, soit directs, de plus en plus nombreux et de plus en plus perfectionnés, qui permettront bientôt de réaliser couramment des attaques « sans la vue ». De même, l'installation de radars de veille et d'attaque, de détecteurs, etc., tous montés sur mâts périscopiques, fera partie de l'équipement de tout sous-marin. Les appareils (tant ceux d'écoute que ceux de détection aérienne) utilisent de plus en plus des tubes cathodiques formant cadran et permettant une représentation graphique claire et une exploitation directe et aisée.

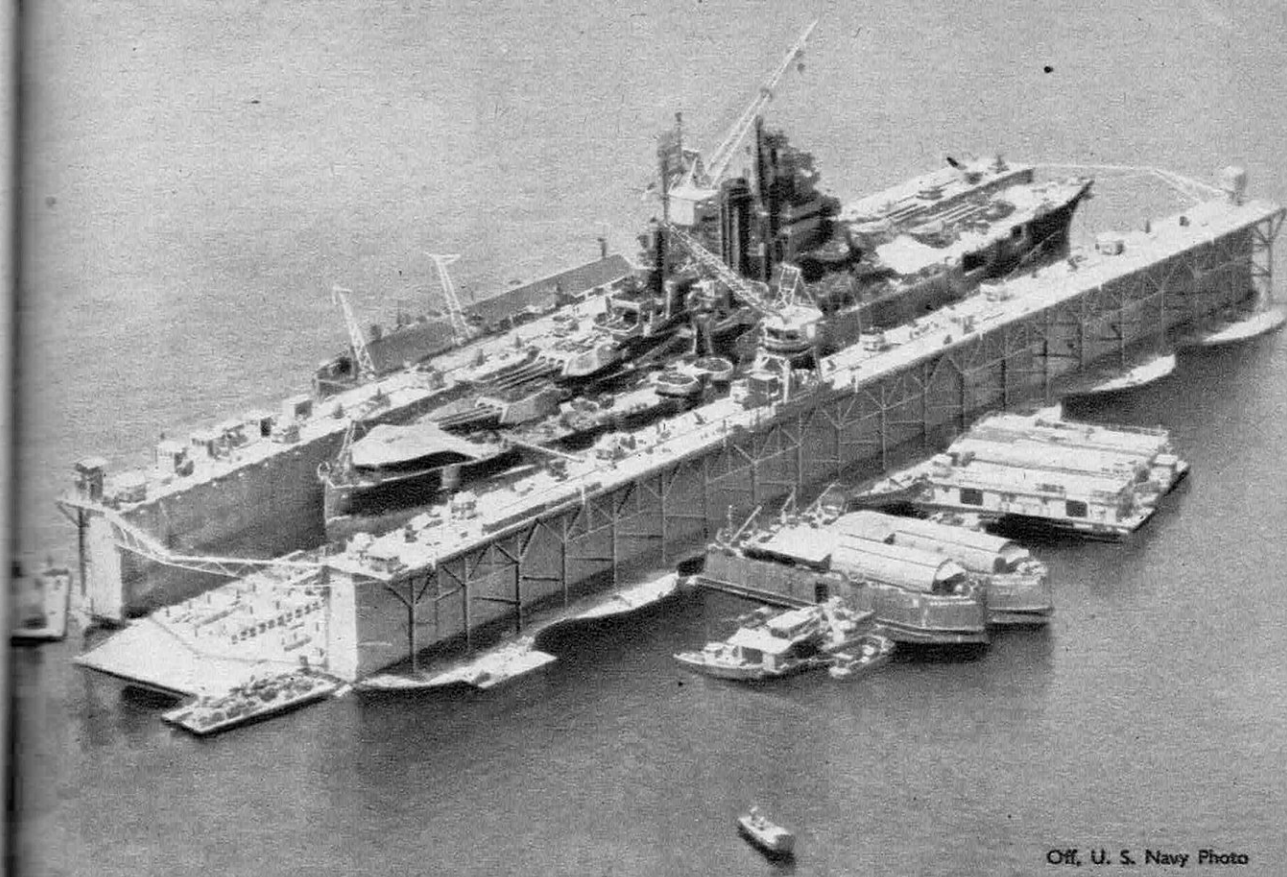
On peut conclure que l'arme sous-marine est en plein progrès et devient de plus en plus redoutable. Mais il est un facteur dont nous n'avons pas encore parlé : c'est celui de sa résistance à la bombe atomique. Là aussi il est bien difficile de fournir des indications définitives ; il semble bien pourtant que le sous-marin soit parmi tous les types de navires celui qui puisse le mieux résister à la bombe atomique. La rigidité et la solidité de sa construction, son étanchéité naturelle, la facilité avec laquelle il plonge profondément sont autant d'éléments techniquement en sa faveur ; sa discrétion, son individualisme doivent lui conférer de sérieux avantages au point de vue tactique ; on imagine mal, en effet, qu'un belligérant, pour le gain aléatoire de la destruction d'un seul sous-marin, fasse la dépense de plusieurs projectiles ou bombes d'un prix aussi exorbitant.

Le sous-marin reste donc, plus que jamais, une arme d'avenir ; son rôle futur ne fera sans doute que s'élargir.

Il importe que la France, qui a plus que tout autre pays contribué à sa naissance et à ses progrès, continue à posséder une flotte sous-marine que les circonstances obligent sans doute à réduire en quantité mais qui doit, comme par le passé, ne se laisser distancer par aucune autre pour la qualité.

### PRINCIPAUX SOUS-MARINS ACTUELLEMENT EN SERVICE

Type	En service	Déplac <sup>t</sup> (t)	Dimensions (m)	Puissance (ch)	Vitesse (nœuds)	Armement
Auroré (France)	1946	815/1 170	73,50×6,50×4,17	3 000/1 400	17,5/10	1/88 - 4/20 AA 10 tubes.
Type A (Angl.)	1946	1 120/1 620	85,95×6,80×5,10	4 300/1 250	20/8	1/102 - 1/20 AA - 10 tubes - 20 torpilles
Type Guppy (U.S.A.)	1948	1 600/2 200	95×8,25×5,20	5 400/5 400	18/15	10 tubes
Type Albacore (U.S.A.)	1942	1 525/2 300	95×8,25×5,20	5 400/5 400	19/18,5	2/127 - N/20 AA - 10 tubes - 24 torpilles
Type XXI (All.)	1945	1 602/1 827	72,23×6,60×6,20	4 000/5 000	15/15	4/20 AA - 6 tubes - 23 torp.
Type VII (All.)	1940	517/871	67,20×6,22×4,60	2 800/750	17/17,5	1/37 AA - 2/20 AA - 5 tubes - 12 torpilles
Type IX (All.)	1941	740/1 232	76×6,70×4,70	4 400/1 100	18/7	1/105 - 1/37 - 4/20 AA - 6 tubes - 16 torpilles



Off. U. S. Navy Photo

AUX PHILIPPINES, EN 1945, LE CUIRASSÉ MISSISSIPPI (33 000 T) EST RÉPARÉ SUR UN DOCK FLOTTANT

# LES BASES NAVALES

par Gabriel GUY

*Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées*

*Directeur Central des Travaux Immobiliers et Maritimes*

**U**NE base navale est un ensemble complexe où l'on trouve :

— un plan d'eau abrité, défendu contre des attaques venant de la mer, de la terre ou de l'air ;

— des installations plus ou moins importantes, permettant le ravitaillement, l'entretien et la réparation d'une force navale.

Le terme « base navale » est donc plus général que les termes, autrefois courants, « port de guerre » et « arsenal » ; il correspond à un ensemble d'installations qui peut aller de la base de stationnement, où les unités navales trouvent simplement un mouillage abrité et défendu contre les attaques de l'ennemi, au grand arsenal de constructions neuves, où les unités peuvent trouver tout ce dont elles peuvent avoir besoin, où les réparations les plus importantes peuvent être effectuées et où les équipages peuvent trouver détente et repos.

Pour donner un exemple précis de ces deux conceptions extrêmes, on peut citer Scapa Flow en Grande-Bretagne et — avant sa destruction tout au moins — Brest en France.

La conception nouvelle de la « base mobile », permet d'ailleurs de transformer rapidement un mouillage en une base navale importante.

De tout temps, depuis que des bateaux sillonnent les mers, les bases navales ont existé et ont constitué un élément prépondérant de la puissance maritime des nations, mais leurs caractéristiques ont évolué constamment.

C'est ainsi, en se limitant aux plus récentes causes d'évolution :

— que les caractéristiques des ouvrages maritimes ont sans cesse été modifiées pour tenir compte de l'augmentation constante des dimensions des navires, d'où nécessité de draguer des fonds devenus insuffisants, de construire des quais à grande profondeur, des bassins de radoub plus vastes ;



— que le remplacement du charbon par le mazout a amené la construction de vastes parcs à hydrocarbures comportant des installations de plus en plus compliquées ;

— que le danger aérien a amené la révision complète des conceptions défensives des bases ;

— que la découverte de la bombe atomique a mis en évidence des risques nouveaux.

## LES BASES FIXES

Pour essayer de dégager les caractéristiques générales d'une base fixe, nous la comparerons à un port de commerce, avec lequel elle a un nombre important de points communs.

Un port de commerce, c'est surtout un organisme d'exploitation où les éléments essentiels sont le quai, pour l'accostage des bâtiments, et le terre-plein, pour les mouvements de marchandises. Accessoirement, le port de commerce peut disposer de moyens de réparation et de carénage.

Au contraire, dans la base navale, l'organe essentiel est le bassin de radoub avec ses annexes : chaque base métropolitaine en possède plusieurs et même les bases les plus lointaines (Dakar, Diego-Suarez, Saïgon) disposent d'un bassin pouvant recevoir des bâtiments déjà importants.

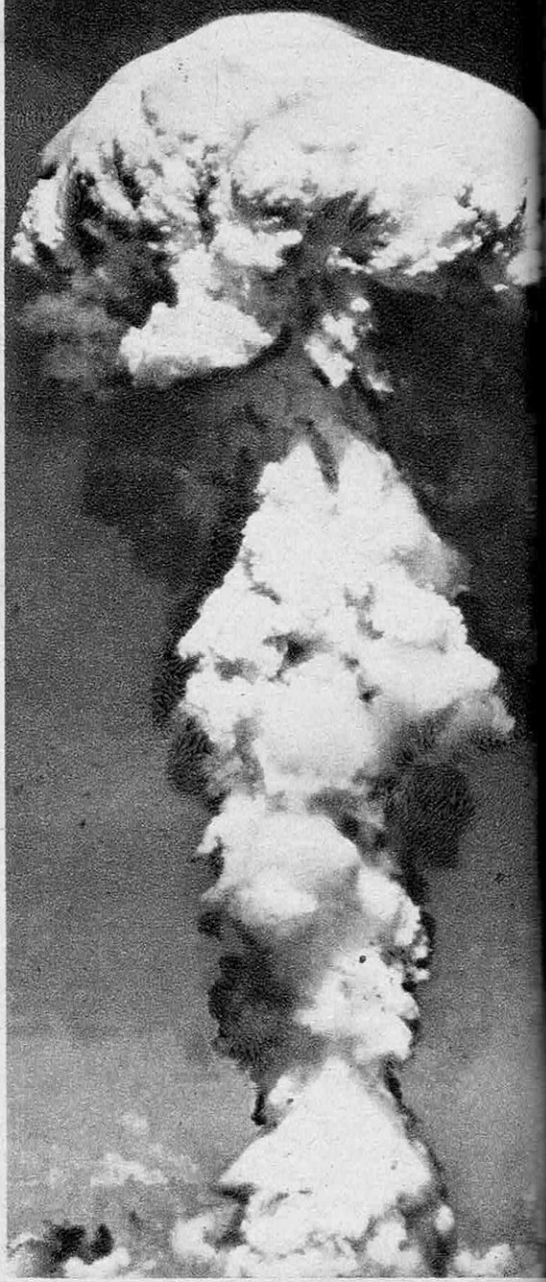
On peut évidemment concevoir des bases navales qui ne seraient équipées que pour le stationnement des unités, mais ce ne serait là qu'une situation du temps de paix et, en période d'hostilités, il serait nécessaire d'y amener rapidement des moyens de carénage (docks flottants) et de réparation (ateliers démontables, navires-ateliers, etc.).

Mais c'est surtout par son utilisation en temps de guerre que la base navale diffère du port de commerce. C'est en période d'hostilités, en effet, qu'elle doit être la plus apte à remplir son office et que la tâche qu'elle devra accomplir sera la plus écrasante.

Les caractéristiques d'une base navale ne consistent donc pas tant dans la nature spéciale de ses installations, qui se rapprochent malgré tout de celles d'un port de commerce, que dans le mode de réalisation de ces installations qui doivent tenir compte des moyens qui risquent d'être mis en œuvre par un ennemi éventuel, soit pour s'emparer de la base, soit seulement pour la neutraliser.

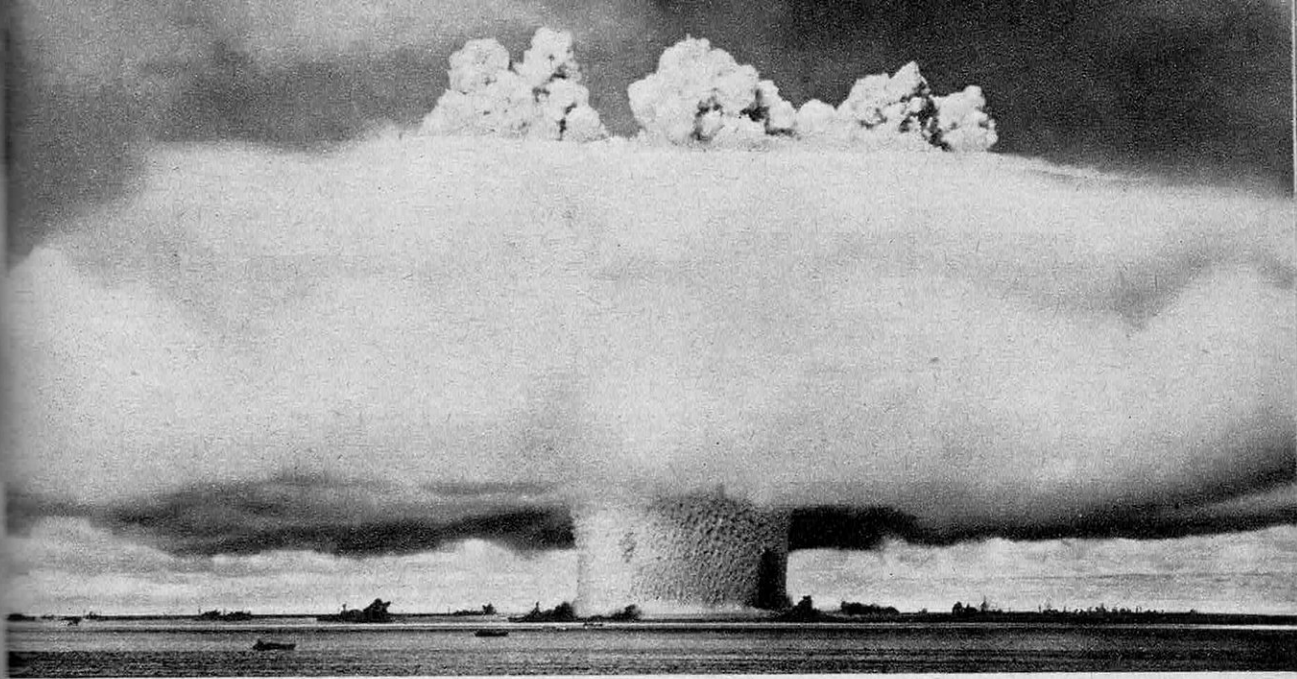
## LES PROJECTILES LE DANGER ATOMIQUE

Nous n'envisagerons pas les moyens d'attaque spéciaux, possibles en théorie, mais que les nations en guerre hésiteraient peut-être à utiliser, tels que projectiles microbiens, nuages radioactifs, etc., et nous ne retiendrons que les projectiles explosifs et atomiques.



Les effets des **projectiles explosifs** sont bien connus (effet de souffle, incendies). La fin de la dernière guerre a vu l'emploi de bombes de 10 tonnes et on peut admettre qu'avec l'augmentation du tonnage des avions, ce poids pourrait être dépassé. Mais quelle que soit la puissance atteinte dans ce domaine, elle ne pourra être qu'infiniment plus faible que celle d'un projectile atomique.

Que savons-nous par contre des effets des **projectiles atomiques**? Uniquement ce qu'on peut déduire des destructions constatées à Hiroshima et à Nagasaki d'une part, de l'expérience de Bikini d'autre part. Dans les deux cas il s'est agi de projectiles faisant explosion

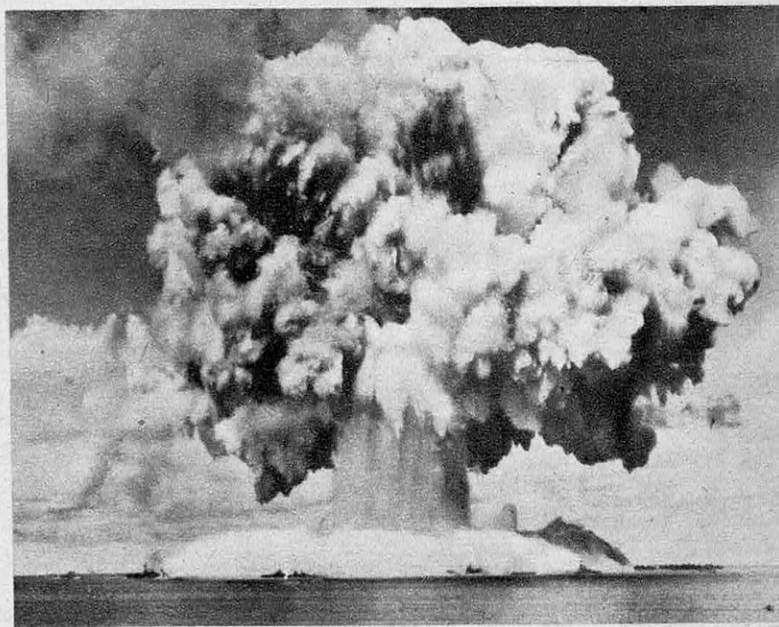


## LES EXPÉRIENCES DE BIKINI

**A gauche**, explosion, en l'air, de la première bombe (1<sup>er</sup> juillet 1946).

**En haut**, première phase de l'explosion, sous l'eau, de la deuxième bombe (24 juillet 1946) : On remarque le mouvement ascensionnel de la gerbe d'eau et du nuage de gaz et de vapeur ; la traînée noire sur le côté de la gerbe indique l'emplacement de l'Arkansas.

**A droite**, deuxième phase de l'explosion de la bombe sous-marine : la colonne d'eau soulevée par l'explosion commence à retomber ; on remarque, à la base de la colonne, le bouillonnement des eaux générateur du raz-de-marée. Ces expériences avaient surtout pour but d'éprouver la résistance du matériel flottant, mais on peut en tirer des enseignements importants susceptibles d'influencer la conception et l'équipement des bases navales.



soit en l'air (Hiroshima, Nagasaki, première bombe de Bikini), soit sous l'eau (deuxième bombe de Bikini). Nous sommes donc obligés d'extrapoler ou même d'imaginer les effets de projectiles atomiques faisant explosion à la surface ou à l'intérieur du sol.

L'examen des dégâts constatés à Hiroshima et à Nagasaki a montré qu'une bombe atomique éclatant en l'air agissait de trois manières différentes :

- par émission d'une onde de choc (effet de souffle) ;

- par production d'une onde calorifique ;
- par émission de radiations.

Les effets de souffle sont considérables

puisque, pour des constructions légères du genre de celles qui existaient dans les villes japonaises, tout a été pratiquement démoli dans un rayon de un kilomètre.

Toutefois, l'expérience a montré que des immeubles en béton construits de manière à résister aux tremblements de terre, mais ne présentant tout de même pas des caractéristiques anormales, ont assez bien résisté, même lorsqu'ils n'étaient situés qu'à une faible distance du point d'explosion. De même, tout ce qui était légèrement enterré (abris, canalisations, etc.) n'a subi aucun dommage.

Les effets de l'onde calorifique, dont le rayon d'action est également de l'ordre de





Photo H. Chalois

Vue d'ensemble de la base sous-marine protégée du Port de Brest, construite par les Allemands pendant l'occupation. La Marine française conserve cette construction, qui a prouvé son efficacité contre les bombardements.

un kilomètre sont, eux aussi, considérables, mais le passage de cette onde est extrêmement rapide et tout ce qui se trouvait à l'abri d'un écran, même d'importance minime, a bien résisté.

Enfin, les effets radioactifs de l'explosion atomique sont, dans un rayon de un kilomètre environ, mortels pour tous les êtres humains non protégés.

L'expérience de Bikini a été réalisée dans la mer intérieure d'un atoll ; ces conditions étant sensiblement celles qui seraient réalisées dans le cas d'une bombe atomique explosant à l'intérieur du plan d'eau abrité d'une base navale, on peut, dans ce cas, prévoir les effets suivants :

— création d'un véritable raz-de-marée pouvant entraîner des effets dévastateurs, aussi bien sur les ouvrages maritimes limitant le plan d'eau, que sur les installations à terre édifiées sur les terre-pleins. Ces effets risquent d'être encore accrus par réflexion de l'onde initiale sur les falaises ou les divers ouvrages maritimes limitant le plan d'eau et par l'« appel d'eau » extérieure provoqué par la projection en l'air de plusieurs millions de tonnes de liquide ;

— effets d'écrasement produits par la retombée de cette énorme masse liquide ;

— effets dus à la radioactivité de l'eau projetée par la bombe et du nuage de vapeur d'eau produit dans l'atmosphère.

Reste le cas hypothétique de projectiles atomiques éclatant à la surface ou même à l'intérieur du sol.

Dans le premier cas, on peut penser que les effets ne doivent pas être très différents de ceux produits par un projectile éclatant en l'air et même que, si les dégâts produits au voisinage du point d'impact doivent être plus considérables que ceux qu'on a constatés à la verticale du point d'explosion, le rayon d'action doit être relativement plus faible.

Dans le deuxième cas, la bombe atomique ne doit pas se comporter autrement qu'un projectile explosif d'une puissance extraordinaire.

## LES BASES FUTURES

Comment tenir compte, dans la conception et la construction de bases, de ces effets destructeurs ?

Les ouvrages maritimes sont très peu vulnérables aux projectiles explosifs : le risque le plus sérieux viendrait probablement du raz-de-marée atomique. On peut penser que les efforts qu'il exercerait seraient bien encaissés par des ouvrages massifs et bien construits ; ceci exclut les ouvrages maritimes légers admis, pour des raisons d'économie, dans les ports de commerce.

Il faudra également traiter avec un soin tout particulier l'équipement et l'outillage des quais et bassins qui sont évidemment particulièrement vulnérables.

Pour les installations à terre, on peut avoir recours soit à la dispersion, soit à la protection.

La dispersion, qui est un moyen économique, devra être utilisée chaque fois que cela sera possible sans nuire aux conditions d'exploitation de la base. On éloignera donc du centre tout ce qui n'est pas immédiatement nécessaire : magasins de stockage, ateliers pour petits matériels, écoles, hôpitaux, etc...

Mais la nécessité de grouper autour du plan d'eau la majeure partie des installations industrielles de la base fait que la protection reste, malgré son prix élevé, la principale défense contre les effets des projectiles.

Les résultats des bombardements de Nagasaki et Hiroshima ont montré que, pour les installations à l'air libre, la construction en béton armé était de loin la plus satisfaisante, la construction métallique, malgré certains avantages évidents (rapidité de montage, possibilité de démontage, etc.) offrant l'inconvénient de résister assez mal aux effets de souffle et surtout d'être très sensible à la chaleur provoquée par les incendies.

Des installations protégées à l'air libre ont été réalisées sur une grande échelle par les Allemands dans tous nos ports pendant l'occupation : elles allaient du simple « bunker » à la base de sous-marins (La Pallice, Lorient, Brest). Ces constructions ont parfaitement rempli leur office (quelques bombes de

5 à 10 t ont bien percé les toits des bases de sous-marins, mais sans jamais provoquer d'arrêt dans leur exploitation), et on peut être assuré qu'elles auraient résisté de la même façon aux projectiles atomiques. Toutefois l'énormité des moyens à mettre en œuvre limite l'emploi du béton à la seule protection de certains points vitaux qu'il est impossible de placer en souterrain.

Pour assurer une protection efficace des installations souterraines contre les projectiles atomiques, on a parlé de 100 mètres de rocher. Mais les calculs supposent une bombe pénétrant profondément dans le sol à l'aplomb du souterrain. En outre, la résistance variera, non seulement avec la dureté et la compacité de la roche, mais encore avec l'inclinaison absolue et relative des couches de rocher.

L'arrosage systématique d'une zone avec des engins atomiques étant exclu en raison de la rareté et du prix de ces engins, on peut admettre, en gros, que 100 mètres de rocher assurent une protection absolue, mais que 40 ou 50 mètres assurent une protection relative qui n'est pas à dédaigner.

Les installations souterraines des bases étant forcément situées à proximité du plan d'eau, il conviendra également de prévoir des dispositifs de défense contre le raz-de-marée atomique et les radiations, car il ne servirait évidemment de rien de posséder des ateliers d'épreuve de la bombe mais susceptibles d'être noyés complètement par une eau radioactive.

En principe, on devra placer en souterrain :

— tous les points sensibles (centrales électriques, stations de pompage, centrales d'air comprimé, etc.) ;

— les ateliers, magasins et réservoirs à hydrocarbures ;

— les installations nécessaires à la vie du personnel (casernements, ambulances, etc.).

On peut même concevoir des abris souterrains pour petits bâtiments comportant, outre des possibilités de stationnement, des moyens de réparation et de carénage.

Les installations souterraines sont évidemment d'un prix de revient élevé qu'on peut toutefois diminuer considérablement en réalisant des souterrains de grande hauteur, dont les étages inférieurs seraient réservés aux ateliers lourds et les étages supérieurs aux ateliers de petit outillage et aux magasins, et en admettant le travail à plusieurs postes.

Bien entendu, il conviendra de soigner particulièrement l'éclairage, la ventilation et le conditionnement. L'expérience a déjà été tentée à l'étranger, en Suède en particulier, où elle a parfaitement réussi.

Une base fixe, susceptible de répondre à toutes les exigences d'un conflit moderne, devrait donc finalement présenter les caractéristiques générales suivantes :

— plan d'eau bien abrité, aussi vaste que possible pour pouvoir disperser les navires, à proximité immédiate de falaises ou de hauteurs permettant d'enterrer les installations essentielles du temps de guerre ;

— ouvrages maritimes aussi massifs que possible ;

— installations de surface réduites au minimum ;

— protection sous béton de tous les points vitaux qui ne peuvent être placés en souterrain ;

— mise en souterrain, sous 100 mètres de bon rocher si possible et, en tous cas, sous une épaisseur de rocher d'au moins 50 mètres, de toutes les installations nécessaires au fonctionnement de la base en temps de guerre, y compris la vie du personnel ;

— adoption de dispositifs spécialement étudiés pour la protection contre les effets des projectiles atomiques autres que les effets de souffle (effets calorifiques, émissions radioactives, raz-de-marée atomique).

Il sera peut-être difficile de réaliser une base remplissant toutes ces conditions, mais c'est là l'idéal vers lequel il faut tendre dans toute la mesure du possible.

#### ← ATELIERS SOUTERRAINS

La protection des installations nécessaires à la réparation et à l'approvisionnement des unités navales conduit à placer les plus importantes et les plus vulnérables en souterrain.





## LES BASES MOBILES

La dernière guerre mondiale a fait apparaître la nécessité d'un nouveau type de base navale, la **base mobile**.

Outre les grands arsenaux de la côte Ouest (San Francisco, San Diego, Panama), les Etats-Unis ne disposaient, dans le Pacifique, que d'une importante base navale, Pearl-Harbour dans les Hawaï, et de deux positions fortifiées pouvant servir de bases, Cavite, aux Philippines, et Guam dans les îles Mariannes. Les Anglais, eux, ne disposaient, en première ligne, que de la position fortifiée de Hong-Kong et de la puissante base de Singapour.

L'isolement de ces bases constituait une première faiblesse. En outre, elles avaient été conçues pour résister principalement à des attaques venant du large, et dans l'hypothèse de l'existence d'une puissante force aérienne et navale pouvant coopérer à leur défense.

Or, on se rappelle que l'attaque surprise de Pearl-Harbour, le 8 décembre 1941, mit presque complètement hors de combat la flotte de bataille américaine et que, le 11 décembre, la force de bataille anglaise était envoyée par le fond au large de Singapour. En même temps, des débarquements aux Philippines et dans l'isthme de Malacca permettaient d'attaquer, par la face où elles étaient le plus vulnérables, les forteresses de Cavite et de Singapour qui capitulaient, la première à la fin du mois de décembre, la dernière au début de février.

Le haut commandement américain envisagea immédiatement le moment où il serait capable de reprendre l'offensive. Ne disposant plus de bases navales avancées il mit sur pied une organisation susceptible de suivre de très près les opérations et capable, en outre, de préparer les unités terrestres, navales et aériennes, de réparer le matériel avarié pour permettre aux unités de reprendre le combat le plus rapidement possible, de ravitailler constamment les forces en opérations.

Ce problème difficile a été résolu par la création de bases mobiles dont on peut dire qu'elles ont constitué l'un des éléments prépondérants des succès américains pendant la dernière partie du conflit du Pacifique, car il est bien évident que les Américains n'auraient pu maintenir leur écrasante supériorité s'il leur avait fallu renvoyer les bâtiments endommagés dans les arsenaux de la côte Ouest du Pacifique ou même à Pearl Harbour.

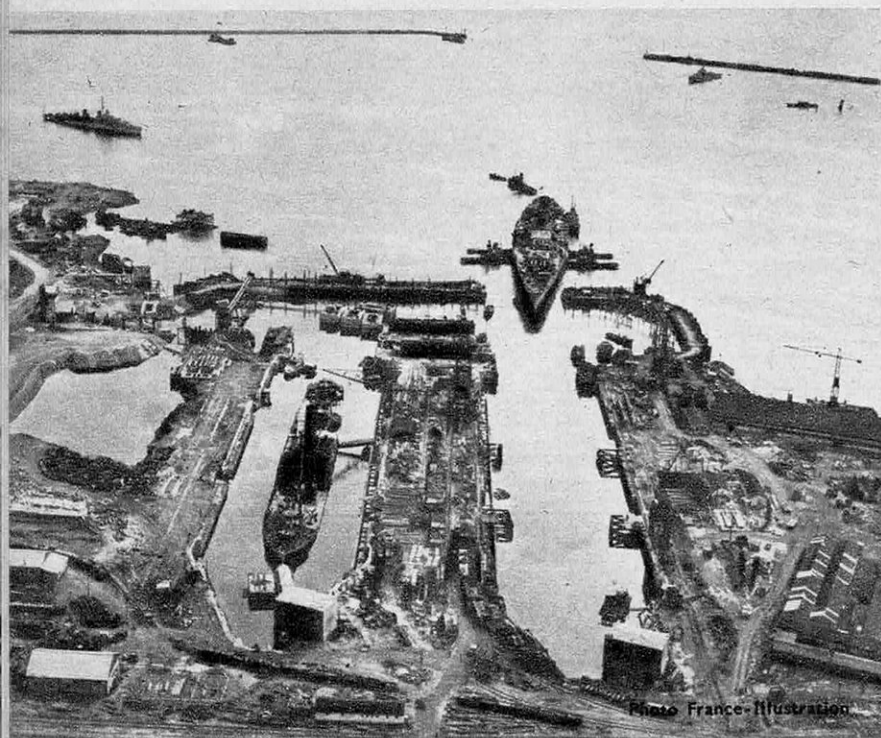
### COMPOSITION DES BASES MOBILES

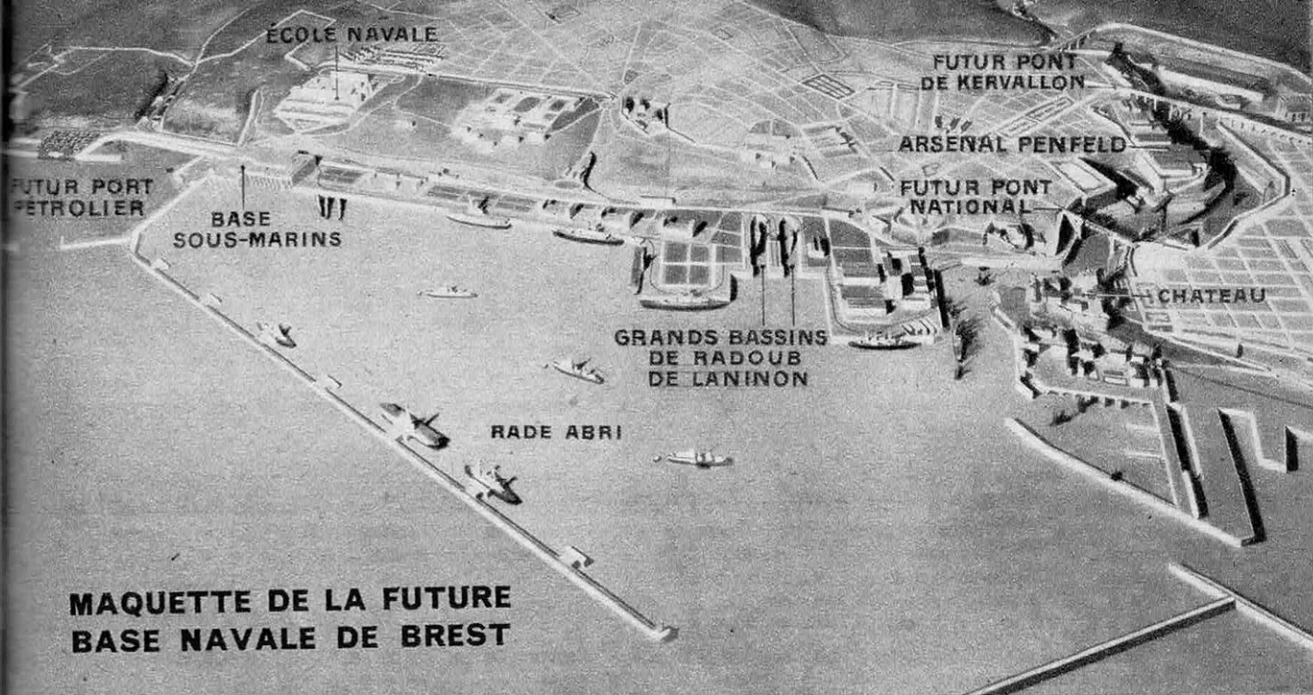
Une base mobile est une combinaison de moyens flottants et terrestres, pouvant être aisément et rapidement déplacés. Son élément essentiel est le dock flottant : docks flottants habituels pour les faibles tonnages, grands docks en sections assemblées pour les grandes unités. Mais elle peut comprendre bien d'autres engins flottants tels que navires-ateliers, navires-centrales électriques, navires-frigos, bâtiments-citernes, pétroliers, navires-hôpitaux, transports, cargos, dragues, remorqueurs, chalands, etc., ainsi qu'un matériel terrestre qui peut être énorme (camions, bull-dozers, grues, quais-pontons, hangars mobiles, hôpitaux de campagne, camps mobiles etc.).

Pour donner une idée de l'importance d'une base mobile on peut indiquer que les plus grandes unités réalisées par les Américains comprenaient en moyenne 15 000 marins et 35 000 militaires de toutes spécialités, soit 50 000 hommes au total.

#### ◀ LE JEAN-BART A BREST

Le 20 mars 1948, le **Jean-Bart** franchissait la passe du batardeau qui, construit devant les bassins de radoub 8 et 9 de Lanignon, à Brest, avait permis d'en effectuer à sec la réparation sommaire.





## MAQUETTE DE LA FUTURE BASE NAVALE DE BREST

Donnant sur une rade suffisamment vaste et abritée pour permettre de disperser une flotte entière, Brest constitue la seule base française sur l'Atlantique capable de répondre aux exigences d'un conflit futur. La maquette photographiée ci-dessus montre ce que doit être la base navale de Brest lorsque les travaux d'extension seront terminés.

Les bases mobiles présentent un grand nombre d'avantages : souplesse, économie des forces, discrétion, rapidité d'exécution, possibilité de dispersion, qui en font des instruments de combat extraordinaires. Est-ce à dire que la base mobile soit une panacée et qu'elle doive détrôner la base fixe ? Assurément non.

Les bases mobiles ne sont en effet que des organismes opérationnels pour le ravitaillement d'unités en campagne et les réparations d'urgence : les arsenaux et bases fixes seront toujours nécessaires pour assurer, outre les constructions neuves, les grosses réparations et l'entretien courant des unités de la flotte et également, il ne faut pas l'oublier, l'entretien des bases mobiles elles-mêmes qui, soumises à un travail intensif, se détériorent rapidement.

En ce qui concerne les bases lointaines, la question se présente un peu différemment. En temps de paix, la construction et le maintien en réserve de bases mobiles paraissent immobiliser des capitaux importants et en

partie improductifs ; mais cette solution est infiniment moins coûteuse que l'établissement des nombreuses bases fixes terrestres que l'on pourrait juger indispensables. Par ailleurs, l'exemple de Singapour est à méditer.

La position raisonnable paraît être la suivante : Il faudra toujours des bases fixes lointaines, mais en tout petit nombre et en des points judicieusement choisis pour que leur défense puisse être assurée dans toute la mesure possible. En outre, il ne sera pas nécessaire que ces bases fixes soient dotées de moyens aussi puissants que les bases métropolitaines, car si le besoin s'en fait sentir, elles pourront être immédiatement renforcées par l'envoi d'éléments de bases mobiles dont il suffira d'avoir prévu la venue et l'installation. Enfin, pour les points d'appui moins importants où l'établissement d'éléments fixes conduirait à des dépenses inadmissibles, la base mobile reprend toute sa valeur, surtout si on a eu soin de prévoir les installations sommaires nécessaires à sa mise en place et à son fonctionnement.

## LES BASES NAVALES FRANÇAISES

### LES BASES FRANÇAISES AVANT 1939

Ce qui fait la valeur d'un réseau de bases navales c'est, en dehors des qualités nautiques et de l'importance de l'équipement particulières à chacune d'elles, leur répartition judicieuse. De ce dernier point de vue, on peut

affirmer que la France disposait, avant les hostilités, d'un réseau d'une valeur exceptionnelle. Il suffit d'en rappeler la liste (nous omettrons volontairement les simples points d'appui) :

— **Atlantique Nord** (y compris Manche et Mer du Nord) : 2 bases principales : Brest, Cherbourg ; 1 base secondaire : Lorient.



— **Méditerranée** : 2 bases principales : Toulon, Bizerte ; 1 base en construction : Mers-el-Kébir.

— **Atlantique Central** : 1 base principale : Dakar ; 1 base secondaire : Casablanca.

— **Océan Indien** : 1 base secondaire : Diégo-Suarez.

— **Mer de Chine et Pacifique** : 2 bases secondaires : Saïgon, Nouméa.

Comme on le voit, les bases françaises étaient harmonieusement réparties et constituaient des positions stratégiques de premier ordre. Toutes, à l'exception de Lorient et de Saïgon, disposaient d'un plan d'eau, naturel ou artificiel, permettant de satisfaire sans difficulté les besoins de la flotte. Enfin, les bases métropolitaines, ainsi que Bizerte, étaient remarquablement équipées et, si l'équipement des bases d'outre-mer était sensiblement moins puissant, il faut tout de même signaler que Dakar, Diégo-Suarez et Saïgon disposaient chacun d'un bassin de radoub, ce qui n'était pas le cas des bases étrangères dans les zones voisines.

Comme confirmation de la valeur du réseau de bases français, on peut rappeler que la plupart d'entre elles ont été utilisées pendant la dernière guerre, quelques-unes par nos ennemis malheureusement. Brest et Lorient ont été de puissantes bases allemandes, pour sous-marins en particulier. Cherbourg fut longtemps le principal port de débarquement allié. Casablanca, Mers-el-Kébir puis Bizerte ont servi à la préparation du débarquement de Provence. Diégo-Suarez fut longtemps une base anglaise et Nouméa une base américaine.

## LES BASES FRANÇAISES A LA LIBÉRATION

Toutes les bases métropolitaines sans exception, outre les bombardements subis, fréquents et massifs, avaient été systématiquement sabotées par les Allemands après leur départ.

A Cherbourg, si les ouvrages maritimes avaient dans leur ensemble subi peu de dégâts, à l'exception des bateaux-portes et des stations de pompage des bassins qui avaient été détruits, 50 % des installations à l'air libre avaient, par contre, été démolies.

A Brest, les dégâts étaient beaucoup plus graves puisque des brèches avaient été pratiquées, sur 20 % de leur longueur, dans les jetées limitant le plan d'eau, que tous les quais bordant la rade-abri étaient inutilisables, que tous les bassins de radoub avaient subi des dégâts, particulièrement importants pour les grands bassins de Laninon, que 80 % des ateliers et maçonneries étaient rasés.

A Lorient, 90 % des bâtiments de surface étaient inutilisables. A Toulon enfin, comme à Brest, les ouvrages maritimes avaient été systématiquement sabotés.

Au total, dans la Métropole, on devait déplorer la destruction partielle ou totale de 30 bassins de radoub, 3 000 mètres de jetées,

10 000 mètres de quais, 600 000 mètres carrés d'immeubles, ainsi que de la presque totalité des réseaux de routes, de voies ferrées, d'égouts, d'eau, d'électricité etc.

Les seules installations en bon état, qui représentaient d'ailleurs une augmentation du patrimoine de la Marine, étaient constituées par les deux bases protégées pour sous-marins, construites par les Allemands à Brest et à Lorient.

Outre-mer, la situation n'était guère plus brillante :

Bizerte avait subi de nombreux dégâts par bombardements et par sabotages. Oran-Mers-el-Kébir n'était guère qu'une base en cours de construction, dont le plan d'eau était seulement à moitié protégé et qui ne possédait aucune installation de surface. Dakar était intact, mais ne représentait évidemment qu'un potentiel industriel assez faible. Diégo-Suarez avait toujours été réduit à son plan d'eau et à son bassin de radoub. Saïgon, enfin, avait subi le sort des bases métropolitaines et son arsenal était en ruines.

En définitive, la France ne possédait plus, à la Libération, que des installations ruinées.

## L'ŒUVRE ACCOMPLIE DEPUIS LA LIBÉRATION

Dès la fin de 1943, les quatre bassins de radoub de Bizerte étaient remis en état. Des 1945, Cherbourg pouvait caréner nos deux plus grands navires, le **Richelieu** et l'**Ile-de-France**. Successivement, à un petit nombre d'exceptions près, tous les bassins de radoub des arsenaux étaient remis en service et, en mars 1948, le **Jean-Bart**, en cours de transformation et d'achèvement, était échoué dans le bassin n° 9 de Laninon à Brest.

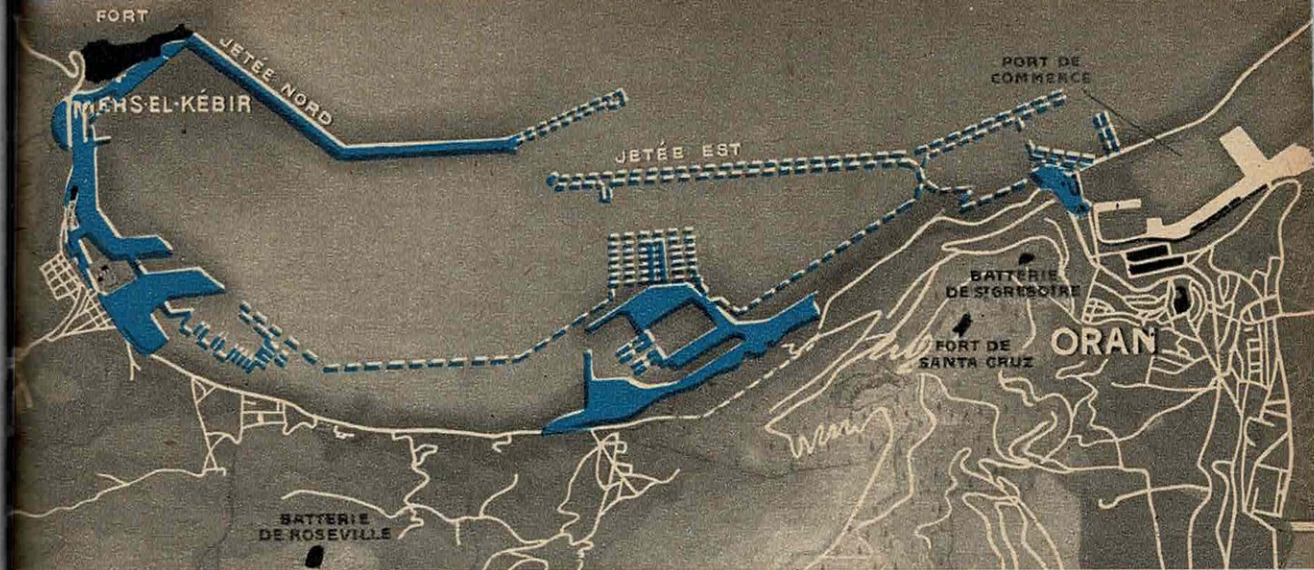
Cette dernière opération a été rendue possible grâce à la réalisation d'un batardeau en palplanches métalliques de 350 mètres de long, 30 mètres de large et 25 mètres de haut, à l'abri duquel l'eau a été pompée et le bassin avarié sommairement réparé pour recevoir le **Jean-Bart**. C'est d'ailleurs à l'abri de ce batardeau que les deux grands bassins de Brest vont être complètement réparés, élargis et allongés afin qu'ils puissent recevoir les plus grands navires.

Parallèlement bien entendu, les édifices essentiels industriels et militaires les moins endommagés étaient réparés.

Toutefois, ce programme de réalisations immédiates n'a pas fait perdre de vue l'organisation définitive, compte tenu des enseignements du dernier conflit et des prévisions possibles sur les effets destructeurs des engins nouveaux.

C'est ainsi que la construction des grands ouvrages maritimes de Mers-el-Kébir a été poursuivie suivant les plans prévus et que les premières grandes réalisations d'installations souterraines ont été entreprises. Nous insisterons à cet égard sur la





En cours d'aménagement, la base de Mers-el-Kébir a largement été utilisée par les Alliés en 1943 et 1944. Etant donné que seuls les ouvrages maritimes sont en cours de réalisation, il sera possible de tenir compte de toutes les expériences et de tous les progrès de la technique moderne pour en faire une base d'importance exceptionnelle.

construction, à Brest, d'une grande centrale thermique souterraine de 40 000 kW ; construite par la Marine pour l'Electricité de France, elle est destinée à fournir à la Bretagne la plus grande partie de l'énergie qui lui est nécessaire, mais elle présente, pour la Marine, un intérêt considérable puisque, en temps de guerre, elle est susceptible d'offrir, pour les installations de la base navale de Brest, les mêmes avantages qu'une centrale de secours.

## LES PERSPECTIVES D'AVENIR

Quelle valeur peut-on actuellement attribuer au réseau de bases français ?

Il faut distinguer, d'une part, les bases métropolitaines et d'Afrique du Nord où il est nécessaire de disposer d'installations importantes et permanentes et, d'autre part, les bases lointaines.

Sur l'Atlantique, une seule base répond aux exigences d'un conflit futur, celle de Brest, donnant sur une rade magnifique, suffisamment vaste et abritée pour permettre de disperser une flotte entière. En outre, des falaises de 60 à 70 mètres de hauteur, à proximité immédiate du plan d'eau, permettent de prévoir les installations souterraines nécessaires, au besoin au-dessous du niveau de la mer, ce qui permettrait d'accroître notablement la protection.

À Cherbourg, il est impossible de réaliser des installations souterraines convenablement protégées à moins de 5 kilomètres du plan d'eau, ce qui restreint immédiatement l'importance de cette base.

Lorient est dans le même cas avec, comme circonstance aggravante, l'inconvénient de se trouver sur une rivière dont il faut sans cesse entretenir les fonds.

En Méditerranée, Toulon et Bizerte présentent les mêmes inconvénients que Cherbourg,

mais la position stratégique de Bizerte, fait que cette base gardera toujours une certaine importance, surtout comme base aéronavale.

Mers-el-Kébir, enfin, avec ses falaises de plusieurs centaines de mètres à l'aplomb de son vaste plan d'eau, ne peut que prendre de l'importance et constituera dans l'avenir la grande base française en Méditerranée.

Pour les bases lointaines, ainsi que nous l'avons indiqué, on doit concevoir des installations beaucoup plus modestes.

Dakar et Diégo-Suarez conserveront toujours une valeur considérable en raison, d'une part, de leur position stratégique, d'autre part, de la qualité du plan d'eau dont elles disposent, enfin de l'importance des installations qui s'y trouvent déjà.

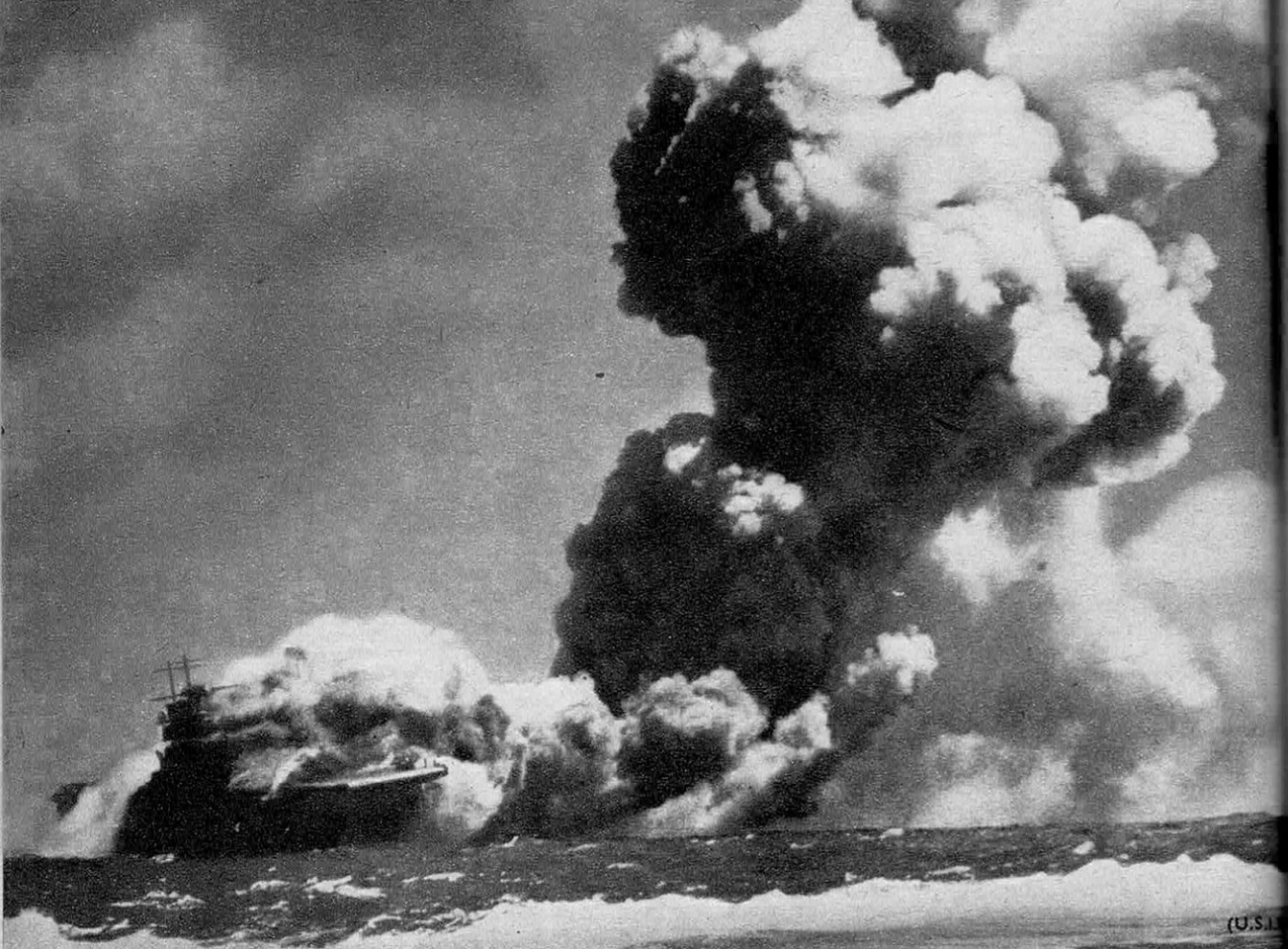
Saigon, assez mal placé géographiquement et stratégiquement, devra vraisemblablement céder le pas à une autre base mieux située, mais la position de la France en Indochine n'est pas encore suffisamment définie pour qu'on puisse prendre position à cet égard.

Nouméa conservera certainement sa valeur stratégique, mais les installations permanentes y seront toujours modestes.

Ainsi, malgré les destructions massives dont il a fait l'objet, malgré l'augmentation extraordinaire de la puissance des moyens de destruction, on peut affirmer que notre réseau de bases navales a gardé toute sa valeur ; il comporte en effet des éléments d'une haute valeur stratégique dont deux — Brest et Mers-el-Kébir — peuvent répondre à toutes les éventualités d'un conflit futur.

Malheureusement les travaux portuaires ainsi que les constructions souterraines coûtent très cher et il est à craindre que notre pays hésite à y consacrer toutes les sommes qui seraient nécessaires : ce serait à notre avis une grave erreur, car notre réseau de bases constitue un des plus sûrs garants de l'intégrité de l'Union française.





LE PORTE-AVION AMÉRICAIN WASP EST TORPILLÉ A GUADALCANAL, LE 15. SEPTEMBRE 1942.

# L'AVENIR DE LA GUERRE NAVALE

par Camille ROUGERON

**S**OUS la menace des bombes-fusées supersoniques qui perforeront les cuirasses les plus épaisses, et des bombes atomiques dont les gerbes de 700 m de diamètre projeteront dans les airs les bâtiments de 65 000 t aussi aisément que ceux de 35 000 t, les flottes ne vont-elles pas être chassées des mers et détruites jusque dans leurs bases? Pour n'en retenir que les aspects les plus récents, la guerre navale subsistera-t-elle sous la forme de ces « Task-Force » échangeant hors de vue les coups de leurs avions, de ces débarquements et bombardements auxquels ne résistait aucune défense côtière, de ces convois que menaient à bon port, en dépit des « meutes » de sous-marins, leur escorte de cuirassés, de porte-avions, de croiseurs légers et de corvettes ?

## PROTECTION ET VITESSE

Les armes ont fait de tels progrès en dix ans que les matériels ne se distinguent plus par la puissance de celles qu'ils portent.

Avec un tube de 10 kg sur l'épaule, un fantassin lance aujourd'hui à 600 m/s une grenade de 75 mm à charge creuse qui perfore les 200 mm de blindage des chars les plus lourds.

L'avion ne limite plus son armement à quelques canons automatiques de faible calibre ou à des bombes imprécises. Les chasseurs-bombardiers de demain pourront lancer des engins-fusées supersoniques de même poids et de même vitesse que ceux qu'emporteront les plus gros des cuirassés.

Mais, pas plus que les succès qu'il a remportés contre les chars ne condamnent les

armées de terre, l'avion ne chassera des mers tout ce qui flotte. Il est l'aboutissement logique et unique du véhicule rapide ; s'ils entreprennent la course à la vitesse, le navire, comme le char, échouera. Mais le matériel purement naval surclassera toujours le matériel volant par la protection qu'il pourra porter ; comme le char, le navire ne peut se justifier que par la cuirasse et, pour le sous-marin, par cette variété particulière de blindage qu'est la coque résistante pour grandes profondeurs.

Rejoint aujourd'hui par l'avion dans le domaine de l'armement, le grand bâtiment fait la preuve de la vanité de l'entreprise où l'on veut porter à leur maximum, sur un même matériel, tous les facteurs de puissance. Mais son échec ne condamne pas les tentatives plus modestes, où l'on aura misé sur un ou deux seulement d'entre eux. Les efforts gigan-

tesques de l'Allemagne, à deux reprises, pour réunir sur le sous-marin l'armement, la protection représentée par la profondeur d'immersion, la vitesse et le rayon d'action en surface et en plongée, se sont heurtées à cette même difficulté. La différenciation des types n'a été entreprise qu'à la fin de la dernière guerre, avec des sous-marins à grande profondeur de plongée, d'autres à vitesse de surface suffisante pour échapper à la plupart des escorteurs ou les rejoindre, d'autres enfin à vitesse de plongée dépassant celle des convois pour déjouer leurs manœuvres de dérobement. Ces matériels auraient mis en défaut les parades alliées, si les hostilités n'avaient pris fin. Pour que le navire résiste à l'avion, il faudra s'inspirer de la leçon.

Il y aura place, demain, pour un matériel naval plus diversifié encore que celui d'hier.

## MER CONTRE TERRE

Depuis l'époque brillante des incursions normandes ou barbaresques, la marine souffrait d'un complexe d'infériorité vis-à-vis de la côte et de ses défenseurs. On comprend que Bonaparte, expulsant la flotte britannique de la rade de Toulon par une batterie bien placée, ait pu affirmer « qu'un canon à terre valait un vaisseau à la mer ». Mais Nelson renchérisait : « Tout marin qui attaque un fort est un fou », et, quelques années plus tard, l'escadre de lord Duckworth, franchissant les Dardanelles, était durement touchée par de simples pierriers.

L'échec, en 1915, de la tentative de forçage des Dardanelles confirmait la méfiance du marin. Il fut jugé assez probant pour que, jusqu'en 1918, ni en mer du Nord, ni en Baltique, ni en Adriatique, aucun des belligérants, qu'il détint ou non la maîtrise de la mer, ne tentât de prendre à revers le front qui s'appuyait à la côte.

### LE DÉBARQUEMENT NAVAL

Les résultats de la dernière guerre ont entièrement renversé les idées régnantes en matière d'opérations combinées dirigées contre les côtes. Après le succès des débarquements japonais de 1941-1942 dans le Pacifique, qu'on pouvait attribuer à l'extrême infériorité numérique de la défense terrestre devant les forces aéronavales de l'assaillant, le franchissement du « mur méditerranéen », puis du « mur atlantique », fit, en 1943-1944, l'expérience des capacités de résistance de la ligne côtière continue dans des conditions très différentes. En Sicile, en Calabre, à

Tarente, à Salerne, en Corse, à Anzio, en Normandie et en Provence, les défenses s'effondrèrent à chaque coup porté. Transformés en une artillerie moderne, en tourelles blindées ou sous béton, les pierriers de 1807



Le cuirassé japonais **Yamato** (64 000 t), tente vainement d'échapper aux bombes des avions de la troisième flotte américaine (7 avril 1945, mer de Chine).





OR. U.S. Navy Ph.



Les U.S.A. construisirent pendant la guerre des milliers de chalands, docks et chaloupes de débarquement.

Les troupes australiennes combattant sur l'île de Tarakan navires L.S.T. (Landing Ship, Tank) dont le matériel

et les canons à peine moins méprisés de 1915 perdaient la partie.

C'est que, depuis 1915, presque tous les progrès avaient joué en faveur de l'artillerie de bord. Le relèvement des angles de tir et de la vitesse des navires donnait toute leur valeur aux manœuvres de déroboement. L'emploi des fumigènes, par émission directe par le tir de l'artillerie secondaire, d'un bâtiment auxiliaire ou d'un avion, y ajoutait l'appoint d'un couvert particulièrement efficace. Les procédés de tir d'après la carte, qui se compliquent à la mer de la nécessité du placement continu d'un tireur en évolution, furent mis au point après Gallipoli ; par mer calme, ils permettaient l'exécution de tirs équivalents en justesse et en précision à ceux d'une batterie fixe. Enfin l'aide de l'observation aérienne était presque toujours acquise à l'assaillant et interdite au défenseur. Le vaisseau à la mer contre le canon à terre, ce sont deux artilleries aux méthodes de tir équivalentes à limites de portée. Mais l'une se défend en évoluant derrière un rideau fumigène dont l'aviation amie interdit le survol, pendant que l'autre, rivée au sol, doit subir le feu qu'un avion d'observation règle sur elle, salve après salve.

Si l'on pouvait conclure d'après l'expérience de la dernière guerre, la menace du débarquement naval serait l'une des plus graves de celles que le maître de la mer peut diriger contre une puissance continentale. Quand Hitler a échoué dans sa défense du petit promontoire de l'Eurasie qu'est l'Europe occidentale, comment ses successeurs éviteraient-ils l'établissement de bases adverses aussi bien dans leurs futures conquêtes qu'en Nouvelle-Zemble ou en Yakoutie ?

## LE PORTE-AVIONS STRATÉGIQUE

La marine réussira-t-elle aussi bien lorsqu'elle prétend enlever à l'aviation le monopole jusqu'ici incontesté du bombardement stratégique sur les objectifs industriels et

autres profondément enfoncés dans les territoires ennemis ?

Dans la lutte intercontinentale qui se prépare, l'aviation, pour mener à bien, à elle seule, cette mission primordiale, exige la conquête de bases voisines qui pourraient manquer en plusieurs secteurs. Ne vaudrait-il pas mieux faire appel à des porte-avions de gros tonnage, équipés d'appareils spécialement étudiés quant à leur exigences en encombrement et en longueur d'appontage, qui réuniraient les avantages de la mobilité et de la rapidité de concentration ?

Cependant, avec ses raids sensationnels de Boeing B-50 « Superfortress » ravitaillés en vol et de Consolidated-Vultee B-36, l'aviation américaine présente une solution plus séduisante encore ; si l'on ne dispose pas de bases rapprochées, on s'en passera, car tout point du monde peut être bombardé en partant d'un terrain américain.

Là encore, si l'on croit pouvoir conclure au vu des résultats de la dernière guerre, les expéditions menées à partir de porte-avions comme les dernières de celles qui furent dirigées contre la navigation japonaise dans ses eaux côtières, dépassaient certainement en rendement les bombardements stratégiques conduits à partir d'Iwojima et d'Okinawa. Un Martin « Mauler », avec son unique moteur « Wasp Major » de 3 500 ch, emporterait à courte distance presque le même poids de bombes qu'une « Superfortress » avec quatre moteurs de même puissance, à partir d'une base éloignée. Mais la marine américaine, qui faisait décoller en mars dernier des bimoteurs de 37 t de ses porte-avions de 45 000 t, a commandé des appareils plus lourds encore pour ses 65 000 t. Elle ne doute pas, avec l'énorme supériorité aérienne qu'elle sait détenir sur ses adversaires probables, de pouvoir escorter efficacement ses porte-avions stratégiques comme les avions qui en partiront.





A.C.M.E.



Off. U.S.Navy Ph.

dans le Pacifique, en 1945, sont ravitaillées par des est débarqué au moyen de jetées préfabriquées en acier.

558 navires porte-char L.S.M. (Landing Ship, Medium) ont été construits par les U.S.A. à partir de 1944.

## LE SOUS-MARIN LANCE-V-2

Le sous-marin lance-fusées, qui reprendrait à son compte des entreprises comme le bombardement de Londres par V-2 lorsqu'on ne disposerait pas de bases terrestres à proximité de l'objectif choisi, ne prête même pas aux objections qu'on peut formuler à l'égard du porte-avions stratégique. La situation est particulièrement favorable dans le cas d'une marine aussi assurée de la maîtrise navale proprement dite que celle des Etats-Unis, et certaine qu'on ne lancera pas des formations de navires de surface à la poursuite de ses sous-marins lance-fusées en plongée.

L'arme est d'ailleurs à deux tranchants, et l'on conçoit que les puissances navales hésitent à la développer. L'U.S. Navy ne risque

point, de longtemps, d'avoir à repousser des porte-avions de 65 000 t qui viendraient lâcher leurs avions au large de New York. Mais aucune mission n'est plus aisée, pour un sous-marin, que le harcèlement des grands ports par des engins-fusées lancés de quelques centaines de kilomètres. Le bombardement à grande distance n'expose pas à la rencontre d'un « asdic » de patrouilleur qu'il serait nécessaire de répartir à une densité inadmissible au large des côtes menacées.

Le sous-marin lance-fusées sera probablement l'un des matériels navals les plus intéressants, si l'on se place du point de vue très général des progrès de l'art militaire et de la possibilité pour chaque arme de se trouver un champ d'action à l'abri des autres.

## AIR CONTRE MER

Par ses progrès en rayon d'action, en portée, en précision et en puissance des armes dont il dispose, il semble vraiment que l'avion ait atteint le maximum désirable contre tout objectif flottant.

Dans leur état actuel, les « Neptune » de l'U.S. Navy, dont le rayon d'action sera encore relevé de 20 % par les moteurs compound « Turbocyclone », comme le ravitaillement en vol dont on dispose si ce progrès n'est pas jugé suffisant, sont prêts à donner à l'aviation toutes les possibilités d'action navale lointaine qui lui ont si longtemps manqué. Si le maître de l'Eurasie consacre un jour l'effort voulu aux appareils à grand rayon d'action, il n'est pas beaucoup de points de la terre qui échapperont à leurs expéditions, et les baleiniers de l'Antarctique eux-mêmes ne pourront négliger leur défense antiaérienne.

De tous les progrès qui intéressent l'avion dans sa lutte contre le navire, le plus important est incontestablement l'accroissement de

portée de ses armes qui lui permettra, à l'avenir, d'échapper à l'escorte de la défense.

La bombe-fusée qui menace le navire n'est plus l'engin à 400 m/s lancé par l'avion aux 150 m/s d'hier ou aux 300 m/s d'aujourd'hui. Ce n'est pas davantage celle à 1 600 ou 1 800 m/s qu'on dériverait d'une V-2 ou d'un « Wasserfall », et qu'on monterait sur les avions actuels. Ce sera la combinaison d'une bombe-fusée et d'un avion lui-même propulsé par fusée.

En attendant mieux, on lancera demain sur le navire une bombe de 1 tonne à 1 500 m/s d'un chasseur de 20 t à 1 000 m/s. Dans ces conditions, l'assaillant ne sera guère exposé aux réactions d'une escorte rapprochée. En annonçant récemment que « ce qui n'est pas supersonique ne l'intéresse plus », un des dirigeants de l'aviation américaine a vu parfaitement juste, tout comme ses collègues de l'armée et de la marine qui mettent au premier





(U.S.I.S.)

Un avion japonais, qui tentait de bombarder des navires américains, au large de l'île d'Okinawa (groupe des îles Riou-Kiou, à 600 km au sud du Japon) vient d'être atteint par la D. C. A. et s'abat dans les eaux du Pacifique.

rang de leurs préoccupations les armes de défense active contre de tels engins.

Reste à mentionner les progrès de l'arme en puissance destructive au cours de ces dix ans. La bombe atomique a du moins l'avantage d'éviter toute discussion sur la capacité des navires actuels à lui résister, et les chances

d'y parvenir par une course au tonnage. Mais l'arme la plus économique n'est pas toujours celle qui détruit l'objectif d'un seul impact ; si elles peuvent être lancées hors de portée de riposte, les petites bombes-fusées de 1 000 kg au départ ne sont pas à dédaigner.

## TERRE CONTRE MER

La terre doit trouver, dans les armes nouvelles, le moyen de rétablir sa primauté incontestée jusqu'aux débarquements de 1942-1945. Elle le fera si, au lieu de se borner à une défense à vue, à quelques dizaines de kilomètres, elle met en œuvre les mêmes armes à portée de quelques centaines de kilomètres que le navire se prépare à diriger contre elle.

Si les progrès des méthodes de tir entre

1918 et 1939 favorisaient l'artillerie de bord, ceux du radioguidage et de l'autoguidage favorisent aussi incontestablement l'artillerie de côte, lorsque l'objectif qu'elle présente n'est que l'embarasure en acier à blindage du puits vertical d'où sort une fusée. Il lui suffira de remplacer le canon par la fusée pour interdire l'approche des côtes à des centaines de kilomètres.

## LA GUERRE SOUS-MARINE

Une leçon générale se dégage de ces interventions sans cesse plus profondes de la terre, de la mer et de l'air dans les deux autres domaines : chacun devra compter de plus en plus avec les voisins. A proximité de la ligne ou de la surface de démarcation, il n'est plus de maîtrise possible. Pour résister aux bombes atomiques comme aux poussières radioactives, l'homme devra se réfugier dans les galeries de ses mines et les puits de ses lance-fusées. L'aviation ne trouvera, elle aussi, sa sécurité que sur les trajectoires stratosphériques avec de fugitives apparitions à basse altitude. La marine n'échappera pas à la loi : expulsée de la surface, elle devra se réfugier sous l'eau.

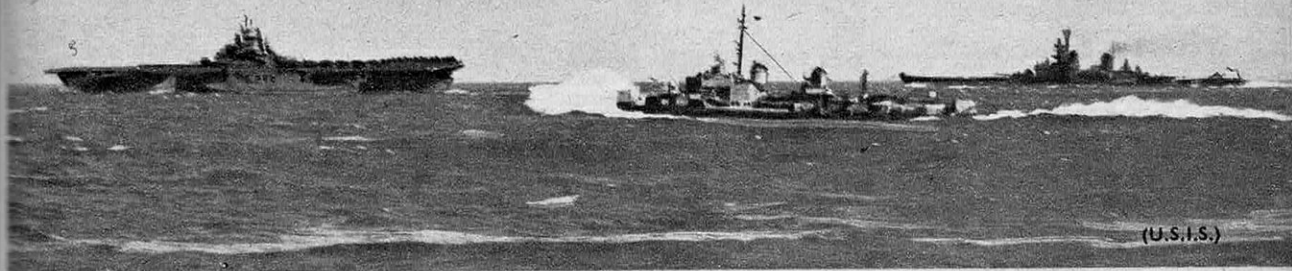
Le premier caractère des armes nouvelles est leur puissance destructive. Au moment où les principes de la protection vont devoir être transformés entièrement, le sous-marin vient de faire la preuve inattendue qu'il était, de tous les types de bâtiments, celui qui résis-

taît le mieux à la plus puissante de ces armes, la bombe atomique.

D'autre part, pour échapper aux coups, il n'est rien de tel que de ne pas être vu. Sur le fond où il se posera après avoir lancé sa torpille, le sous-marin ne risquera pas plus l'« asdic » du navire de surface que le radar de la côte ou la détection magnétique de l'avion ; les armes les plus puissantes ne pourront dès lors rien contre lui.

Le sous-marin permet encore la transposition d'un des principes les plus efficaces de la fortification : la réduction à l'extrême des dimensions de l'objectif qu'on est impuissant à protéger.

Contrairement au navire de ligne, le sous-marin se prête à cette réduction à l'extrême du tonnage sans inconvénient pour sa protection. La résistance d'un corps creux soumis à une pression uniforme dépend seulement du poids relatif consacré à l'enveloppe. La protection du sous-marin, aussi bien contre la



(U.S.I.S.)

Sur cette photographie sont réunis les éléments représentatifs de la puissance navale en 1945 : le porte-avions lourd (cl. Essex), le navire de ligne rapide (cl. Iowa) et le destroyer de l'écran anti-aérien et sous-marin.

grenade que contre la bombe atomique, ne souffre donc pas de la réduction du tonnage.

Le sous-marin n'a guère été considéré jusqu'ici que comme un matériel convenant à une puissance continentale, pour secouer le joug du « maître des mers » dont il ne peut songer à surclasser la flotte de surface. Si le progrès des armes que la terre et l'air dirige contre celle-ci, s'ajoutant à ceux du sous-marin, lui rendent définitivement l'existence impossible, il lui reste la ressource de s'immerger également.

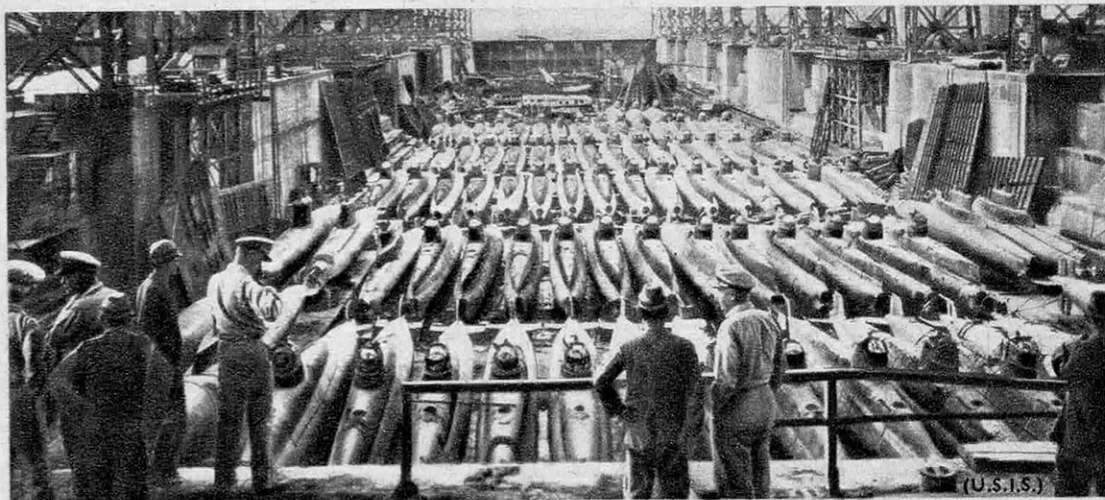
Certains ont soutenu, en 1914-1918, que le sous-marin était le meilleur chasseur de sous-marins. L'expérience n'a guère vérifié cette affirmation, car le sous-marin allemand, en luttant contre l'ensemble de la navigation de surface, s'attaquait à un objectif beaucoup moins rare et beaucoup plus visible qu'il ne l'était lui-même vis-à-vis des sous-marins alliés. Si toute navigation de surface disparaît, les deux adversaires se retrouvent à égalité dans les profondeurs des mers.

On ne se bat sur mer que pour y protéger

son commerce ou interdire celui de l'adversaire. La navigation sous-marine peut-elle assurer avec un rendement acceptable les transports des belligérants ? Le ravitaillement en pétrole des forces allemandes en opérations dans la mer des Antilles, comme celui des garnisons japonaises du Pacifique par des sous-marins de tonnage plus élevé encore est un précédent susceptible de développement : les produits essentiels passeront.

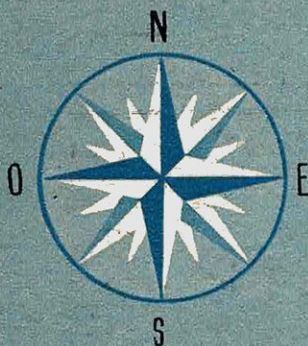
Malgré l'avion, l'engin-fusée et l'explosif nucléaire, il n'a faut pas s'attendre à ce que le navire de surface disparaisse. Les marines de guerre et de commerce de la puissance de mer, qui bénéficient du gros avantage qu'est leur mobilité, chercheront à se maintenir longtemps encore dans leur état actuel, et ne se résigneront pas mieux à s'immerger que les industries à s'enterrer. C'est surtout de la puissance de terre, incapable d'exploiter un continent sans transports maritimes, qu'il faut attendre la compréhension exacte d'une évolution qui modifiera sensiblement le rôle de la mer dans les relations entre les peuples.

Lors de la reddition du Japon, on trouva réunis à la base navale de Kure, à Homshu, plus de cent sous-marins à différents stades de construction ; de petite taille, ils devaient recevoir un équipage composé de cinq hommes,



(U.S.I.S.)





CARTE ÉTABLIE D'APRÈS  
L'ATLAS INTERNATIONAL  
LAROUSSE, ÉDITION 1949.

# LA MARINE

par René COURAU.

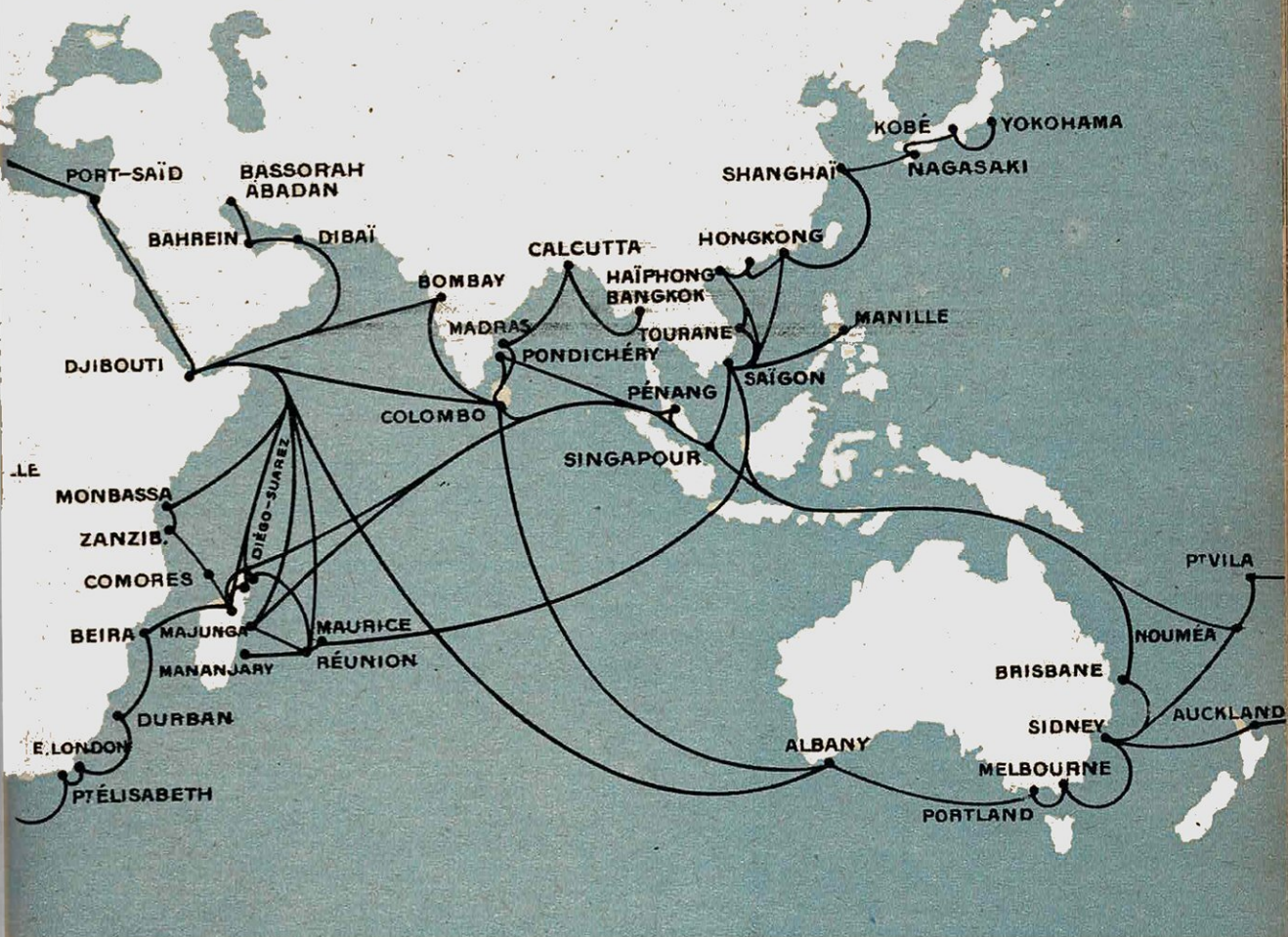
*Secrétaire général de la Marine marchande.*

**L**A France est une des nations où, suivant le mot de l'amiral Castex, « on ne trouve pas d'instinct maritime spontané ».

Pour la grande majorité des Français, il n'a pas fallu moins que l'arrêt des communications maritimes entre la France et le reste du monde, conséquence des revers de 1940, pour qu'apparaisse comme une révéla-



# LIGNES MARITIMES FRANÇAISES AMÉRIQUE, AFRIQUE, ASIE, OCÉANIE



## DE COMMERCE FRANÇAISE

tion l'intérêt que mérite la Marine Marchande.

Notre pays a alors perçu d'un façon vive et, hélas, physique, tout ce qui lui manquait du fait qu'il ne disposait plus de ses navires de commerce.

Quelques chiffres suffiront pour marquer la place de la marine marchande dans le cadre général de notre économie nationale.

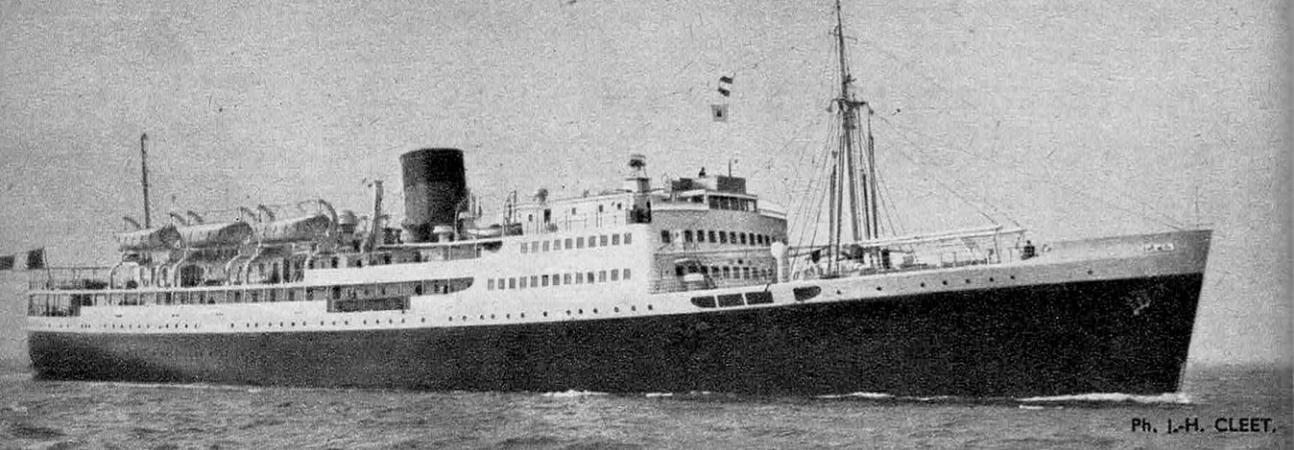
Sa valeur en capital pouvait être estimée en 1939 à 9 milliards de francs; sa valeur de reconstruction eût été de l'ordre de 20 milliards: elle venait donc en tout premier plan dans le patrimoine industriel du pays.

D'autre part, le volume du chiffre d'affaires de la flotte de commerce française a été estimé en 1938 par M. Cangardel, entre 5,5 et 6 milliards de francs (non compris les recettes commerciales de la flotte de pêche); la marine marchande s'inscrivait de ce fait sensiblement au niveau de l'industrie métallurgique ou de l'industrie automobile.

### LES NAVIRES A PASSAGERS EN 1939

Au 1<sup>er</sup> septembre 1939, la marine marchande française comptait en service 670 navires, faisant 2 732 000 tonneaux de jauge





Ph. J.-H. CLEET.

brute et d'un port en lourd global de 3 millions de tonnes, non compris les navires de pêche, les cargos de moins de 100 tonnes, les remorqueurs, etc... (1).

Le tableau page 105 suggère immédiatement une remarque : l'importance considérable, dans l'ensemble de notre flotte, des

(1) Le " tonneau de jauge brute ", unité de volume (2,83 m<sup>3</sup>) ; la " tonne ", unité de poids (1 000 kg).

navires à passagers. On en a souvent discuté le bien-fondé.

Nous n'aurons pas à prendre parti dans cette controverse, car, nous le verrons, des éléments nouveaux sont apparus dans le domaine des transports ; et une évolution qui n'est, aujourd'hui, qu'ébauchée mais qui s'affirmera demain, conduit à envisager, au moins pour certains secteurs, l'avenir des transports intercontinentaux dans des conditions nettement différentes de celles d'hier.

Si, du tonnage « officiel » des navires à passagers, nous enlevons les cargos mixtes, il reste, pour 1938, 103 navires, paquebots purs ou paquebots mixtes ainsi répartis entre les lignes du trafic : Algérie-Tunisie, 18 (90 000 tonneaux) ; Maroc, 11 (67 000 tx) ; A.O.F. et A.E.F., 12 (115 000 tx) ; Océan Indien, 6 (62 000 tonneaux) ; Antilles et Amérique Centrale, 7 (50 000 tx) ; Amérique du Nord, 5 (200 000 tx) ; Amérique du Sud, 13 (147 000 tx) ; Extrême-Orient, 11 (150 000 tx) ; Méditerranée Orientale, 5 (56 000 tx) ; Manche, 6 (16 000 tx) ; Corse, 8 (24 000 tx).

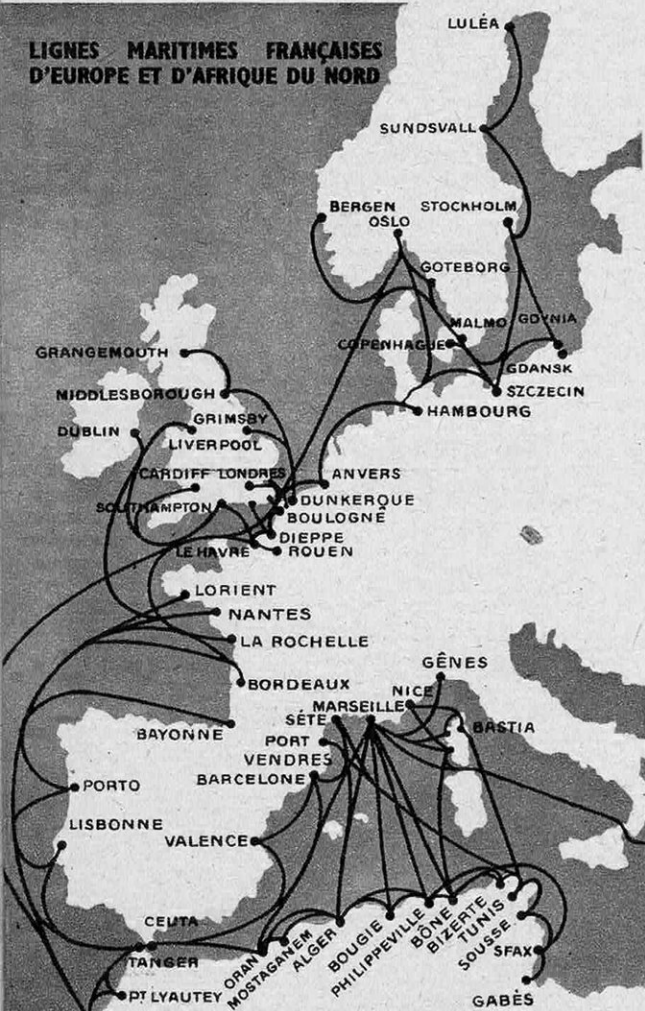
Notre réseau couvrait ainsi, non seulement tous nos territoires d'outre-mer, mais quelques-unes des grandes lignes de trafic international, à très grande compétition ; autrement dit, nos paquebots étaient, soit le lien vivant entre la métropole et un lointain territoire français, soit des « collecteurs de devises ». Il faut cependant souligner un aspect important du rôle des paquebots qui ne se comptabilise pas.

Un paquebot français dans un port étranger, c'est l'envoyé prestigieux qui, au nom de la France, vient prendre des contacts, nouer des relations, entretenir des amitiés, qui restent les meilleurs artisans de notre rayonnement dans le monde, aussi bien culturel qu'économique.

## LES NAVIRES A MARCHANDISES EN 1939

Mais l'essentiel d'une marine marchande n'est pas le paquebot. La cellule de base reste le cargo.

### LIGNES MARITIMES FRANÇAISES D'EUROPE ET D'AFRIQUE DU NORD



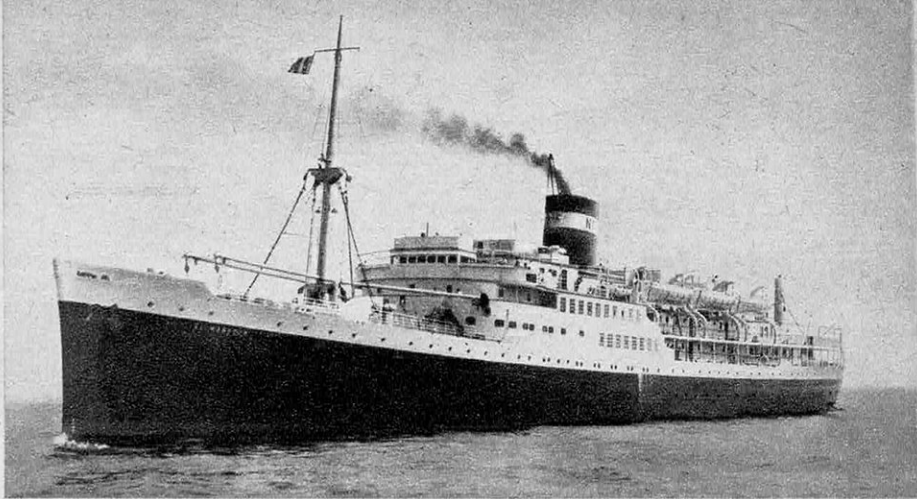
D'après l'Atlas International Larousse, édit. 1949.

## ◀ SIDI-BEL-ABBÈS

Lancé en 1948 par les chantiers Swan Hunter et Wigham Richardson, ce paquebot de la Société Générale des Transports Maritimes à vapeur a atteint 22 nd aux essais. Il assure la liaison Marseille-Oran en 27 h.

## EL MANSOUR ▶

Type représentatif de paquebot méditerranéen, ce navire de la Compagnie de Navigation Mixte est affecté à la ligne d'Afrique du Nord. Sabordé en 1940 à Marseille, il a été renfloué en 1946, et entièrement refondu et modernisé.



En 1939, on comptait dans le monde 12 800 navires, représentant 58 millions de tonneaux de jauge brute et 80 millions de tonnes de port en lourd. Les chiffres correspondants pour la marine de commerce française étaient, à la même époque : 670 navires de 2 732 000 tx et 3 millions de tonnes.

L'ensemble des transports mondiaux par mer atteignait 300 millions de tonnes de marchandises, non compris le trafic pétrolier. La part prise, par notre flotte, à l'entrée et à la sortie de France était, au total, de 14,5 millions de tonnes, non compris les combustibles liquides à l'importation ni les cargaisons transportées de port étranger à port étranger par certains de nos navires, en particulier les « tramps » (d'ailleurs très rares dans notre flotte avant 1939).

En résumé, la marine de commerce française représentait avant la guerre, 4,1 % de la flotte mondiale pour la jauge brute : 3,7 % pour le port en lourd. Elle transportait 4,6 % du trafic mondial de marchandises.

Ces seuls pourcentages ne permettraient évidemment pas de porter un jugement sur l'efficacité de notre flotte de charge, pour plusieurs raisons. La plus importante est que le rendement d'un cargo, c'est-à-dire le tonnage global de marchandises transportées annuellement, dépend avant tout du trafic auquel il est affecté. Un charbonnier, par exemple, faisant l'Angleterre, peut assurer un voyage par semaine sur port français et réaliser ainsi, en un an, un transport de charbon égal à 50 fois son port en lourd utile. Par contre, un cargo de la ligne d'Australie, qui revient chargé de laine, transporte, au mieux, en six mois, y compris son fret d'aller, un tonnage de marchandises qui ne dépasse pas son port en lourd.

En 1938, le commerce extérieur de la France était de 82 millions de tonnes de marchandises dont 51 millions à l'entrée et 31 millions à la sortie. La part du trafic maritime était à peu près exactement la moitié de notre commerce global : 33 500 000 tonnes à l'importation, et 7 400 000 à l'exportation.

Le rapprochement de ces deux derniers chiffres permet immédiatement une remarque

importante, qui reste d'ailleurs valable aujourd'hui; le trafic français par mer est, en poids, très déséquilibré. Ceci tient, on le sait, à la situation économique de notre pays; d'une part, nous n'avons pas, à l'exportation, de gros tonnages, toujours disponibles, qui sont de commodes fonds de chargement ou constituent des cargaisons entières (comme le charbon pour l'Angleterre de 1939 ou les Etats-Unis de 1948, les phosphates pour le Maroc, etc.). L'industrie française exporte surtout des produits dont le poids est, en général, réduit. Par contre, nous devons importer en grosses quantités : charbon, pétrole, soufre, pyrites, phosphates, minerais d'Afrique du Nord, cuivre, nitrates, maïs, riz, etc., qui constituent un fret lourd.

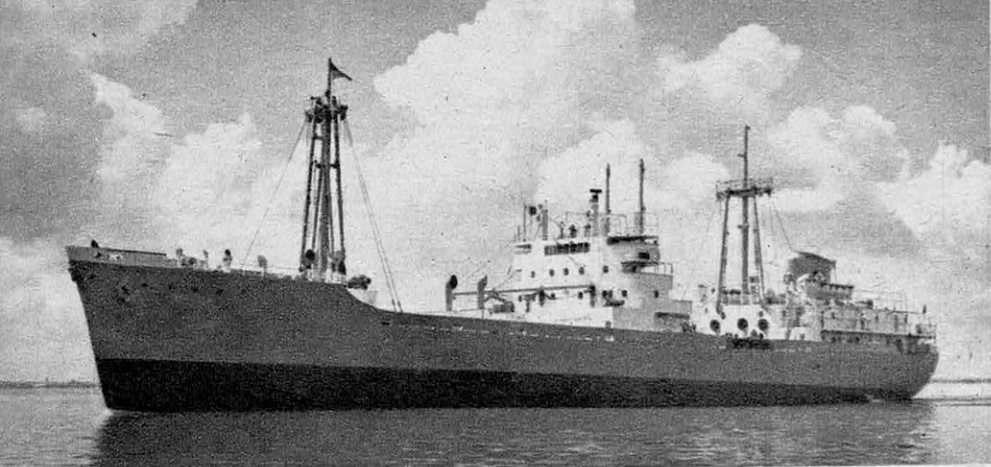
Sur l'ensemble du commerce maritime de la France en 1938, notre pavillon transportait 17 500 000 tonnes, soit 43 %. On pensera peut-être que nos cargos devraient s'assurer un pourcentage beaucoup plus élevé de notre propre trafic. Nous verrons ce qui reste, en effet, à réaliser dans ce domaine. Pour ce qui est du passé, retenons qu'aucun pays, sauf peut-être l'Angleterre, ne peut se flatter de transporter sous son pavillon beaucoup plus que 50 % de ses importations et de ses exportations réunies. Notons aussi que l'industrie maritime ne vit pas sur le seul plan national.

Voyons maintenant l'utilisation de notre flotte de charge avant la guerre.

## LES IMPORTATIONS FRANÇAISES PAR VOIE DE MER EN 1938

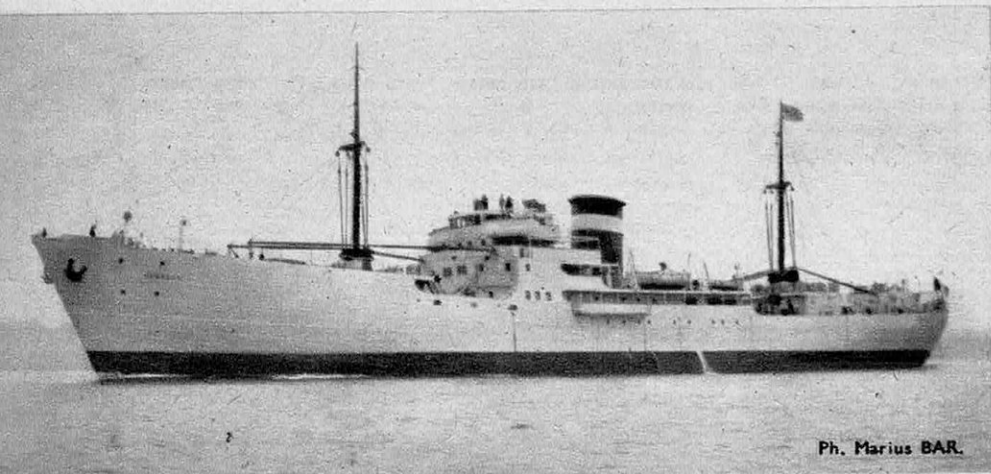
Importations	Totales par voie de mer	Sous pavillon français
des Colonies	7 500 000 t	5 250 000 t
charbon	10 745 000 t	4 400 000 t
pétrole	7 800 000 t	3 000 000 t
autres importations	26 045 000 t	12 650 000 t
	7 455 000 t	850 000 t
Total général	33 500 000 t	13 500 000 t





## ◀ ALGÉRIEN

Ce cargo de la S. A. G. A. a été le premier paré d'une série de 18 cargos rapides de 3 300 et 6 000 t dw destinés pour la plupart aux lignes d'Afrique du Nord. Chacun de leurs deux arbres d'hélice est commandé par trois diesels; deux sont suralimentés; le troisième peut attaquer directement une génératrice pour les auxiliaires.



Ph. Marius BAR.

## ◀ DUBREKA

Long de 115 m, jaugeant 4 500 tx, il peut porter 2 700 t dont 1 100 t de bananes en entrepôts climatisés. Deux moteurs diesels de 2 600 ch lui donnent en service une vitesse de 16 nœuds. La flotte bananière française est en bonne voie de reconstruction. Le **Dubreka** et son similaire, le **Djoliba** reproduisent les caractéristiques principales du type **Charles Plumier** de 1938, particulièrement réussi.

Le tableau précédent indiqué, pour les principaux trafics à l'importation, la part du pavillon français.

On voit que celui-ci avait une part prépondérante dans le trafic avec la plupart de nos territoires d'outre-mer. Cela était dû surtout à l'importance de nos lignes régulières, qui transportent des « marchandises diverses », et qui sont solidement assises sur une organisation commerciale ancienne.

Mais il n'en est pas de même pour les grands transports par cargaisons entières : charbons, pétroles, céréales, minerais, phosphates, etc. Si, pour le trafic pétrolier, un gros effort avait été fait dans les années précédant la guerre, la situation était moins satisfaisante pour les charbonniers; ces navires étaient, en général, de tonnage réduit et les marines étrangères restaient, en particulier pour les caboteurs, très loin en arrière de la réglementation libérale du travail et des effectifs appliquée en France. La différence des conditions d'exploitation d'un navire sous pavillon français ou sous pavillon étranger, s'accusait en raison inverse du tonnage, et rendait très difficile l'exploitation des petits navires charbonniers sous pavillon français.

Quant à nos importations générales, c'est-à-dire toutes les marchandises importées en provenance de l'étranger, à l'exception du

charbon et du pétrole, la part de notre pavillon était bien infime : 850 000 tonnes sur 7 455 000, soit à peine 11 %. Ce pourcentage sonne comme un bilan. Il montre le point faible de notre trafic maritime d'avant-guerre.

En définitive, notre marine marchande de 1939 était constituée par :

- une flotte de paquebots, d'un tonnage suffisant et d'une qualité générale honorable, quoique assez disparate;
- une flotte de pétroliers, en plein développement;
- une flotte de bananiers modernes, couvrant tous nos besoins;
- une flotte appréciable de navires frigorifiques;
- une flotte de charbonniers, trop peu importante;
- enfin, des cargos, dont le port en lourd global nous plaçait, dans l'échelle mondiale des flottes de charge, non seulement après l'Angleterre, les Etats-Unis, le Japon, la Norvège et l'Allemagne, mais aussi derrière les Pays-Bas, l'Italie et la Grèce.

## LA SITUATION APRÈS LA GUERRE

De nos 2 700 000 tonneaux de 1939, il ne restait, à la Libération, que 840 000 à flot : 38 navires à passagers, faisant 350 000 tonneaux, ou 30 % du tonnage de 1939;

18 pétroliers, faisant 100 000 tonneaux, ou 32 % du tonnage de 1939 ;

144 cargos divers, faisant 390 000 tonneaux, ou 31 % du tonnage de 1939.

Entrés dans la guerre avec un tonnage réduit et âgé, nous restions, à la fin des hostilités, avec une flotte décimée et vieillie. Tout le programme de reconstruction auquel on avait pensé depuis 1940, était à réaliser.

Dès 1940, en effet, Services publics, armateurs et chantiers s'étaient attachés à préparer la reconstruction de la flotte de commerce, d'une part pour remplacer les pertes de la guerre, d'autre part pour rajeunir les unités vieillies. Une telle étude, faite dans la nuit de l'occupation, était particulièrement difficile car on ne pouvait pas, à cette époque, apprécier avec exactitude l'importance des bouleversements économiques qui résulteraient de la guerre. Il était évident cependant que ceux-ci seraient particulièrement importants pour les transports des passagers à cause du développement de l'aviation ; aussi les études furent-elles limitées d'abord à la construction des cargos.

## LES CARGOS

Le premier principe retenu fut de concentrer les efforts sur un certain nombre de séries de navires identiques à réaliser d'après des prototypes soigneusement étudiés en fonction des trafics à assurer.

Quand on parle de séries, il ne s'agit d'ailleurs pas d'une construction en série « à l'américaine ». Le problème qui se posait en effet aux Etats-Unis pendant la guerre, et qui a été magnifiquement résolu par la construction de plus de 2 600 Liberty ships, de plus de 500 pétroliers et d'autres séries moins importantes, était de réaliser, dans des délais très réduits, un tonnage considérable, les conditions d'exploitation commerciale passant au second plan. On sait comment les Américains ont résolu ce problème en fabriquant des éléments séparés sur de vastes terre-pleins, ce qui réduit considérablement la durée d'occupation de la cale de construction pour un navire déterminé.

Pour nous, le problème était tout différent ; nos besoins sont très divers et nous avons besoin de très longs courriers pour l'Extrême-Orient ; de navires moins gros, équipés pour travailler sur des rades foraines, pour la côte d'Afrique ; de navires à très faible tirant d'eau et à forte capacité cubique pour enlever les arachides des rivières du Saloum et de la Casamance ; de navires rapides et de tonnage réduit, avec installations réfrigérées, pour les primeurs et les viandes de l'Afrique du Nord, etc.

D'autre part, le prix de revient et le coût d'exploitation des navires de commerce sont des éléments fondamentaux dont la concurrence internationale oblige à tenir le plus grand compte ; si les navires coûtent trop cher, ou s'ils sont mal adaptés à leur trafic, ils sont inexploitablement comparativement aux navires étrangers.

Aussi faut-il parler de la répétition de navires identiques plutôt que d'une véritable construction en série, mais sur les divers navires on retrouve un matériel normalisé (appareils moteurs, treuils, guindeaux, appareils à gouverner, accessoires de coque, etc.) ce qui facilite la construction et l'entretien.

L'exécution de ce programme s'est heurté à des difficultés dues d'abord aux très graves démolitions subies par nos ports et nos chantiers ; avant d'entreprendre des constructions neuves il a fallu remettre en état nos ports dévastés, renflouer les navires sabordés par les Allemands dans nos ports, remettre en état ceux d'entre eux qui pouvaient l'être dans des conditions de prix et de délai convenables, reconstruire un grand nombre de nos chantiers, enfin assurer l'entretien des navires qui nous restaient et que l'exploitation intensive de la guerre avait particulièrement usés. D'ailleurs, étant donné l'importance de nos pertes, il ne pouvait pas être question d'en assurer le remplacement dans les seuls chantiers français ; il aurait fallu en effet, pour cela, augmenter considérablement leurs capacités de construction et faire en conséquence des immobilisations d'outillage considérables qui se seraient trouvées sans emploi quelques années après : une flotte de trois millions de tonneaux exige, en effet, pour être maintenue

## COMPOSITION DE LA MARINE MARCHANDE FRANÇAISE EN 1939 ET 1949

	1 <sup>er</sup> Septembre 1939		15 Juillet 1944		1 <sup>er</sup> Mai 1949			
	Nombre	Jauge brute (Tonneaux)	Nombre	Jauge brute (Tonneaux)	En service		En construction ou en reconstruction	
					Nombre	Jauge brute (Tonneaux)	Nombre	Jauge brute (Tonneaux)
<b>Paquebots</b>	146	1 165 000	3	351 000	72	578 000	23	271 000
<b>Pétroliers</b>	7	323 000	18	102 800	75	498 000	18	142 500
<b>Cargos</b> . . . .	452	1 244 000	144	392 500	462	1 454 000	103	390 700
<b>Total</b> . . . .	670	2 732 000	200	846 400	609	2 530 000	144	804 300



en état, un renouvellement annuel de 150 000 tonnes en moyenne.

Aussi a-t-on prévu d'assurer la reconstruction des chantiers sur la base d'une capacité de production répondant aux besoins permanents de la France, de leur donner en conséquence un large programme de commandes, mais de passer simultanément à l'étranger, dont les chantiers avaient été dans l'ensemble préservés pendant la guerre, des commandes de navires identiques suivant les études faites antérieurement, enfin d'acquérir un tonnage d'occasion (navires anglais type « Empire », 75 Liberty ships, 18 pétroliers américains T-2) utilisable immédiatement et permettant par conséquent d'assurer nos transports les plus essentiels sous pavillon français, en attendant la livraison des navires neufs.

## LES PAQUEBOTS

La construction de paquebots n'a pu être entreprise qu'ultérieurement lorsque les perspectives du trafic des passagers ont pu être appréciées de façon plus raisonnable.

Au lendemain de la guerre, les propagandistes de l'aviation assuraient que l'avion avait tué le paquebot. L'expérience de ces dernières années a ramené cette appréciation à une plus juste mesure. Si, en effet, l'avion a essentiellement la clientèle des gens pressés, c'est-à-dire des hommes d'affaires, sa régularité est encore incertaine, son confort ne peut pas être comparé à celui d'un paquebot, la brutalité des changements de climat et d'horaires écarte de lui les coloniaux ou les gens fatigués, et l'on constate, dès maintenant, que beaucoup d'hommes d'affaires même recherchent le voyage par paquebot, brève détente leur permettant, à l'issue d'un voyage fatigant, de retrouver l'équilibre de leurs pensées.

Pour ne prendre qu'un exemple, on a pu constater, à la remise en ligne des paquebots sur l'Atlantique-Nord, ligne de très grande compétition, que le voyage maritime avait encore beaucoup d'adeptes, et un navire comme le modeste **De Grasse** a un « coefficient de remplissage » supérieur à tout ce qu'il avait connu avant la guerre (et supérieur à celui de ses concurrents étrangers).

## LES RÉSULTATS ACTUELS

Le tonnage des navires en service est progressivement remonté aujourd'hui aux neuf dixièmes du tonnage d'avant guerre, et le dépasse en capacité de portée en lourd, mais la composition de notre flotte se trouve sensiblement modifiée par rapport à l'avant-guerre ainsi qu'il résulte du tableau page 105.

Le tonnage de pétroliers, et, à un moindre degré, celui des cargos, se trouvent augmentés par rapport à 1939, mais celui des navires à passagers a beaucoup diminué.

Voici les raisons de cette situation :

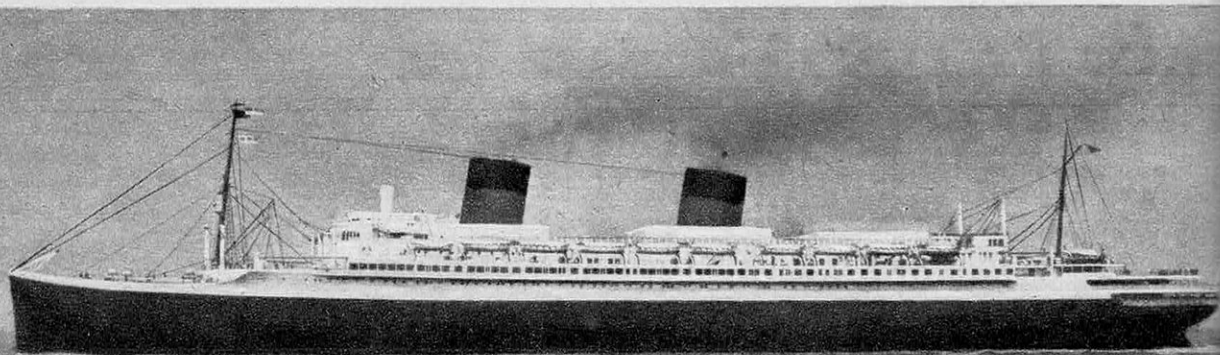
On prévoit un accroissement considérable de nos importations de produits pétroliers, et l'on envisage même de réexporter des produits sortant de nos raffineries. Le but que l'on s'est fixé pour la flotte pétrolière est de transporter au moins 50 % de nos besoins; il semble qu'il sera, pour les prochaines années, largement atteint.

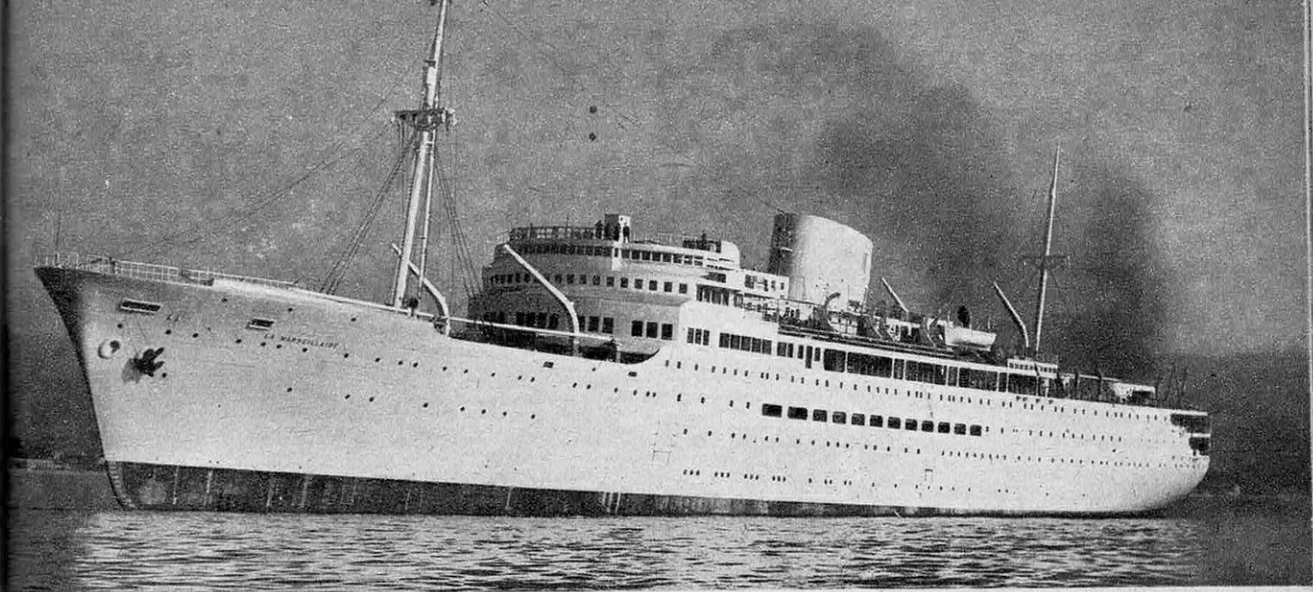
Pour les cargos, il faut tenir compte des très gros programmes d'importation qui sont rendus nécessaires par l'appauvrissement du pays et l'épuisement de ses stocks. Au surplus, étant donné la faiblesse de notre position d'avant guerre sur certains trafics avec l'étranger, l'accroissement du tonnage de cargos est une tendance normale.

Enfin, il apparaît que les trafics de passagers sont probablement ceux qui subiront les plus profondes transformations, non pas que l'aviation tue le paquebot, mais ce dernier doit s'adapter à une clientèle nouvelle. Il y a encore tellement d'inconnu dans ce domaine que la reconstruction de notre flotte de paquebots doit être très mûrement réfléchie et conduite sans précipitation.

L'effort de reconstruction a entraîné naturellement un rajeunissement considérable de notre flotte, mais il y reste un lot important de navires dont le remplacement s'impose d'urgence : 450 000 tx environ ont vingt-cinq ans ou plus, et devront être condamnés sans tarder, et en outre les 530 000 tx de Liberty ships n'auront qu'une existence assez brève; ils seront les premiers touchés par une crise de frets, car leurs frais d'exploitation sont très supérieurs à ceux des navires modernes.

**L'ILE-DE-FRANCE** (45 000 tx, 23 nd, 1 300 passagers), après refonte aux Chantiers de Penhoët, est remise en service en juillet 1949. Elle se classe au premier rang des grands transatlantiques par sa vitesse et son confort.





La **MARSEILLAISE** (15 500 tx et 165 m de longueur, entrée en service en juillet 1949) transportera 412 passagers de cabine et plusieurs milliers de tonnes de fret à la vitesse de 21 nœuds environ sur la ligne d'Extrême-Orient.

## PERSPECTIVES D'AVENIR

Il faut donc poursuivre avec ténacité, après l'effort de reconstruction, le rajeunissement de notre flotte. Pour maintenir notre tonnage à la valeur estimée indispensable, 3 000 000 tx environ, il faudra intégrer dans notre flotte, au cours des dix prochaines années, au moins 1 500 000 tx nouveaux.

Mais il ne faut pas attacher aux prévisions de cet ordre une valeur immuable, les réalisations dans ce domaine doivent d'abord tenir compte des « réalités » économiques. Or, le trafic maritime est particulièrement sensible à la loi de l'offre et de la demande, et les déséquilibres entre le tonnage offert et les cargaisons à transporter se produisent tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, avec une brutalité que ne connaît aucun autre domaine économique. Aussi le programme de rajeunissement de notre flotte est-il susceptible d'être réalisé plus ou moins rapidement.

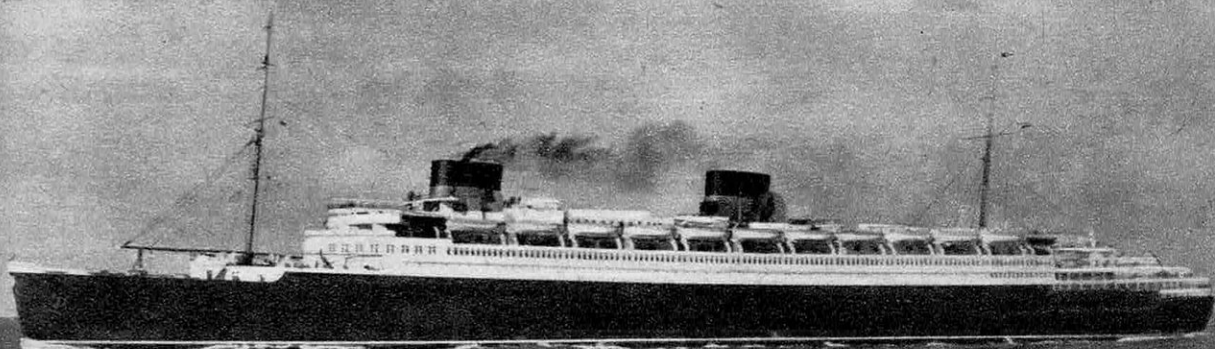
Sans doute, les navires de ligne régulière sont un peu moins sensibles aux crises que les « tramps » et, de ce fait, la flotte française, qui a une forte ossature de lignes régu-

lières, devrait connaître une relative stabilité. Sans doute aussi, on ne verra pas, dans les toutes prochaines années, des crises comparables à celles qui ont ébranlé, entre 1919 et 1939, le commerce maritime, à cause de l'énorme volant de tonnage que constitue présentement la flotte américaine. Mais l'instabilité économique et politique du monde actuel fait craindre des bouleversements difficiles à prévoir.

Quoi qu'il en soit, une flotte moderne, donc économique et bien adaptée aux besoins, assurera à la nation qui la possédera le maximum de chances de résister à ces crises; la guerre a montré, d'autre part, que l'indépendance nationale exigeait une flotte de commerce prospère et efficace.

En 1939, la France venait au 8<sup>e</sup> rang des nations maritimes; elle occupe aujourd'hui une position bien plus favorable grâce, en partie, à l'éclipse actuelle des flottes allemande et japonaise. Il dépend d'elle qu'elle conserve son rang, que justifient largement sa position dans le monde et l'importance de ses intérêts économiques, mais ceci exige un effort persévérant.

La **LIBERTÉ** (ex-Europa) est armée par la C. Gle Transatlantique, comme l'Ile-de-France. En refonte au Chant. de Penhoët, ce navire, le plus grand de la flotte marchande française (49 750 tx), entrera en service en 1950.





# SILHOUETTES DE NAVIRES MARCHANDS RÉCENTS

Sur ce tableau sont rassemblées des silhouettes de bâtiments marchands construits pendant ou depuis la guerre, mettant en évidence la tendance actuelle vers des superstructures profilées et plus simples, qui commençait d'ailleurs à se manifester dès avant 1939. Le développement du moteur diesel et des chaudières à haute pression a beaucoup facilité cette évolution.



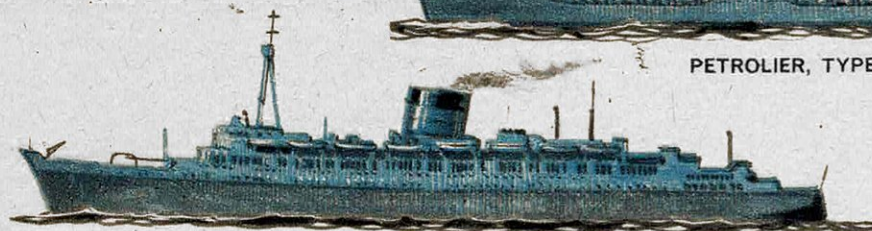
LIBERTY SHIP, CARGO, 7 200 TX



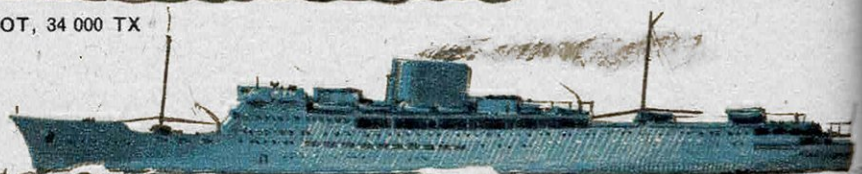
VICTORY SHIP, CARGO, 7 200 TX



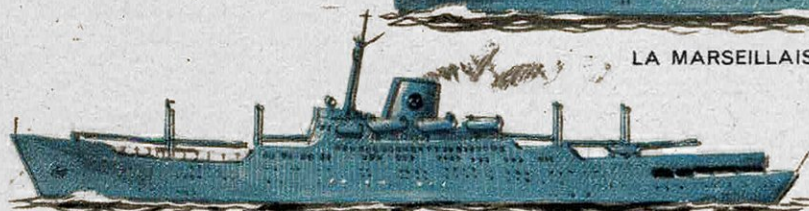
PETROLIER, TYPE T-2, 10 500 TX



CARONIA (G. B.), PAQUEBOT, 34 000 TX



LA MARSEILLAISE (F.), PAQUEBOT, 15 500 TX



STOCKHOLM (S.), PAQUEBOT, 11 700 TX



EL DJEZAIR (F.), PAQUEBOT, 6 000 TX



PRINCE GEORGE (CAN.), PAQUEBOT MIXTE, 5 700 TX



SAGA (S.), PAQUEBOT, 6 500 TX



COMMANDANT QUÉRÉ (F.), PAQUEBOT, 4 000 TX



SEATTLE (S.), CARGO, 9 000 TX





SILVERBRIAR (G. B.), CARGO, 7 240 TX



WASHINGTON (F.), CARGO, 8 000 TX



LOIDE AMERICA (BR.), CARGO, 5 000 TX



CONDESA (G. B.), CARGO, 10 300 TX



VÉNORE (U. S. A.), TRANSPORT DE MINÉRAIS, 16 000 TX



SAINT LUC (F.), CARGO, 5 400 TX



SUFFOLK FERRY (G. B.), FERRY BOAT, 3 000 TX

# LES FLOTTES MARCHANDES MONDIALES

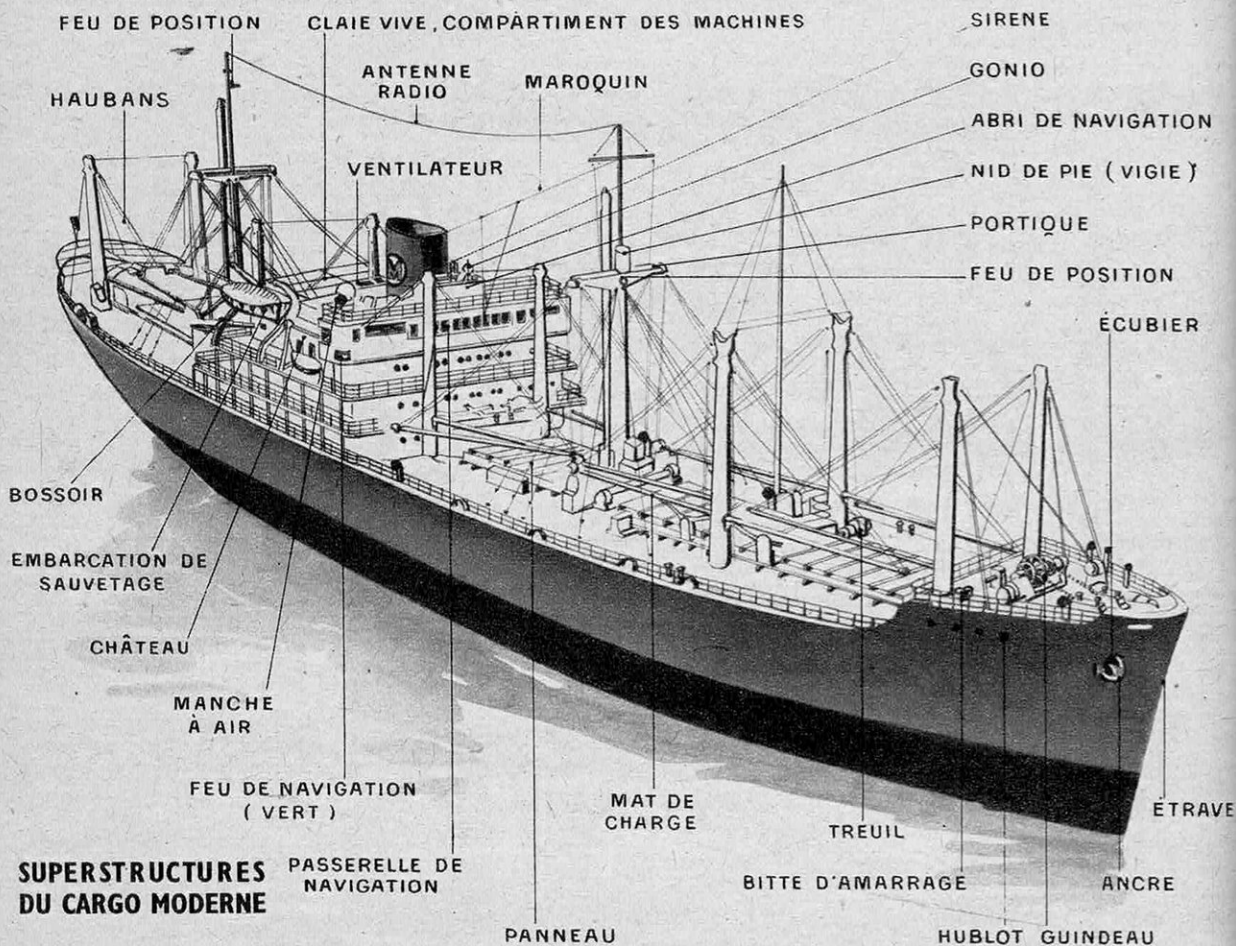
par Henri LE MASSON

**P**ARALLELEMENT au développement industriel survenu depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, la flotte marchande mondiale est passée de 13 560 000 tx en 1960, à 28 950 000 tx en 1900 et 49 000 000 tx en 1914, pour atteindre, à la veille de la dernière guerre, 58 000 000 tx (navires de plus de 1 000 tx). La progression est, en réalité, plus considérable que ne l'indiquent ces chiffres, car le rendement du navire marchand s'est énormément accru depuis une trentaine d'années. Les navires de charge, en particulier, ont vu leur vitesse passer dans un grand nombre de cas, des 8 à 10 nœuds qui étaient leur allure moyenne avant 1914, à

14-15 nœuds, parfois même davantage depuis 1930. Ces cargos, plus rapides que leurs aînés, peuvent donc effectuer, chaque année, un plus grand nombre de voyages, ce qui, à tonnage égal, accroît considérablement la capacité de transport de la flotte marchande envisagée dans son ensemble. Avant la guerre, on évaluait cet accroissement à 25 %.

Dans la hiérarchie des marines marchandes, plusieurs pays occupaient, en 1939, un rang qui ne correspondait, a priori, ni au chiffre de leur population, ni à leur potentiel industriel, par exemple la Norvège, les Pays-Bas, la Grèce. Inversement, la seconde place occupée par les Etats-Unis ne doit pas faire





## SUPERSTRUCTURES DU CARGO MODERNE

illusion, car un tonnage important était désarmé et le grand cabotage Atlantique-Pacifique via Panama, réservé au pavillon américain, absorbait également un nombre important de grands navires. En fait, le pavillon étoilé occupait sur les routes de la mer une place plus modeste que le pavillon norvégien. Il en était de même, dans une certaine mesure, pour le pavillon français, tombé du 5<sup>e</sup> rang en 1914 au 8<sup>e</sup> en 1939: une partie assez importante de notre tonnage était affectée aux lignes « impériales », bénéficiant du monopole de pavillon.

Servies par les régimes dictatoriaux qui commandaient alors aux destinées de leurs pays, les flottes marchandes de l'Italie, de l'Allemagne, du Japon, ne cessaient de se développer et d'améliorer leur position. Les « tramps » ne se rencontraient en nombre relativement important que dans les flottes britannique, scandinave et grecque.

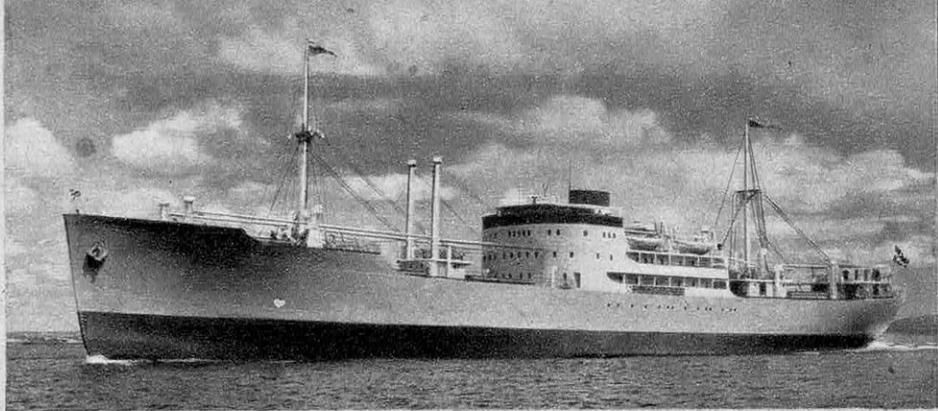
## LA SPÉCIALISATION DES NAVIRES

La flotte en service en 1939 était une flotte presque entièrement construite « sur mesure ». La concurrence est sévère sur les océans et la dure loi de l'offre et de la demande commande seule aux fluctuations des frets, en raison du caractère international

des transports maritimes. Aussi, l'armateur n'est-il jamais le « maître » de son marché et, plus que tout autre industriel, il a besoin que son « usine », autrement dit sa flotte, soit parfaitement adaptée aux besoins de ses opérations. L'intérêt de la spécialisation du navire de commerce est évident pour le paquebot qui est toujours construit pour être affecté à une ligne déterminée. Il en est de même pour la presque totalité des navires de charge. Depuis longtemps, on construit des navires pour le transport exclusif de la houille (charbonniers), des fruits (bananiers et autres fruitiers), des vins (porte-vins), des bois, des céréales, des minerais, des phosphates, de la viande (frigorifiques), des combustibles liquides (pétroliers). D'autres sont aménagés pour transporter des produits métallurgiques de grandes dimensions (matériel ferroviaire, pièces d'ouvrages de travaux publics). La spécialisation ne dépend, d'ailleurs, pas uniquement de la nature de la cargaison; les caractéristiques de coque — tonnage et dimensions — le type d'appareil moteur, la nature du combustible, les facilités de manutention varient souvent en fonction des itinéraires suivis, des facilités de ravitaillement, de l'équipement des ports visités et de leurs possibilités d'accueil: dimensions des écluses et profondeur des bassins.

### SUNNAREN. ➡

Ce cargo de 6 300 t, propulsé par diesel, a été construit aux chantiers Ericksberg à Göteborg (Suède). Les chantiers suédois sont parfaitement équipés pour construire des bâtiments de tonnage moyen et certains disposent, en particulier, pour le montage des coques par préfabrication, d'installations très modernes dans lesquelles on peut préparer et soulever des éléments de 40 tonnes.



### GOLDEN OCEAN ➡

Ce cargo fait partie d'une série construite en 1948 pour des armateurs suédois (port en lourd 4 100 t, 17,5 nd, 2 diesels de 7 000 ch). Les Suédois possèdent actuellement les cargos les plus rapides du monde. Ils ont notamment terminé en 1948 une série de trois cargos de 9 010 t de port en lourd qui peuvent soutenir en service normal 19,5 nœuds et qui ont atteint 22,6 nœuds aux essais avec une puissance de près de 17 000 ch.



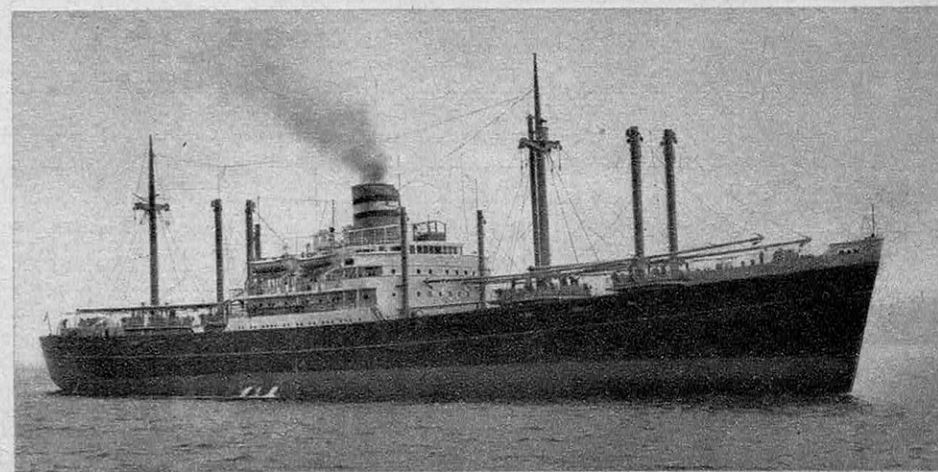
### BEYLA. ➡

Le programme de reconstruction de la marine marchande française avait prévu notamment pour le service de la Côte occidentale d'Afrique, une série de 18 cargos de 7 000 t de port en lourd et 15 nœuds dont la plupart sont déjà en service et dont le *Beyla*, des Chargeurs Réunis, est représentatif. A l'exception de deux d'entre eux, pour lesquels on a utilisé des turbines, ils sont propulsés par un moteur diesel de 5 600 ch à 8 cylindres.



### SOESTDYK. ➡

Après les lourdes pertes subies pendant la guerre, les armateurs néerlandais ont dû s'adresser à des chantiers étrangers pour reconstituer rapidement leur flotte. Le *Soestdyk*, livré par les chantiers Harland et Wolff de Belfast à la Holland-Amerika Linie, pour le service de l'Insulinde, est représentatif du grand cargo de ligne devenu le long-courrier type des marines marchandes modernes. Jauge brute 10 100 tx, turbine à engrenages de 10 000 ch.





## « FOUCAULD », PAQUEBOT MIXTE A MOTEURS MIXTE A LA LIGNE DE LA COTE OCCIDENTALE D'AFRIQUE

A l'ère naissante du « Stratocruiser », on peut se demander si les jours du navire à passagers, rapide et de grand luxe, spécialement construit comme tel, ne sont pas comptés. Il n'en est pas de même de ce type de navire de commerce à passagers que l'on appelle « mixte », lancé avant tout pour être un transporteur de marchandises et pour lequel les passagers ne représentent souvent qu'un « fret » complémentaire. Ce fret peut être d'autant plus intéressant d'ailleurs qu'il occupe des volumes peu appropriés au transport de cargaisons parce que situés dans les hauts du navire. Les navires « mixtes » connaissent même plutôt une faveur grandissante : on les désigne « paquebots mixtes » ou « cargos mixtes » suivant la plus ou moins grande importance attachée au « fret » humain, un cargo devenant « mixte » aussitôt qu'il dispose d'aménagements pour plus de douze passagers.

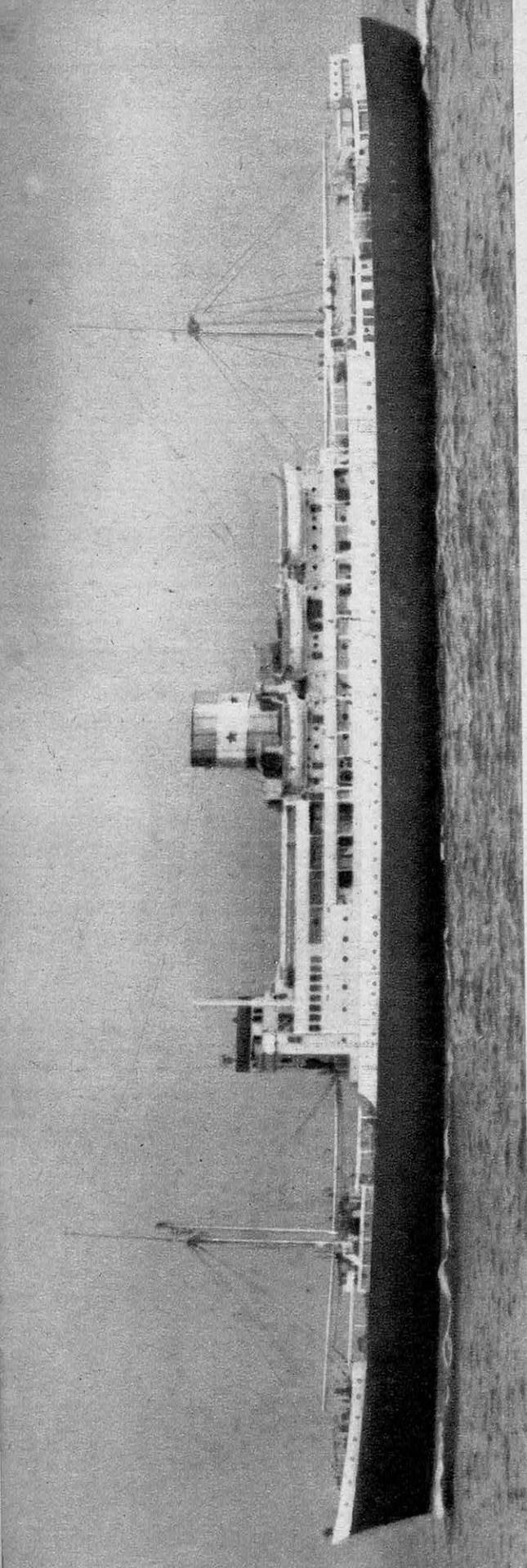
Les Chargeurs Réunis ont été un des premiers armements français à s'intéresser à la formule du « mixte » ; ils n'hésiteront pas, vers 1907-1908, à faire construire, pour la ligne dite du « tour du monde » qu'ils exploitaient alors, une série de huit paquebots « mixtes »

portant des noms d'« îles » et qui a fait époque. Le type en a été si réussi que, depuis, il n'a cessé d'être reproduit par cette compagnie avec diverses améliorations. Les JAMAÏQUE et KERGUÉLEN, par exemple, récemment modernisés, sont des héritiers directs de la série des « îles » de 1907-1908 dont les plans furent modifiés après la guerre 1914-1918.

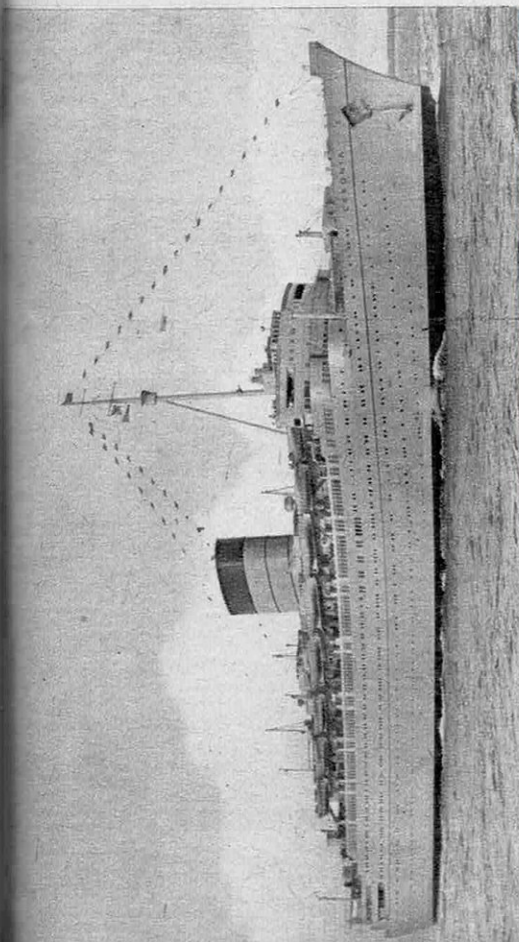
C'est également à la catégorie des paquebots mixtes qu'appartiennent les FOUCAULD et BRAZZA mis en service en 1948 par les Chargeurs Réunis pour leur ligne de la côte occidentale d'Afrique, et que rejoindra, dans un délai de deux ans, un bâtiment similaire, le GÉNÉRAL-LECLERC commandé aux Chantiers de Saint-Nazaire-Penhoët. Ils peuvent porter 5 400 t de marchandises, transporter dans d'excellentes conditions de confort 182 passagers de cabine, et ces bâtiments de 9 100 tx soutiennent, grâce à leurs deux diesels Doxford de 8 800 ch, une vitesse de 16 nœuds. Toute l'expérience acquise par les Chargeurs Réunis pendant 60 années d'exploitation de la ligne d'Afrique se retrouve sur ces bâtiments qui sont exactement et parfaitement adaptés aux nécessités d'un trafic assez particulier.

C'est encore à la formule du paquebot « mixte » que se sont rattachés les Chargeurs Réunis pour les bâtiments qu'ils font construire à Saint-Nazaire par les Chantiers de la Loire et qu'ils mettent en service à partir de 1950 sur leur ligne d'Amérique du Sud. Ces bâtiments devaient, à l'origine, appartenir à une série de neuf grands cargos de ligne de 11 000 t de port en lourd destinés aux trois plus grands armements français, la Compagnie Transatlantique, les Chargeurs et les Messageries. Les Chargeurs Réunis ont fait modifier les plans des cinq navires qui leur étaient réservés pour leur permettre de porter 85 passagers de première classe et 138 passagers de troisième classe.

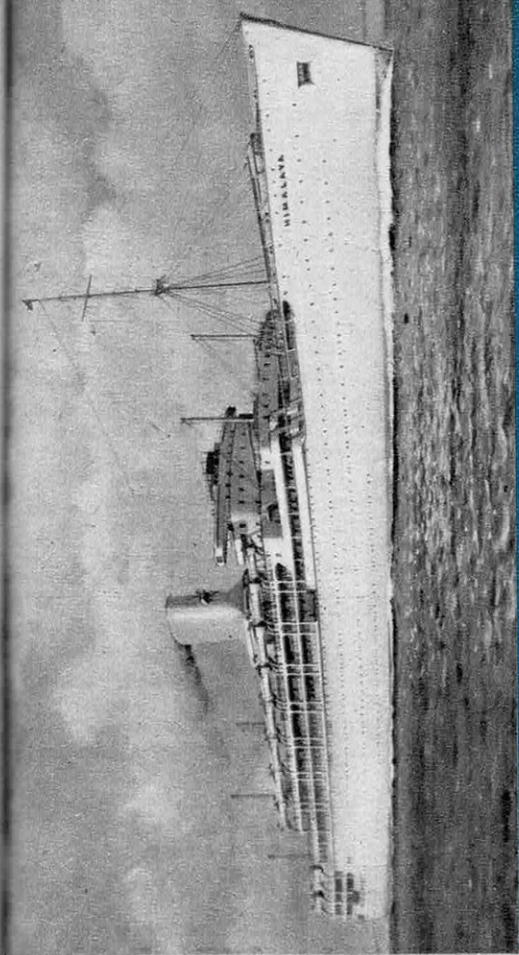
Les superstructures supplémentaires ajoutées pour loger ces passagers ont porté de 8 020 tx à 10 800 tx la jauge brute des LAVOISIER, CLAUDE-BERNARD, EDOUARD-BRANLY et des cinq autres unités qui les suivront. Ces bâtiments sont donc plus gros que les types FOUCAULD : ils mesurent 165 m de longueur hors-tout au lieu de 146 m. Comme eux, ils seront propulsés par diesels et leurs deux moteurs Sulzer de 11 200 ch leur donneront en service normal une vitesse de 16 nd.



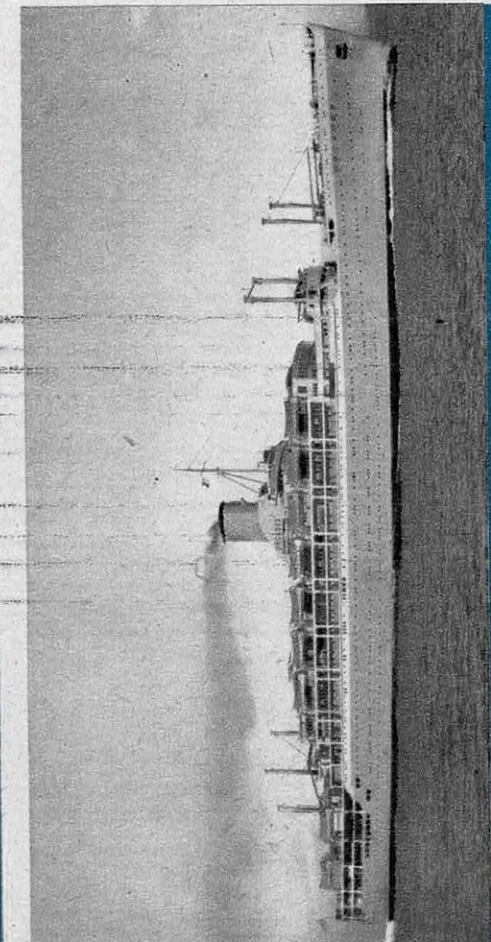




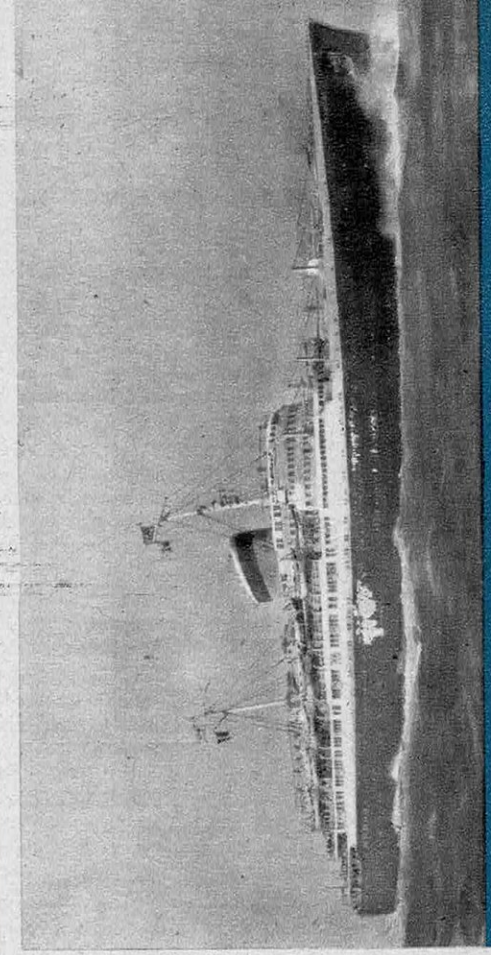
**CARONIA.** C'est le plus grand paquebot construit depuis la guerre (longueur 215 m, jauge brute 34 000 tx, vitesse 23 nœuds). Lancé en 1947, ce paquebot anglais est propulsé par des turbines à engrenages alimentées par six chaudières seulement et développant 40 000 ch. Il a été spécialement construit pour le service nord-atlantique (930 passagers en deux classes), mais pourra servir aux croisières.



**HIMALAYA.** Ce paquebot anglais lancé en octobre 1948 illustre l'évolution du paquebot moderne vers les plus gros tonnages et les plus grandes vitesses. Il filera 22 nœuds et effectuera Londres-Bombay en 15 jours au lieu de 20, et Londres-Melbourne en 28 jours au lieu de 38. Longueur 216 m, jauge brute 31 000 tx, puissance 34 000 ch (42 000 ch en surcharge), 770 passagers de première, 390 de « cabine ».



**ORCAES.** Ce paquebot mis en service en 1948 entre l'Angleterre et l'Australie a des caractéristiques assez voisines de celles de l'Himalaya (216,7 m, 28 000 tx, 42 000 ch). Il transporte cependant un plus grand nombre de passagers, 780 de première et 390 de « cabine », dont les installations sont réparties sur huit ponts complets. Extérieurement, son bloc passerelle-cheminée lui donne une silhouette originale.



**FLANDRE.** Les paquebots rapides Flandre et Antilles (23 nd, longueur 177 m, rayon d'action 5 500 milles, 700 passagers, marchandises 7 000 m<sup>3</sup>) sont en construction à Dunkerque et à Brest pour la Compagnie Générale Transatlantique. Deux groupes de turbines de 37 000 ch (44 000 ch en surcharge) sont alimentés par quatre chaudières, à grand rendement, La Mont sur le premier et Penhoët P. 41 sur l'autre,



## LES PROGRÈS TECHNIQUES ENTRE 1919 ET 1939

La propulsion marine a évolué considérablement pendant les années qui ont précédé la deuxième guerre mondiale. Avant 1914, la turbine n'équipait qu'un très petit nombre de paquebots rapides (plus de vingt nœuds); on ne comptait encore que 0,45 % du tonnage mondial qui fût doté du moteur diesel, apparu sur les mers quelques années plus tôt. Pratiquement, la chaudière cylindrique, robuste et sûre, mais lourde et peu économique, et la machine alternative régnaient presque souverainement. Moins de 2 % des navires marchands de 1914 chauffaient au mazout. Cette situation ne s'était pas sensiblement modifiée pendant la première guerre mondiale.

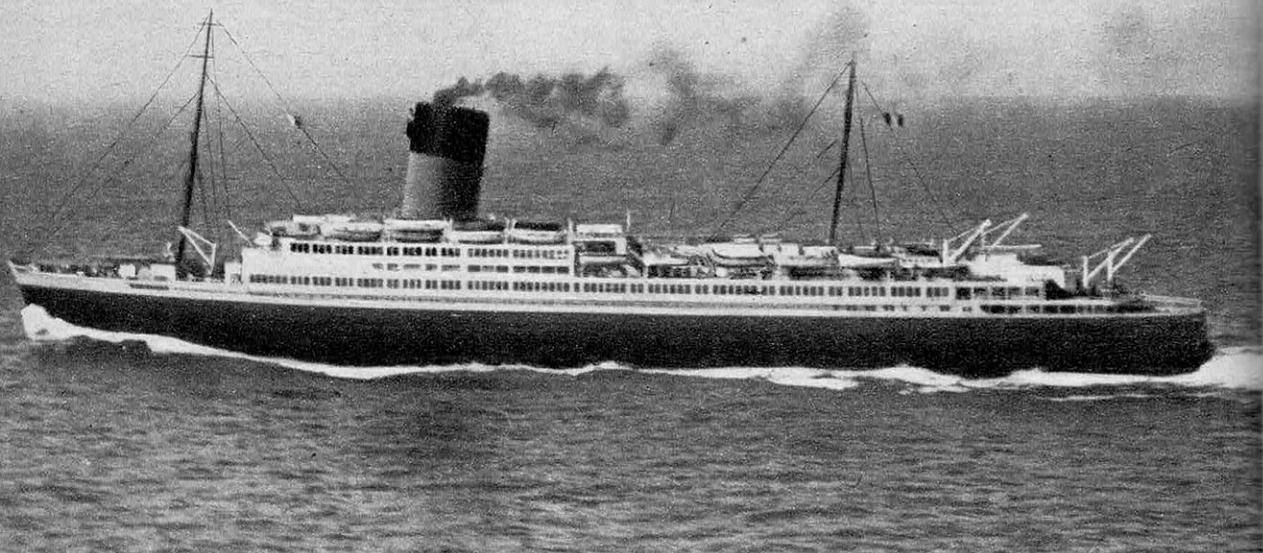
En 1939, les armateurs avaient le choix entre des formules très variées d'installations à vapeur et à diesel. Les premières pouvaient comporter des chaudières cylindriques, des chaudières à circulation accélérée, des chaudières à tube d'eau ou encore — les dernières venues — à circulation forcée et sous forte pression, des machines alternatives ou des turbines. Il existait des moteurs à combustion interne (diesels) à deux ou quatre temps, simple ou double effet, à allure lente ou rapide. En outre, dans le cas des turbines et des diesels rapides qui ne peuvent pas être couplés directement sur l'hélice, on avait le choix entre les engrenages réducteurs, les accouplements hydrauliques ou la transmission électrique. Comme combustible,

le charbon ne venait plus qu'au second rang : 58 % de la flotte mondiale brûlaient des combustibles liquides : « fuel » et « gasoil », et 42 % seulement du charbon.

Le diesel est le type d'appareil moteur qui s'est le plus développé pendant cette période. En 1922, il n'équipait encore que 2,35 % du tonnage mondial, mais, en 1939, il atteignait 24,5 %. La vapeur avait pourtant fait de grands progrès, en particulier grâce à la turbine et, à partir de 1930, avec les chaudières à tubes d'eau et les premières chaudières à circulation forcée et très haute pression. En 1939, il n'était plus exceptionnel d'équiper un paquebot, voire même un navire « mixte » et quelquefois un grand cargo de ligne avec des chaudières à tubes d'eau et surchauffe, timbrées entre 27 et 30 kg/cm. Le poids des installations motrices à vapeur avait diminué de 50 % en dix ans et la consommation au ch-heure était tombée de 400 g à 275-290 g de « fuel ». Dans bien des cas, la vapeur pouvait donc, au point de vue de la dépense de combustible, soutenir la concurrence du diesel qui brûlait moins de 200 g/ch-h mais qui consommait un combustible plus coûteux.

L'Angleterre, la Norvège, les Pays-Bas, le Japon, les Etats-Unis, l'Allemagne, l'Italie étaient, par ordre décroissant, les pays possédant le plus de « motorships », mais, proportionnellement au tonnage global de leur flotte, la Norvège, le Danemark et la Suède, pays où le combustible doit être entièrement importé, étaient ceux où le moteur diesel s'était développé le plus rapidement.

Le paquebot **PASTEUR** (longueur 200 m, 29 250 tx, 25 nd) allait effectuer son premier voyage vers Buenos Aires en 1939 pour la Compagnie Sud-Atlantique. Il sert de transport de troupes entre la France et l'Indochine depuis 1945.





La **QUEEN MARY** (81 000 tx, 28 nd en service), comme la **Queen Elizabeth** (83 000 tx), est propulsée par des turbines à engrenages montées sur quatre lignes d'arbres et développant une puissance totale de 200 000 ch.

## LE RENOUVELLEMENT DU TONNAGE PENDANT LA GUERRE

Alors que, de 1914 à 1918, le tonnage marchand détruit s'est élevé à 13 000 000 tx, soit 25 % de la flotte mondiale, on évalue à 38 000 000 tx les pertes résultant de la dernière guerre, soit bien plus de la moitié du tonnage de 1939. Pourtant, 70 000 000 tx sont en service en 1949, soit 10 millions de plus qu'en 1939. L'effort déployé pour combler les pertes a donc été extraordinaire.

En temps de guerre, les circonstances ne permettent pas de construire des navires dans les mêmes conditions qu'en temps de paix. Il faut sortir le maximum de tonnage de remplacement dans le plus bref délai possible, ce qui implique une transformation radicale des méthodes de construction. Pour y parvenir, on construisit, tout au moins dans les pays anglo-saxons, des chantiers spéciaux, et dans ces chantiers, on mit sur cale, en séries aussi grandes que possible, des navires standardisés dont les types les plus connus sont les cargos « Liberty » et « Victory » américains, les « Empire » et les « Ocean » anglais, les « Fort » canadiens, les pétroliers américains T-2. Dix-huit chantiers

américains spécialement équipés ont ainsi livré, avec un délai moyen de construction de deux à trois mois, la totalité des 2 580 « Liberty ships ». De même, 531 « Victory ships » ont été montés par cinq chantiers et les 523 pétroliers T-2 par quatre firmes seulement, dont une seule en livra 203.

Les « Liberty ships » représentent environ 28 % du tonnage mondial (près de 19 000 000 tx), soit à peu près l'équivalent du tonnage total de la marine marchande britannique en 1939! Depuis la Libération, on a souvent jugé défavorablement la conception de ces navires et leurs caractéristiques. On a critiqué notamment leur vitesse : dix nœuds à pleine charge, leur jauge brute élevée, enfin leur mode de construction presque entièrement soudé. Or ces navires reproduisent de très près un type de cargo britannique gros porteur, qui avait été choisi parmi les meilleurs de sa catégorie et qui avait donné, en temps de paix, toute satisfaction en tant que navire de « tramping » pour le transport des marchandises pondéreuses n'exigeant pas une grande vitesse. Les « Liberty » sont lents parce qu'il a fallu choisir comme appareil moteur un modèle très classique de machine alternative de



## LES FLOTTES DE COMMERCE MONDIALE (navires de plus de 1 000 tonnes)

1 <sup>er</sup> SEPTEMBRE 1939			30 JUIN 1948		
	Nombre	Jauge brute (tonneaux)		Nombre	Jauge brute (tonneaux)
Empire britannique .....	3 319	17 771 000	Etats-Unis .....	3 644	26 689 000
Etats-Unis .....	1 379	8 125 000	Empire britannique .....	3 103	18 373 000
Japon .....	1 180	5 103 000	Norvège .....	766	3 856 000
Norvège .....	1 072	4 499 000	Panama .....	436	2 721 000
Allemagne .....	854	3 916 000	Pays-Bas .....	448	2 513 000
Italie .....	667	3 178 000	France .....	426	2 356 000
Pays-Bas .....	537	2 678 000	Italie .....	317	1 995 000
France .....	555	2 670 000	Suède .....	512	1 719 000
Grèce .....	436	1 697 000	U. R. S. S. ....	418	1 299 000
Suède .....	484	1 312 000	Grèce .....	218	1 244 000
U. R. S. S. ....	354	1 136 000	Danemark .....	274	946 000
Autres Pays .....	1 961	6 185 000	Autres Pays .....	1 908	6 873 000
Total .....	12 798	58 270 000	Total .....	12 470	70 584 000

2 500 ch, que l'on pouvait sortir rapidement et en grande quantité. On a attribué à l'emploi de la soudure différents incidents de coque, mais on ne pouvait vraiment pas espérer que sur 2 580 bâtiments, construits pour la plupart par une main-d'œuvre rapidement formée, il ne s'en produirait pas, alors qu'on avait manqué de temps pour éprouver complètement cette nouvelle technique; l'emploi de la soudure s'était imposé en-temps de guerre en raison de sa commodité et de la facilité avec laquelle on pouvait former des équipes de soudeurs.

Au total, les Etats-Unis ont construit, de 1939 à 1945, 5 171 bâtiments, d'une jauge brute totale de 38 607 000 tx, soit environ l'équivalent de la totalité des pertes de guerre enregistrées pendant la même période. On ne saurait donc être surpris que, depuis 1945, la flotte américaine se classe au premier rang, mais une grande partie des bâtiments qui la composent sont mal adaptés aux besoins du temps de paix: elle manque de navires « sur mesure », tant paquebots que cargos. C'est pourquoi les Américains ont accepté de céder à d'autres puissances un certain nombre de « Liberty ships » et de pétroliers T-2, et ont désarmé déjà près de 9 000 000 tx.

### LA PROPULSION EN 1949

La machine alternative a connu pendant la guerre un très net regain de faveur. A eux seuls, les « Liberty ships » ont représenté 6 500 000 ch. de machines alternatives mises en service de 1942 à 1945. Mais c'est là une situation momentanée. Le moteur diesel est actuellement préféré des armateurs.

Au 1<sup>er</sup> janvier 1949, on comptait 2 490 000 tx de « motorships » en construction dans le

monde, contre seulement 1 650 000 tx à vapeur. La proportion est même un peu plus forte en faveur du diesel dans le cas des pétroliers: 918 000 tx contre 469 000 tx. On note surtout, pour les puissances moyennes, une progression sensible des moteurs diesels rapides qui offrent l'avantage d'un poids et d'un encombrement plus réduit, malgré l'obligation de les coupler sur les arbres d'hélice par l'intermédiaire d'engrenages réducteurs ou d'accouplements hydrauliques ou électriques. On arrive, dans certains cas, à des poids de l'ordre de 25 kg/ch et même moins.

Pendant la guerre, la turbine à engrenages a, elle aussi, progressé sensiblement. Elle équipait déjà, en 1946, 5 500 000 tx de plus qu'en 1939.

Beaucoup d'installations à turbines de 1949 utilisent la vapeur à des pressions qui atteignent jusqu'à 60-64 kg/cm<sup>2</sup> et des températures de 450-480°. Des chaudières ayant ces caractéristiques équiperont les nouveaux paquebots français de la Cie Générale Transatlantique mis sur cale l'année dernière, qu'il s'agisse des bâtiments de 20 000 tx et 40 000 ch de la ligne des Antilles (**Flandre et Antilles**) ou de ceux de 10 000 tx et 14 000 ch destinés à l'Afrique du Nord (**Ville-de-Marseille et Ville-de-Tunis**).

Il faut, enfin, souligner le bond énorme accompli pendant la guerre par la propulsion turbo électrique. Elle est passée de 467 000 tx avant la guerre à 5 767 000 tx en service en 1946, soit une progression exceptionnelle dans le rapport de 1 à 12. Cette circonstance est due exclusivement au choix qu'on a fait de la propulsion turbo électrique pour les 523 pétroliers T-2.

Ajoutons qu'en 1948, il n'y avait plus que 25 % à peine du tonnage mondial chauffant au charbon; encore s'agissait-il surtout de navires anciens.



## LA FLOTTE MONDIALE EN 1949

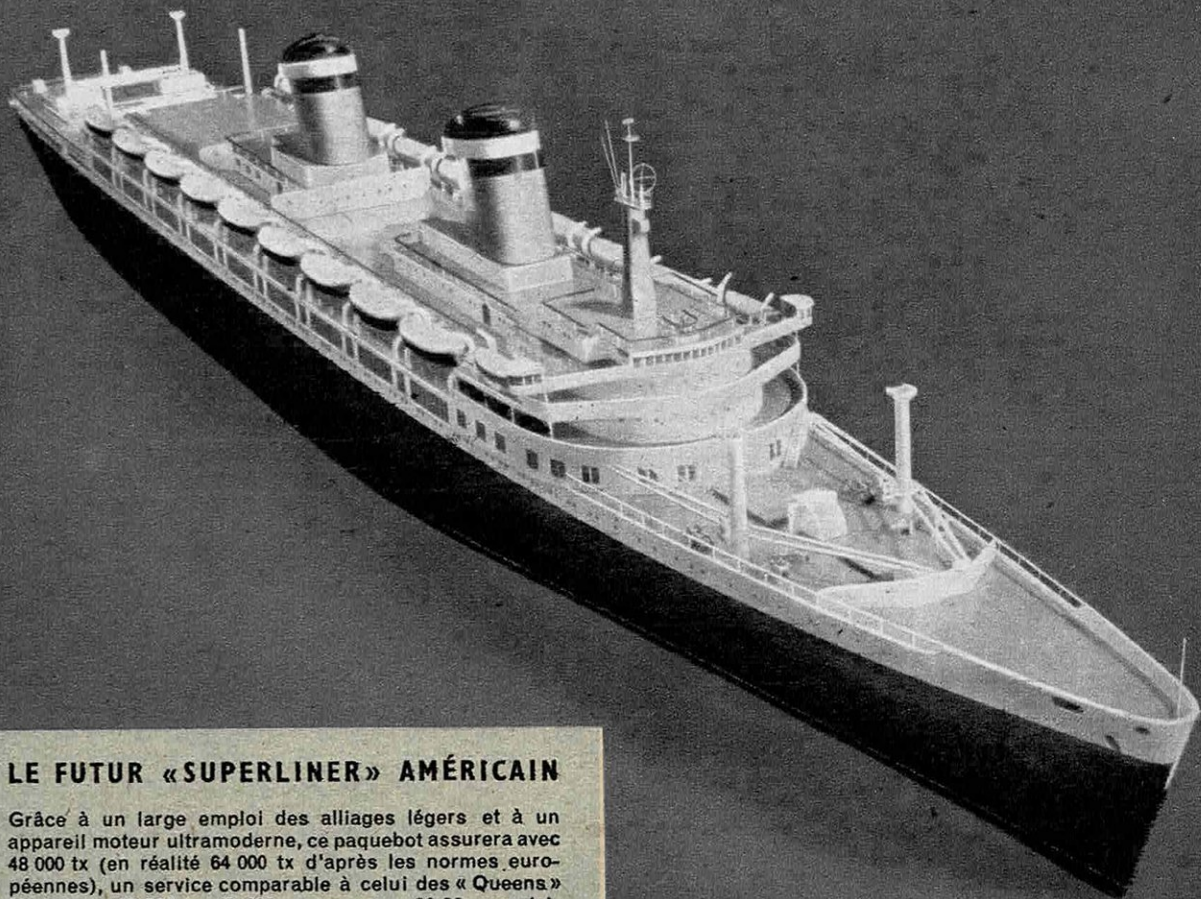
Les deux tiers de la flotte mondiale sont constitués par des navires de charge, soit 48 000 000 tx contre 34 000 000 tx en 1939. Le tiers restant se partage entre les navires à passagers et les pétroliers. Les paquebots ne représentent plus que 9 % du tonnage mondial, car cette catégorie de navires a subi de très lourdes pertes pendant la guerre, sans qu'il ait été possible de construire du tonnage de remplacement de même catégorie. Le tonnage des pétroliers, au contraire, est en nette progression puisque, malgré les pertes, il est passé de 11 260 000 tx en 1939 à 14 560 000 tx fin 1948. Aujourd'hui, la flotte affectée aux transports pétroliers représente près de 20 % du tonnage mondial, contre 3,5 % en 1914.

Des redressements remarquables ont été opérés depuis la guerre par plusieurs pays, au premier rang desquels on doit citer l'Angleterre, pour qui, au 31 décembre 1948, 1 367 000 tx (264 navires) étaient en construction.

Il faut encore signaler le rapide relèvement

des marines marchandes hollandaise, norvégienne, française et italienne, bien qu'aucun de ces pays n'ait encore rattrapé le niveau de 1939. Avec 414 000 tx (112 navires) en construction, notre pays se classait le 31 décembre dernier, pour les constructions neuves, au second rang dans le monde. Il distançait même les Etats-Unis où il n'y avait sur cale, au début de 1949, que 322 000 tx.

Un cas particulier mérite d'être souligné, celui de la petite république de Panama, dont la marine marchande est en progrès de 2 millions de tonneaux depuis 1939. Des armateurs de certains pays n'hésitent pas, en effet, à placer tout ou partie de leur flotte sous pavillon panaméen afin de bénéficier des avantages que la législation fiscale et économique de ce pays leur assure. La place relativement importante occupée par Panama sur les mers s'explique donc grâce à des artifices de réglementation; mais diverses mesures de boycottage envisagées à son égard au début de 1949 par la Fédération Internationale des ouvriers des transports pourraient, si elles se précisaient, amener un renversement de cette situation.



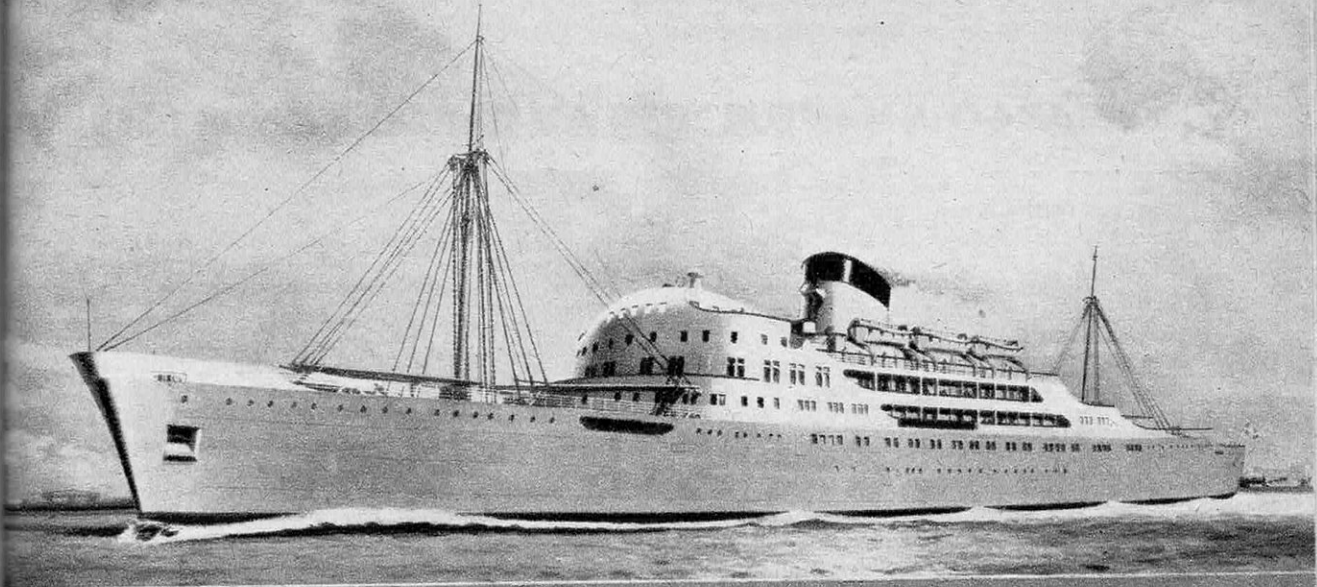
## LE FUTUR «SUPERLINER» AMÉRICAIN

Grâce à un large emploi des alliages légers et à un appareil moteur ultramoderne, ce paquebot assurera avec 48 000 tx (en réalité 64 000 tx d'après les normes européennes), un service comparable à celui des «Queens» anglais de 80 000 tx (2 000 passagers, 28-30 nœuds).

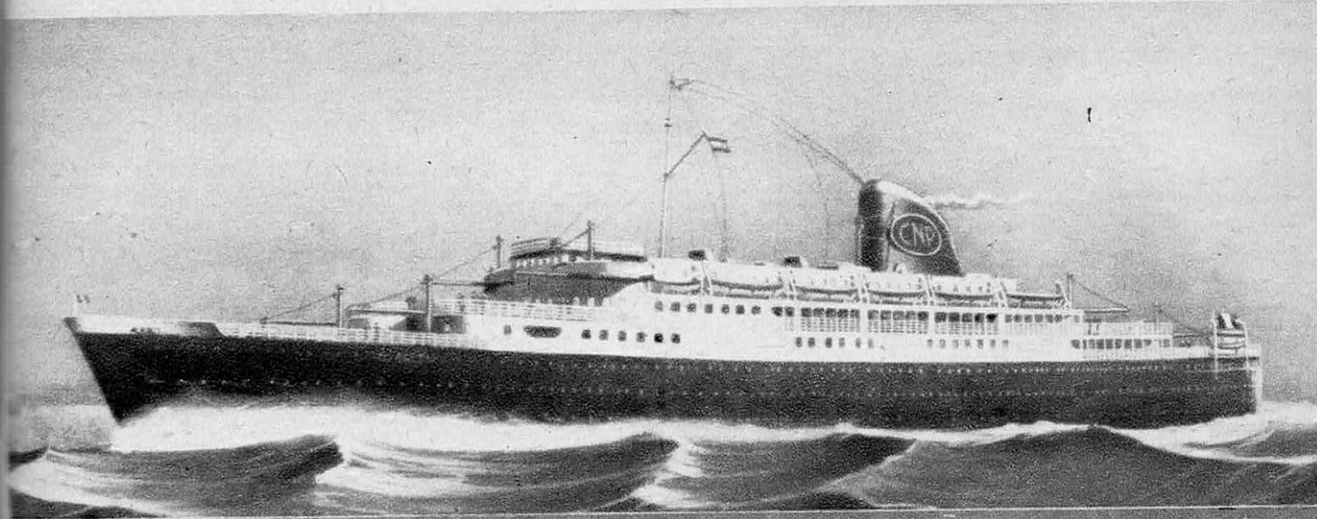


## TONNAGE, PUISSANCE, VITESSE des principales catégories de navires marchands

1° Navires à passagers	Tonnage	Puissance	Vitesse	Bâtiments représentatifs du type dans la marine française de 1949
Paquebots géant .....	40 000 à 80 000 tx	60 000 à 200 000 ch	23 à 30 nœuds	Ile-de-France ..... 43 500 tx Liberté ..... 49 800 tx Cie Gle Transatlantique. d <sup>o</sup>
Paquebots long courrier .....	10 000 à 30 000 tx	12 000 à 40 000 ch	15 à 25 nœuds	Pasteur ..... 30 000 tx Flandres ..... 20 000 tx La Marseillaise ..... 15 500 tx Foucauld ..... 9 100 tx Sud-Atlantique. Cie Gle Transatlantique. Messageries Maritimes. Chargeurs Réunis.
Paquebots de mers étroites (Méditerranée, mer du Nord, etc.)	2 000 à 10 000 tx	6 000 à 18 000 ch	15 à 21 nœuds	Ville-d'Alger ..... 10 200 tx Lyautey ..... 9 000 tx Pt de Cazalet ..... 5 100 tx Cie Gle Transatlantique.
Paquebots trans-Manche .....	1 500 à 3 000 tx	3 000 à 22 000 ch	17 à 26 nœuds	Cdt Quéré ..... 4 400 tx Arromanches ..... 2 200 tx S. N. C. F.
2° Transport des marchandises	Port en lourd			
Cargos mixte .....	4 000 à 12 000 t dw	3 000 à 12 000 ch	12,5 à 17 nœuds	Oregon ..... 10 700 t dw Ville-de-Majunga ..... 7 200 t dw Cie Gle Transatlantique. Cie Havraise Péninsulaire
Cargos de ligne régulière .....	3 000 à 12 000 t dw	3 000 à 12 000 ch	12,5 à 17 nœuds	Mékong ..... 11 000 t dw Mont-Agel ..... 7 500 t dw Beyla ..... 7 080 t dw Chargeurs Réunis. C. G. A. M. La Hague ..... 5 500 t dw
Cargos tramping. ....	6 000 à 10 000 t dw	2 000 à 5 000 ch	9 à 13,5 nœuds	Magellan ..... 9 300 t dw Charles-L. D. .... 9 300 t dw Armt-Dreyfus. U. I. M.
Cargos bananiers et fruitiers. ....	2 000 à 3 500 t dw	4 000 à 6 500 ch	15 à 18 nœuds	Dubreka ..... 2 700 t dw Nyombé ..... 3 500 t dw Fabre. Martin.
Cargos caboteurs .....	350 à 3 000 t dw	300 à 1 500 ch	8 à 12 nœuds	Barsac ..... 1 150 t dw Dinard ..... 500 t dw Worms. Havraise de Cabotage.
Pétroliers (navires citernes) .....	8 000 à 31 000 t dw	2 500 à 10 000 ch	10 à 15 nœuds	Astarté ..... 22 000 t dw Germinal ..... 15 800 t dw Cie Auxil. de Navigation. Sté Marit. Transp. Pétrol.
3° Chalutiers	Longueur			
a) Terre-Neuve. ....	61 à 68 m	1 000 à 1 300 ch	10 à 12 nœuds	Pêche au Large. Armt Malfoy-Goy.
b) Océanique .....	38 à 48 m	600 à 800 ch	10 à 12 nœuds	Etoile-du-Sud .....
c) Mers étroites. ....	26 à 32 m	300 à 500 ch	10 à 11 nœuds	Notre-Dame d'Artois .....



Le paquebot mixte **PRESIDENTE PERON**, construit pour l'Argentine en Angleterre, de ligne particulièrement élégante, pourra transporter un important tonnage de viandes frigorifiées (longueur 161 m, 14 500 tx). ↑



Le paquebot **LYAUTEY**, qui a été mis sur cale à La Seyne en janvier dernier, est destiné à la ligne Marseille-Tanger-Casablanca. Il jaugera environ 9 000 tonneaux et pourra soutenir la vitesse de 22 nœuds. ↑

## LES GRANDS NAVIRES

Aussi longtemps que la demi-douzaine de paquebots géants encore en ligne dans le Nord-Atlantique survivra, ils demeureront, sans conteste, les plus grands navires du monde. On peut pourtant douter que les paquebots de l'avenir soient, comme ils l'ont toujours été jusqu'à présent, les plus gros bâtiments de la flotte mondiale. En effet, si l'aviation prend demain une part plus considérable du trafic des voyageurs, les navires à passagers deviendront sans doute des navires « mixtes » dans le sens actuel du mot, plutôt que des paquebots : ce seront, le plus souvent, de grands cargos de lignes rapides, dans le château central desquels un certain nombre de voyageurs trouve-

ront des installations confortables, voire luxueuses, mais dont le déplacement sera très probablement inférieur à celui des grands pétroliers. A la fin de 1948, on ne comptait pas moins de 50 pétroliers de 26 000 à 32 000 tonnes en construction dans le monde et plusieurs étaient à l'étude, dont le port en lourd devait atteindre 47 000 t. De tels bâtiments auront par conséquent un déplacement en charge supérieur à celui de paquebots comme le « Caronia », le plus grand paquebot construit depuis la guerre et qui vient d'entrer en service. Il n'est donc pas impossible que, dans un avenir relativement peu éloigné, on soit obligé de classer les pétroliers en tête de tous les navires du monde pour leur déplacement et peut-être même par leurs dimensions de coque.



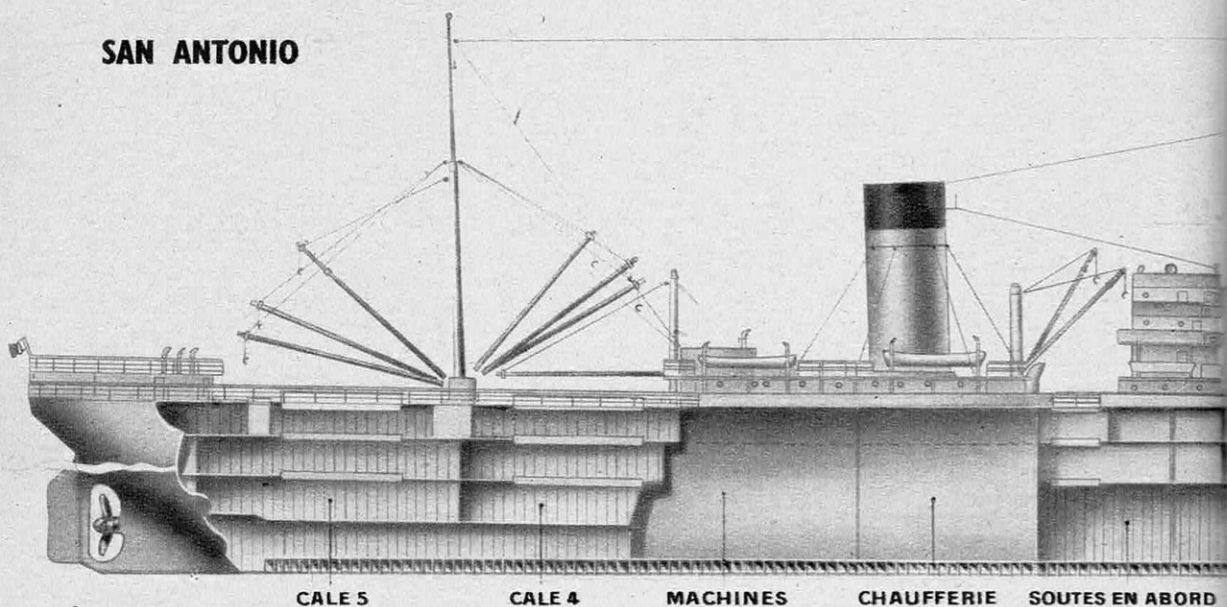
## DU CARGO A VAPEUR 1930 AU CARGO RAPIDE 1949

Ces deux coupes longitudinales montrent le type **San Antonio** de 1930 et le type **Carbet** actuellement en construction, tous deux destinés aux lignes de l'Amérique centrale et des Antilles. Ils sont comparables par leurs dimensions générales, mais on notera l'économie de place obtenue dans l'installation de l'appareil moteur du **Carbet**, bien qu'il soit plus puissant, d'où une augmentation importante du volume des cales.

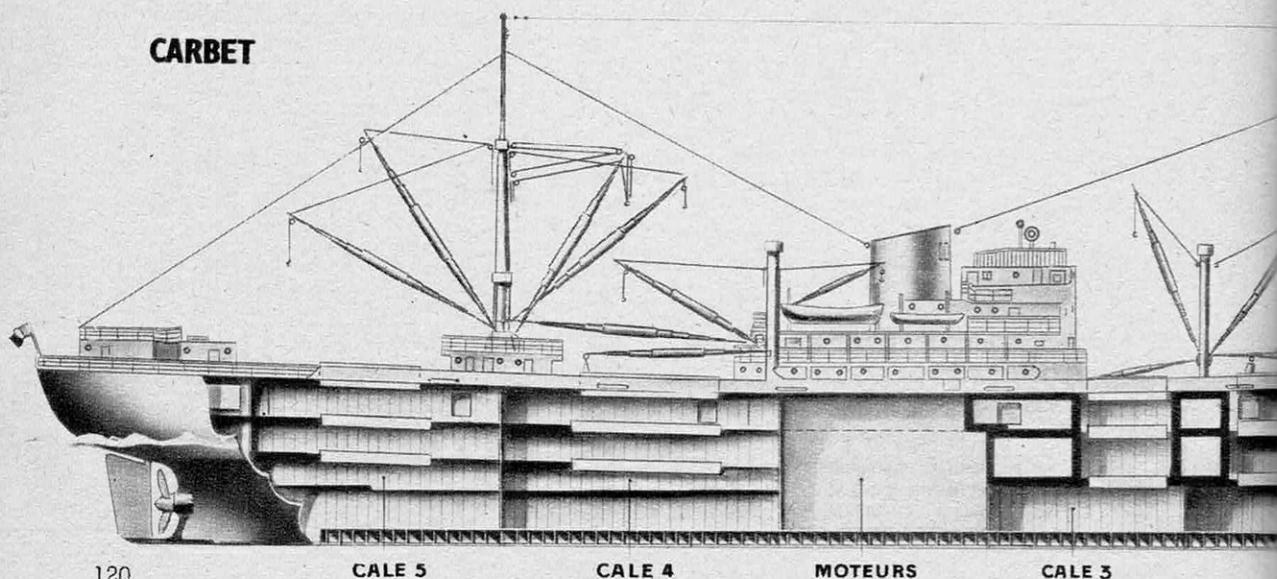
**SAN ANTONIO** (1930). Type classique de cargo rapide à vapeur (13 nd). Longueur 130 m, déplacement en charge 13 550 t, port en lourd total 8 350 t dont 2 100 t pour combustible, eau et divers, port marchandises 6 250 t, volume des cales 12 180 m<sup>3</sup>, machine à vapeur alternative de 4 500 ch alimentée par 6 chaudières.

**CARBET** (1949). Cargo rapide à moteurs diesels (16 nd). Longueur 129 m, déplacement en charge 12 100 t, port en lourd total 7 500 t seulement pour combustible, eau et divers, port marchandises 6 500 t, volume des cales 14 300 m<sup>3</sup>, deux moteurs Sulzer à allure rapide entraînant l'hélice par l'intermédiaire d'un réducteur et d'accouplements électromagnétiques et développant 7 700 ch. Le **Carbet** fait partie d'une série de 3 navires (les deux autres étant le **Caraïbe** et le **Carimaré**) commandés en Hollande d'après un programme et des plans étudiés par la Compagnie Générale Transatlantique. Ils portent 257 t de plus que les **San Antonio** et le volume de leurs cales est supérieur de plus de 2 000 m<sup>3</sup>. Les capacités de transport en poids et en volume sont donc accrues sur ces navires plus petits et plus rapides.

### SAN ANTONIO



### CARBET



# LES PROGRÈS TECHNIQUES DU CARGO ET DU PAQUEBOT

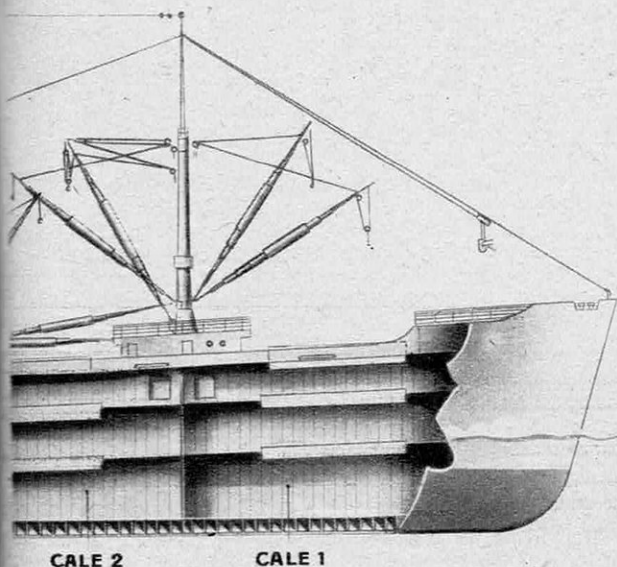
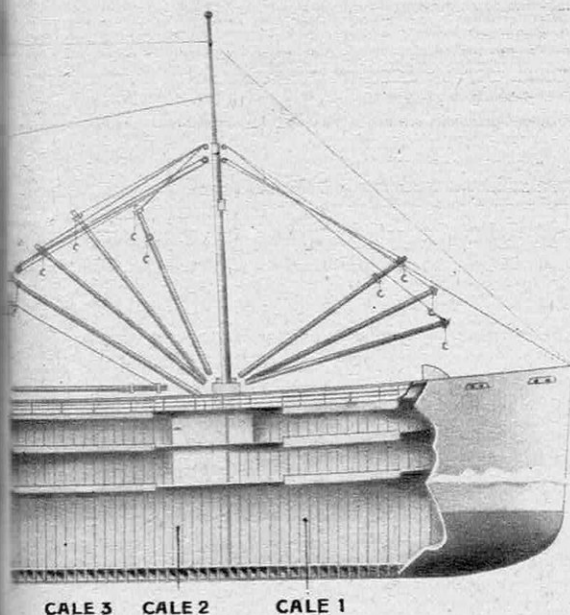
par J.-P. RICARD

Ingénieur en chef à la Compagnie Générale Transatlantique

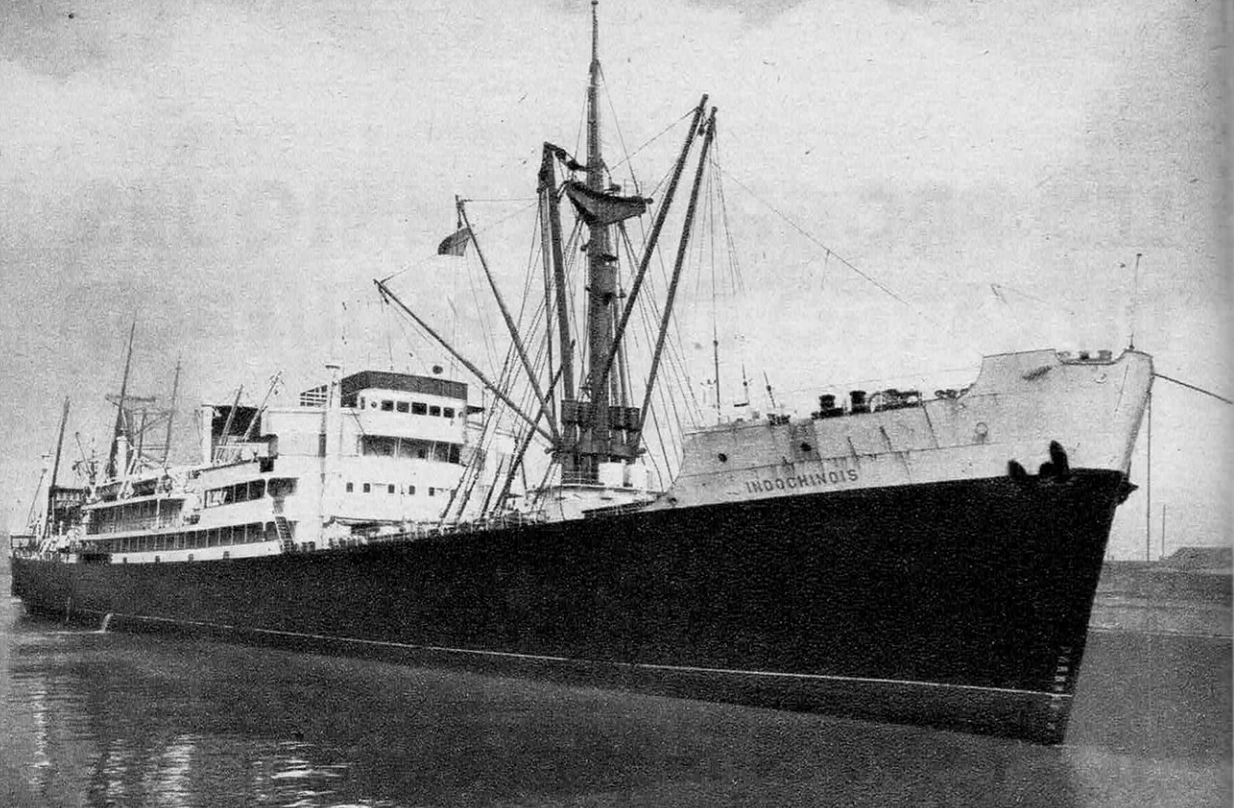
**C**ARGOS et paquebots sont soumis dans leur développement au verdict d'une clientèle maritime essentiellement internationale, avec, pour sanction, la prospérité ou la ruine des Compagnies de navigation ou des Etats qui s'y substituent.

Il est avantageux de commencer l'étude du matériel de la Marine marchande par le cargo, procédant ainsi du simple au complexe. Pour le cargo il s'agit de satisfaire à des exigences relativement simples, limitées à la vitesse, à la bonne navigabilité, à un équilibre harmonieux entre le port en lourd (c'est-à-dire le poids admissible pour la cargaison, l'équipage, le combustible, etc.) et la capacité des cales, et au respect de quelques conventions internationales assez rudimentaires sur la sécurité. Pour le paquebot, les conventions internationales et des règlements nationaux bien plus sévères, et aussi la concurrence de l'aviation, sont venus, ces derniers temps, compliquer sérieusement la tâche du constructeur naval.

L'accroissement de la vitesse est une loi générale pour tous les moyens de transport terrestres, aériens ou maritimes. Pour le navire, les exigences rigoureuses du principe d'Archimède font qu'il ne peut réaliser qu'un compromis entre les conditions différentes à satisfaire. La vitesse, notamment, ne pourra être accrue qu'au prix d'une réduction du port en lourd. C'est là un handicap sérieux par rapport à l'avion dont la portance croît en même temps que la vitesse. C'est pourquoi l'accroissement de vitesse du navire ne peut se faire que par étapes successives en fonction du progrès technique et notamment des possibilités d'allègement des appareils moteurs et évaporatoires dont il devient possible d'user à un moment donné en toute sécurité. Heureusement toutefois que les lois de l'hydrodynamique font que la puissance motrice nécessaire pour une vitesse donnée croît moins rapidement que le déplacement (comme sa puissance à l'exposant  $2/3$ ). Ceci explique la course aux déplacements à laquelle a conduit la compétition des vitesses pour les paquebots de l'Atlantique Nord. A la condition d'y consentir un







L'**Indochinois**, mis en service en 1939, est le prototype des cargos rapides français. Les navires type **Cavelier-de-la-Salle** en dérivent et sont propulsés comme lui par un diesel de 7 000 ch permettant une vitesse de 16 nd.

prix qui, à l'époque, a pu paraître excessif, certains navires ont ainsi réalisé prématurément des vitesses et des programmes qui sont devenus courants et raisonnables quelques années plus tard. Cela a donné à ces navires d'avant-garde une longévité qui a certainement payé les sacrifices financiers consentis à leur construction. On pourrait, par contre, citer des navires trop étroitement conçus sous l'emprise de difficultés budgétaires et qui, rapidement démo-

dés, n'ont même pas eu la carrière permettant leur amortissement normal. Ces considérations ne s'appliquent en général pas aux cargos. Mais il n'était pas sans intérêt de souligner l'importance que peut avoir, pour l'amortissement du capital investi, ce facteur qu'est la longévité du matériel naval, conçu avec suffisamment d'imagination quant aux développements futurs des trafics maritimes et de la technique, alors que d'autres moyens de transport s'usent infiniment plus vite.

## LES NAVIRES DE CHARGES

### LA VITESSE

La vitesse des cargos que l'on construisait après la guerre de 1914/1918 était de l'ordre de 10 à 12 nœuds. C'est encore celle que l'on donnait, pendant la dernière guerre, aux **Empire** et **Liberty ships**. Il s'agissait alors de construire des unités pourvues d'appareils moteurs faciles à construire en grandes séries, et pouvant être conduits par des équipages dont la bonne volonté ne suppléait pas toujours au manque d'instruction professionnelle. La solution rationnelle était, dans ce cas, la vieille machine alternative de 2 000 à 3 000 chevaux. Tels quels, les **Liberty ships** se sont avérés de bons navires. Certains d'entre eux, construits avec des matériaux ayant échappé à une recette sévère ou par une main-d'œuvre de qualification in-

suffisante, ont eu quelques avaries sérieuses. Ceux qui auront survécu à la sélection des premières années d'utilisation pourront faire une bonne carrière dans la mesure où les trafics auxquels ils pourront être affectés s'accommoderont de leur faible vitesse, de leur tirant d'eau excessif pour beaucoup de ports et de l'équipement un peu sommaire de leurs cales.

Dès qu'il apparut que le péril sous-marin était conjuré, les Américains remplacèrent la construction des **Liberty ships** par celle de **Victory ships** de 15 à 16 nœuds, à turbines à vapeur, ou à moteurs diesels, mieux adaptés à une exploitation commerciale et qui retrouvaient la vitesse à laquelle on était arrivé progressivement dans toutes les marines antérieurement à la déclaration de guerre de 1939. C'est la vitesse qui fut adoptée pour

les unités mises en chantier dans les différents pays, et notamment en France, après la Libération. On peut donc la considérer comme une étape marquante dans l'évolution des caractéristiques des navires de charge. Le cargo moyen de 5 000 à 10 000 tonnes, qui, il y a trente ans, filait 10 nœuds, en file aujourd'hui 15 en charge et même souvent davantage.

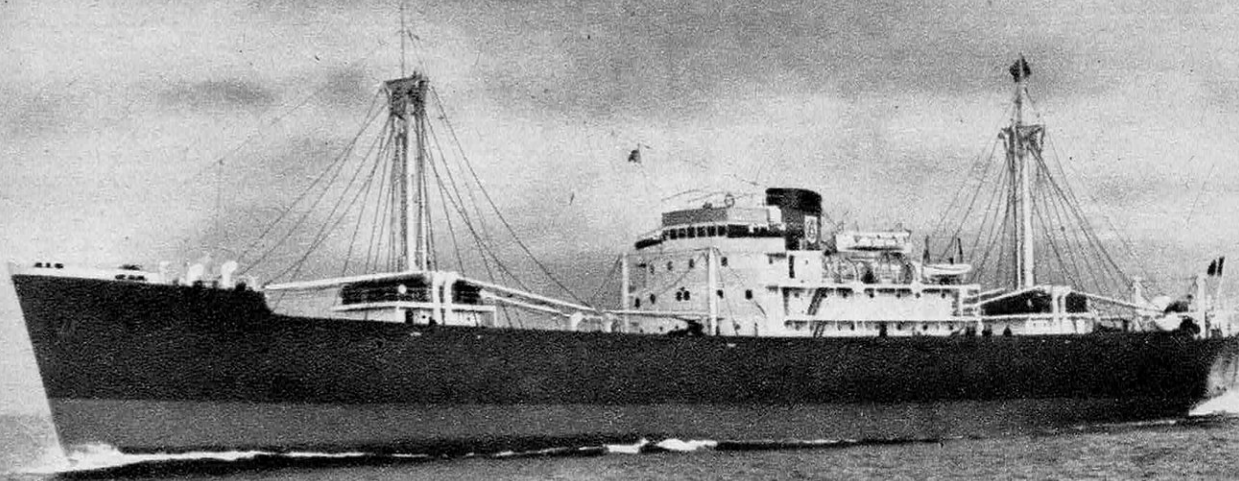
## LE DIESEL

C'est le développement du moteur diesel qui a permis aux armements d'envisager de remplacer 3 navires de 10 nœuds par deux de 15 de même port en lourd unitaire. C'est en cela que réside, sous de très sérieuses réserves que nous examinerons plus loin, l'avantage essentiel de l'accroissement de vitesse. Par sa consommation de combustible très faible, soit 175 grammes au cheval-heure effectif, le moteur diesel permet de réaliser de substantielles économies de poids et de volume du combustible à transporter par rapport à la machine à vapeur qui consommait 450 grammes de mazout au cheval-heure effectif il y a quelques années à peine, et qui consomme encore 350 grammes dans les installations à vapeur thermo-dynamiquement plus modernes, que l'on peut envisager à l'heure actuelle pour des navires de charge de puissance modérée. Il permet d'économiser en outre le poids et le volume de l'eau nécessaire à la réparation des pertes aux chaudières des navires à vapeur, ce qui n'est pas négligeable. Il en résulte pour un navire à moteur la possibilité d'avoir, soit plus de rayon d'action, soit des machi-

nes plus puissantes et une vitesse par conséquent plus grande, soit plus de port en lourd et de capacité marchandises. Aussi, même à l'époque où le moteur à quatre temps avait un poids spécifique égal sinon supérieur à celui des appareils moteurs à vapeur, les armateurs danois furent-ils justifiés à motoriser et à accroître la vitesse de leurs navires destinés au transport des laines d'Extrême-Orient vers l'Europe, tout en bénéficiant d'un accroissement de volume des cales très appréciable pour ce genre de trafic. Ce sont sur ces lignes que la vitesse des motorships passa à 14, 15 puis 16 et même 17 nœuds au fur et à mesure des progrès des moteurs : deux temps simple effet, quatre temps suralimentés, injection mécanique. Il serait faux de voir dans cette évolution un effet de la seule concurrence internationale. La motorisation s'imposait sur ces lignes parce que l'accroissement de vitesse qui pouvait en résulter permettait de réaliser l'équilibre le plus harmonieux entre les différents facteurs de l'exploitation. On pourrait trouver des exemples analogues dans d'autres trafics : celui des fruits réfrigérés et des bananes notamment, qui exige des volumes de cales considérables.

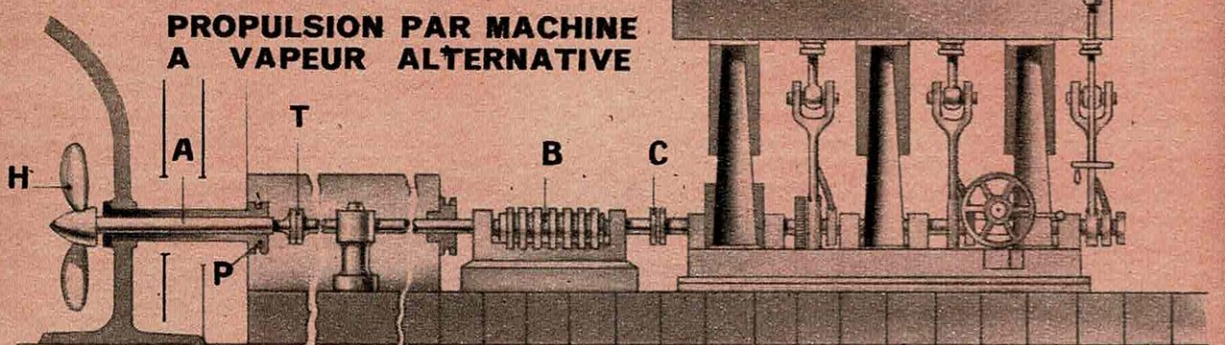
Un autre avantage très appréciable du moteur réside dans la constance de sa consommation spécifique en fonction de la charge, d'où la possibilité de faire des traversées à faible vitesse dans les conditions les plus économiques, ou d'adapter la vitesse aux conditions d'exploitation les plus favorables en cas de changement de trafic ou en période de crises. Enfin, pendant les séjours au port,

**Le nouveau cargo rapide La Hague de la Compagnie Générale d'Armements Maritimes appartient à une série de quatre unités (La Hève, La Coubre, La Baule). Port en lourd 5 500 t, diesel de 5 000 ch, vitesse 15,5 nd.**



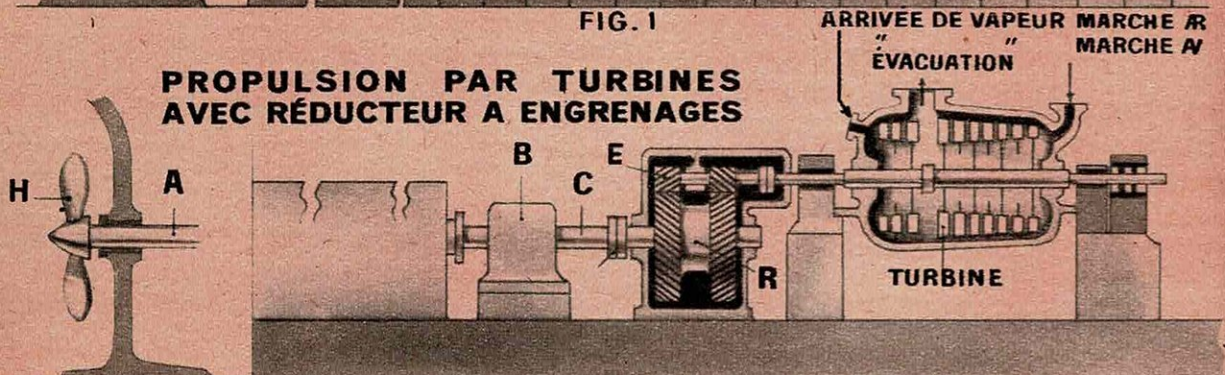


# LES MACHINES DE MARINE



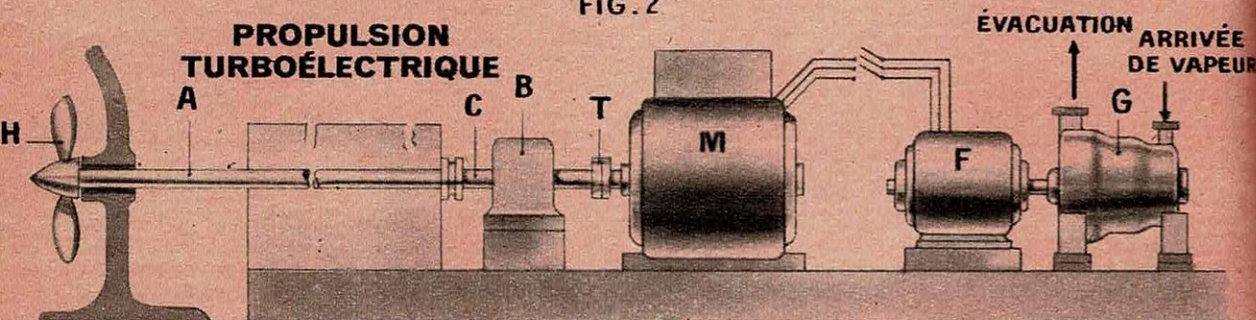
**PROPULSION PAR MACHINE A VAPEUR ALTERNATIVE**

FIG. 1



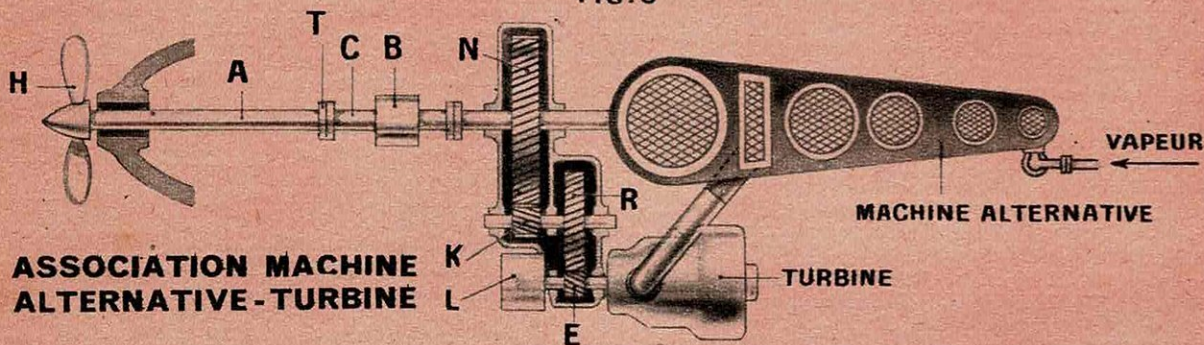
**PROPULSION PAR TURBINES AVEC RÉDUCTEUR A ENGRENAGES**

FIG. 2



**PROPULSION TURBOÉLECTRIQUE**

FIG. 3



**ASSOCIATION MACHINE ALTERNATIVE - TURBINE**

FIG. 4

L'énergie mécanique nécessaire à la propulsion des navires est fournie par des machines qui communiquent un mouvement de rotation à une ligne d'arbre à l'extrémité de laquelle est fixée une hélice H.

La poussée propulsive exercée par l'eau sur l'hélice est transmise au navire par l'intermédiaire d'un palier de butée B lié rigidement à la coque.

La ligne d'arbre comprend l'arbre porte-hélice A, l'arbre de butée C et parfois, un ou plusieurs arbres intermédiaires suivant la distance qui sépare la machine de l'hélice. Les divers tronçons d'arbre sont liés

entre eux par des tourteaux d'accouplement T et l'étanchéité de la coque au passage de l'arbre porte-hélice est assurée par un presse-étoupes P.

Les machines motrices utilisées à bord des navires sont les machines à vapeur et les moteurs diesels.

## MACHINES A VAPEUR

Les machines à vapeur comprennent les machines alternatives qui actionnent directement la ligne d'arbre (fig. 1) et les turbines (fig. 2) qui l'actionnent par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse. Ce réducteur



## PROPULSION PAR MOTEUR DIESEL LENT

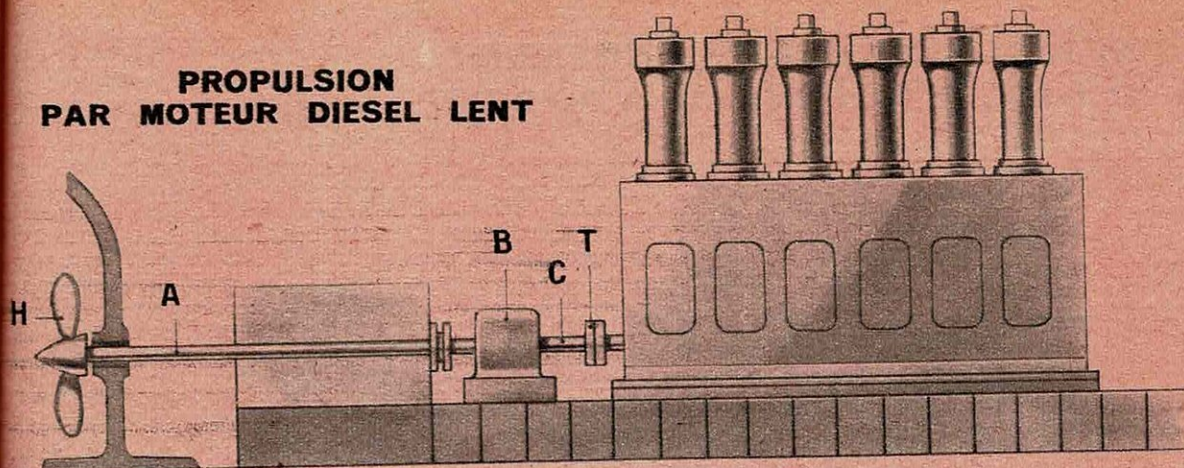


FIG. 5

## PROPULSION PAR MOTEURS DIESELS RAPIDES

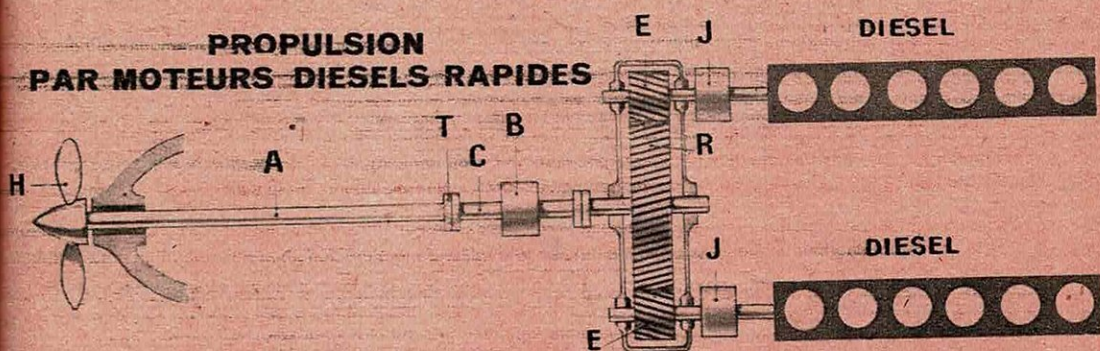


FIG. 6

## PROPULSION DIESEL-ÉLECTRIQUE

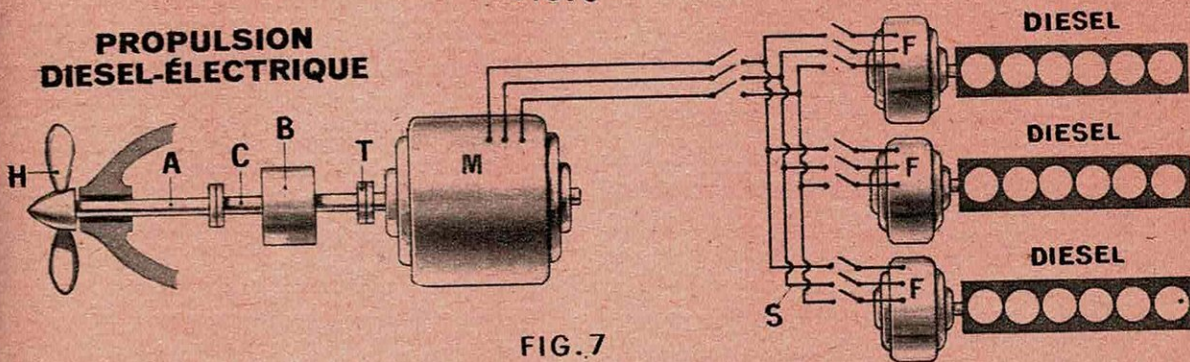


FIG. 7

est absolument indispensable si l'on ne veut pas avoir de turbines de grandes dimensions; le meilleur rendement d'une turbine est, en effet, obtenu pour une très grande vitesse angulaire du rotor, tandis que celui de l'hélice n'est obtenu que pour une faible vitesse de rotation.

Le réducteur de vitesse peut être à engrenages ou électrique. Dans le premier cas, la turbine actionne un pignon E, à double denture et de faible diamètre, qui engrène avec une roue R de grand diamètre jonctionnée à l'arbre de butée. Dans le second cas (fig. 3), la turbine G entraîne un alternateur F qui alimente le moteur synchrone d'entraînement M de la ligne d'arbre; le rapport de réduction de vitesse entre la turbine et l'hélice est alors égal au rapport des nombres de pôles inducteurs de l'alternateur et du moteur. Ce dernier mode de propulsion est appelé propulsion turboélectrique.

L'appareil moteur d'un navire peut également être formé par l'association d'une machine alternative et d'une turbine (fig. 4). Dans cette installation, la turbine attaque un pignon d'engrenage E qui engrène avec une roue R; cette roue entraîne le pignon K, qui engrène avec une nouvelle roue N clavetée sur la ligne

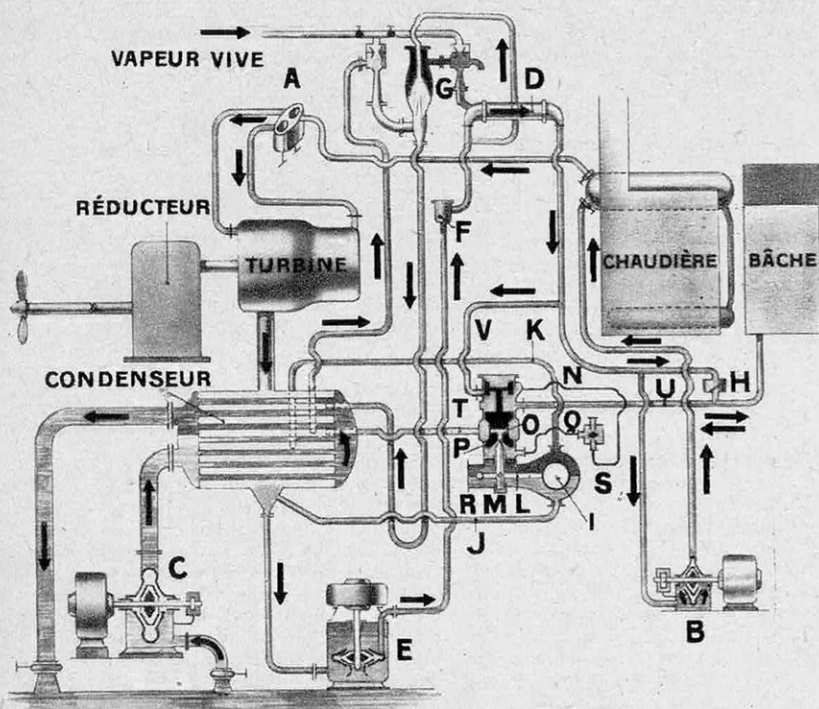
d'arbre. La machine alternative attaque directement la ligne d'arbre et évacue dans la turbine. Un accouplement hydraulique L complète l'installation.

## MOTEURS DIESELS

Les moteurs à allure lente actionnent directement la ligne d'arbre (fig. 5). Les moteurs à allure rapide nécessitent l'emploi d'un réducteur de vitesse pour conduire l'hélice. Ce réducteur de vitesse peut être à engrenages ou électrique. Dans le premier cas (fig. 6), chacun des moteurs entraîne un pignon E de faible diamètre qui engrène avec la roue R jonctionnée à la ligne d'arbre. Entre les pignons E et les turbines, on place des accouplements J destinés à éviter les usures rapides de la denture, en soustrayant celle-ci aux variations du couple moteur des diesels. Dans le second cas (fig. 7), les moteurs entraînent des alternateurs identiques F pouvant être couplés à l'aide du tableau S. Le courant ainsi produit sert à alimenter le moteur synchrone d'entraînement de la ligne d'arbre M. Le rapport de réduction de vitesse entre les moteurs et l'hélice est égal au rapport des nombres de pôles inducteurs d'un alternateur et du moteur M. C'est la propulsion diesel-électrique.



# SCHÉMA DU FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE A VAPEUR



## Nécessité du condenseur

Si la vapeur d'échappement était évacuée à l'air libre, le renouvellement de l'eau douce exigerait l'installation de citernes ou d'appareils distillatoires inacceptables. Il est donc indispensable de la récupérer grâce à un condenseur.

## Nécessité du dégazage.

L'emploi de chaudières à haute pression et à température de surchauffe élevée oblige à utiliser de l'eau distillée dégazée pour éviter la formation de dépôts et de corrosions dues à l'action de l'oxygène et du gaz carbonique dissous.

Pour obtenir une eau dégazée, on empêche tout contact de celle-ci avec l'air extérieur en adoptant l'alimentation en circuit fermé.

## Circuit d'eau et de vapeur.

La vapeur qui sort du surchauffeur de la chaudière arrive à un appareil de manœuvre A permettant de distribuer la vapeur soit à la turbine de marche avant, soit à la turbine de marche arrière.

Après avoir travaillé dans la machine, la vapeur arrive dans le condenseur, où elle se condense en passant à l'extérieur d'une grande quantité de tubes à l'intérieur desquels circule de l'eau de

la consommation des moteurs est nulle, alors qu'il faut maintenir sous pression les chaudières d'un navire à vapeur. Le moteur diesel permet en outre de manœuvrer en développant toute la puissance possible en marche arrière. C'est une supériorité appréciée des motorships par rapport aux cargos à turbines dont la puissance en marche arrière, limitée à 50 % de la puissance développée en marche avant, s'est révélée parfois très insuffisante.

La supériorité d'un cargo à moteurs rapide et moderne, sur le cargo à vapeur d'il y a une vingtaine d'années est bien mise en évidence par la figure de la page 120.

En regard de ces facteurs favorables, d'autres jouent défavorablement. Le diesel consomme un combustible plus coûteux que le fuel oil dont s'accommodent les chaudières. De plus, la consommation d'huile est notablement plus élevée que dans les installations à vapeur. Les charges d'entretien du matériel sont beaucoup plus lourdes. Pour être maintenu en bon ordre de marche, le moteur diesel exige des visites fréquentes de ses organes essentiels par un personnel qualifié. Mais si le motorship est armé par un équipage de bons mécaniciens, si l'installation permet à ces derniers de procéder aisément par leurs propres moyens à ces visites périodiques en profitant des séjours au port, il pourra être exploité intensivement sans les immobilisations anormales que nécessitent souvent les réparations de tur-

binés ou de chaudières qui ne peuvent être faites que par les ateliers de terre. Les difficultés de recrutement de mécaniciens qualifiés ont longtemps freiné l'extension du moteur diesel, dans notre marine marchande notamment. Ce problème du personnel se pose avec une acuité d'autant plus grande aujourd'hui que toutes les unités du programme de reconstruction de notre flotte de charge qui doivent être mises en service d'ici 1952 sont en grande majorité pourvues de moteurs diesels. Les constructeurs se sont efforcés de faciliter la motorisation de cette nouvelle flotte en réduisant au minimum le nombre de types de moteurs, en adoptant des solutions déjà éprouvées, et en calculant largement la puissance de telle façon qu'en service on ne développe pas pratiquement plus de 80 % de celle pour laquelle les organes sont construits. On peut ainsi espérer qu'un matériel aussi prudemment conçu traversera sans mal les premières années au cours desquelles beaucoup d'équipages feront leur apprentissage.

## LA MACHINE A VAPEUR

Est-ce à dire qu'il n'y a plus rien à attendre de la vapeur?

Depuis 1920 les constructeurs se sont efforcés d'en accroître les possibilités par des dispositifs qui ont eu des fortunes diverses. Le premier en date est le système Bauer-Wach, dans lequel la détente incomplète de

mer refoulée par la pompe C (pompe de circulation).

L'eau ainsi condensée est aspirée par une pompe d'extraction E et refoulée à l'aspiration de la pompe alimentaire B, en passant dans un filtre F destiné à retenir l'huile dont s'est chargée la vapeur lors de son passage dans les appareils auxiliaires conduits par des machines alternatives graissées intérieurement, et dans un désaérateur D. Le vide au condenseur est assuré par une batterie d'éjecteurs G placés en série et évacuant dans le désaérateur D.

L'installation fonctionnerait normalement avec les seuls appareils cités ci-dessus, si le débit exigé de la pompe alimentaire pour maintenir un niveau d'eau constant à l'intérieur de la chaudière était constamment égal à celui de la pompe d'extraction. En service courant, il ne peut en être ainsi; les variations d'allure ou les stoppages des machines principales produisent, en effet, un déséquilibre entre les débits des deux pompes et l'on est conduit pour y pallier, ainsi que pour compenser les pertes d'eau, à installer un récipient, ou bache, dans lequel on conserve un certain volant d'eau. Cette bache est mise en commu-

nication avec le condenseur, par l'intermédiaire d'un régulateur automatique R destiné à maintenir un niveau d'eau constant à la partie basse de la chambre de condensation du condenseur et avec le refoulement de la pompe d'extraction par une dérivation munie d'un clapet de non retour H.

#### Le régulateur automatique.

Le régulateur automatique comprend un flotteur I dont la boîte est en équilibre de pression avec le condenseur, grâce aux tuyaux de communication J et K. Ce flotteur suit les variations du niveau d'eau de la chambre de condensation du condenseur et actionne, par un levier articulé L, un pointeau M qui commande le déplacement d'un piston P par l'ouverture ou la fermeture du canal O.

La partie basse du piston P est constamment en communication avec le refoulement de la pompe d'extraction, par l'intermédiaire d'une soupape de sûreté à double siège S et des tuyautages N et Q, tandis que sa partie médiane est toujours soumise à la pression de l'eau de la bache, grâce au tuyau U.

Il n'existe qu'une valeur de la pression dans la chambre située

sous le piston, donc qu'une seule position relative pointeau-piston, pour laquelle ce dernier est en équilibre. L'appareil est réglé pour que, dans cette position, les tuyaux T et V soient isolés, lorsque le niveau d'eau dans la chambre de condensation du condenseur est à une hauteur normale.

Si le niveau d'eau dans le condenseur baisse, le flotteur descend et le pointeau M découvre le canal O. L'eau qui se trouve sous le piston P s'écoule plus vite par le canal et le tuyautage T dans le condenseur, qu'elle ne pénètre par le tuyau Q. La pression exercée par l'eau de la bache sur le piston devient prépondérante et celui-ci descend jusqu'à établir la communication entre les tuyautages T et U. L'eau de la bache s'écoule ainsi dans le condenseur, où elle sera dégazée, jusqu'à ce que le niveau soit rétabli.

Si le niveau d'eau dans le condenseur monte, le flotteur monte également et le pointeau M vient obturer l'orifice O. La pression dans la chambre sous piston croît et ce dernier s'élève; la communication entre la dérivation V du refoulement de la pompe d'extraction et le tuyau U est établie et l'excès d'eau en circuit est admis à la bache.

la machine alternative se parfait dans une turbine basse pression. Celle-ci transmet un supplément de puissance motrice à la ligne d'arbres par l'intermédiaire d'un réducteur et d'un accouplement hydraulique débrayable en manœuvres. On peut alors accroître de 15 à 20 % la puissance développée ou, à puissance équivalente, réduire la consommation spécifique dans la même proportion. D'autres systèmes équivalents dans leur principe, avec des accouplements de nature différente : mécanique ou électrique, par exemple, ont par la suite été brevetés.

Les tenants de la turbine pure ne sont pas, de leur côté, restés inactifs et ont mis au point, pour les cargos, des groupes à double réduction monoblocs dans lesquels on s'est efforcé de réduire la consommation globale en entraînant à la mer les différents auxiliaires directement par le groupe de propulsion. En définitive, un cargo de rayon d'action modéré, et sur lequel le trafic envisagé n'exige pas un rapport trop élevé entre le volume des cales à marchandises et le port en lourd affecté à ces dernières, peut s'accommoder encore de solutions à vapeur satisfaisantes. On pourrait citer à ce sujet l'exemple de cargos américains type C2 et C3 de 6 000 ch, chaudières de 31 kg/cm<sup>2</sup> et 400° C, turbines à double réduction, dont l'un, le **Challenge**, se serait révélé particulièrement économique avec une consommation spécifique de mazout inférieure à 300 grammes. Enfin, sur l'**Examiner** et sur les

récents cargos type **Beaver** de la « Canadian Pacific », des consommations spécifiques encore plus basses, de l'ordre de 250 grammes, auraient pu être réalisées grâce à la resurchauffe intermédiaire. Mais de tels appareils moteurs, par les complications qu'ils impliquent : économiseurs sur les chaudières, resurchauffe éventuelle, intégration dans le circuit de condensation de nombreux auxiliaires destinés à récupérer le plus possible les calories, nécessité d'un traitement approprié de l'eau d'alimentation qui doit être rigoureusement distillée et dégazée, sont difficiles à régler et à conduire et ne peuvent être confiés qu'à des mécaniciens très expérimentés qu'il est plus sage de réserver pour des navires plus importants que les cargos. Les appareillages automatiques que l'on est forcé d'adopter sont d'un entretien délicat. On retrouve ainsi, pour de tels appareils moteurs à vapeur, les servitudes du diesel en ce qui concerne le recrutement des équipages de conduite.

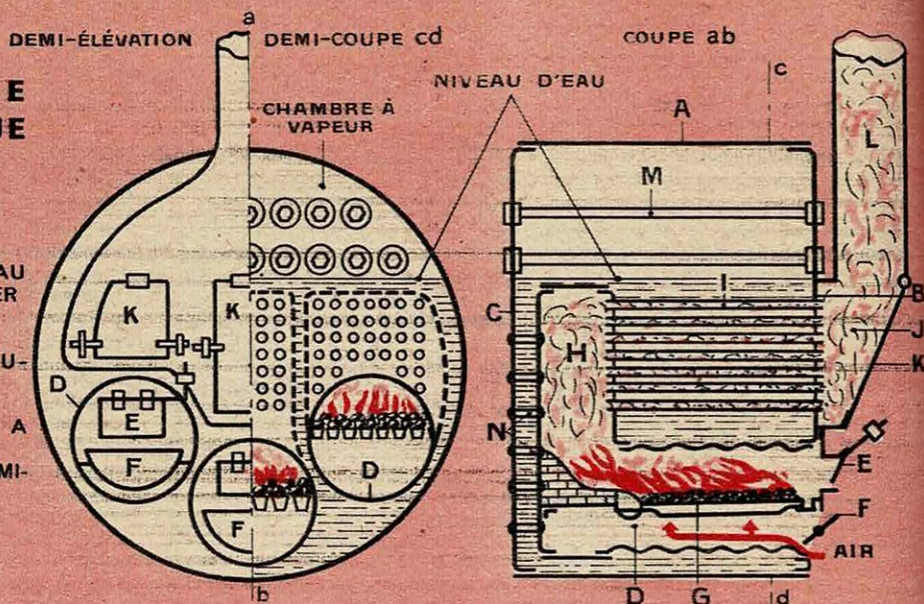
Tous ces cargos modernes à vapeur sont en général équipés de deux chaudières à tubes d'eau. À la suite de l'expérience satisfaisante des **Liberty**, l'adoption de ce type de chaudière sur des cargos ne souffre plus d'objections. Le plus souvent une seule chaudière est capable de tout le débit de vapeur nécessaire en marche normale, l'autre étant en réserve. Il est devenu ainsi possible de loger les chaudières dans le même compartiment que la machine propulsive, tout au



# DIFFÉRENTS TYPES DE CHAUDIÈRES MARINES

## CHAUDIÈRE CYLINDRIQUE

- A ENVELOPPE
- B FACADE
- C FOND
- D FOYER
- E PORTE DE FOURNEAU
- F PORTE DE CENDRIER
- G GRILLE
- H BOITE A FEU
- I FAISCEAU TUBULAIRE
- J BOITE A FUMÉE
- K PORTE DE BOITE A FUMÉE
- L CULOTTE DE CHEMINÉE
- M TIRANTS
- N ENTRETOISES



- Les navires de commerce utilisent des chaudières :
- a) à circulation naturelle non dirigée (chaudières cylindriques Scotch, chaudières Prud'hon Capus);
  - b) à circulation naturelle dirigée (chaudières à petits tubes d'eau, chaudières à gros tubes d'eau);
  - c) à circulation forcée (chaudières La Mont, chaudières Sulzer de récupération des gaz d'échappement de moteurs diesels);
  - d) à combustion sous pression (chaudières Vélox).

### 1. CHAUDIÈRE CYLINDRIQUE SCOTCH.

Les chaudières cylindriques que l'on rencontre à bord des navires chauffent au charbon ou au mazout. Les gaz provenant de la combustion du combustible dans les foyers passent successivement dans les boîtes à feu, dans les tubes et dans les boîtes à fumée, pour aboutir à la cheminée. Ces gaz chauds transmettent leur chaleur à l'eau contenue dans la chaudière par conductibilité à travers les surfaces qui les environnent.

Afin d'améliorer le rendement de l'installation, l'air comburant est généralement réchauffé avant d'être admis dans le foyer; ce réchauffage s'effectue dans un réchauffeur d'air placé dans le conduit de fumée, d'une manière analogue au réchauffeur d'air de la chaudière La Mont. Pour la même raison, la vapeur saturée produite par le générateur passe dans un surchauffeur constitué par une série de tubes passant dans les tubes de fumée de la chaudière.

### 2. CHAUDIÈRE à PETITS TUBES.

La chaudière à petits tubes se compose de trois collecteurs à axes parallèles disposés suivant les sommets d'un triangle. Le collecteur supérieur est relié aux collecteurs inférieurs par un grand nombre de tubes de faible diamètre et par deux colonnes de retour d'eau.

Les gaz chauds provenant de la combustion passent entre les tubes et échauffent l'eau contenue dans ceux-ci. Sous l'effet de la différence de température qui s'établit très rapidement entre les tubes et les colonnes de retour d'eau, il se produit une circulation naturelle de l'eau contenue dans la chaudière, l'eau passant des collecteurs inférieurs au collecteur supérieur par

les tubes, pour suivre la direction inverse par les colonnes de retour d'eau.

La vapeur saturée produite par le générateur passe ensuite par deux faisceaux de tubes surchauffeurs disposés dans les faisceaux tubulaires vaporisateurs.

L'installation de ces chaudières est complétée par des réchauffeurs d'air comburant.

### 3. CHAUDIÈRE à GROS TUBES D'EAU.

La chaudière Babcock et Wilcox représentée est formée d'un collecteur supérieur, d'un collecteur inférieur et de collecteurs verticaux reliés entre eux par une série de tubes.

Les gaz chauds provenant de la combustion passent entre les tubes et échauffent l'eau contenue dans ceux-ci. Sous l'effet de la différence de température qui s'établit entre le faisceau tubulaire et les tubes de retour d'emulsion qui relie les collecteurs verticaux arrière au collecteur supérieur, il se produit une circulation naturelle de l'eau suivant le sens indiqué par les flèches en traits interrompus.

Pour améliorer le rendement de l'installation, la chaudière est munie d'un surchauffeur et d'un réchauffeur d'air comburant.

### 4. CHAUDIÈRE LA MONT.

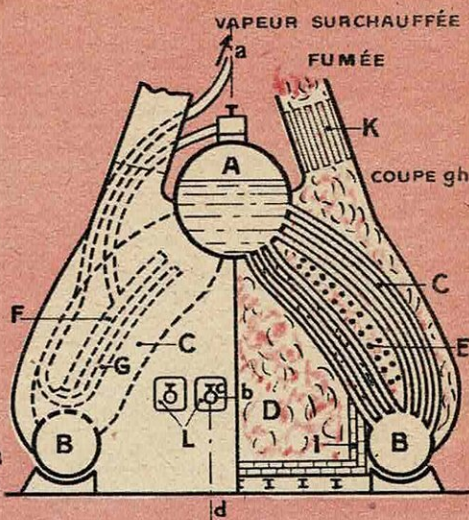
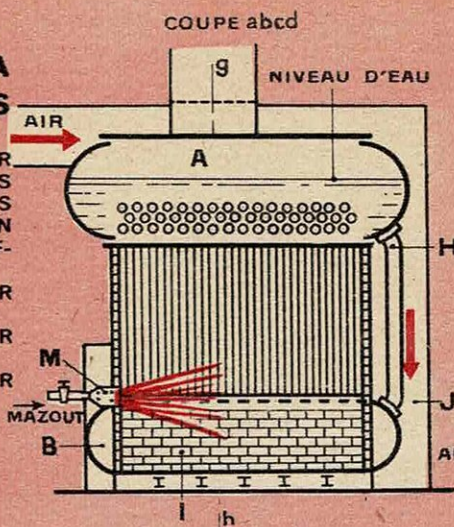
La chaudière La Mont est constituée par un faisceau de tubes qui reçoit la chaleur dégagée par la combustion du combustible dans le foyer. Dans ce faisceau, l'émulsion d'eau et de vapeur est mise en mouvement par une pompe de circulation disposée en charge sous le réservoir d'eau et de vapeur; cette dernière refoule l'eau dans des collecteurs de distribution d'où partent les tubes vaporisateurs et les tubes constituant les écrans d'eau qui tapissent la sole, le fond et les côtés du foyer. Les tubes vaporisateurs débouchent directement ou par l'intermédiaire de collecteurs de décharge dans le réservoir où la vapeur produite se sépare de l'eau.

L'installation est complétée par un surchauffeur et un réchauffeur d'air comburant et parfois par un économiseur constitué par une série de tubes placés dans le courant de fumée et dans lesquels circule l'eau nécessaire à l'alimentation de la chaudière.



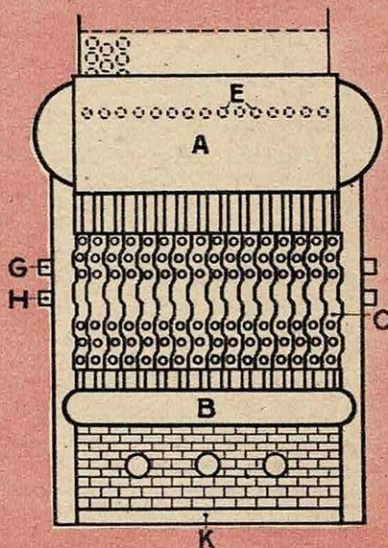
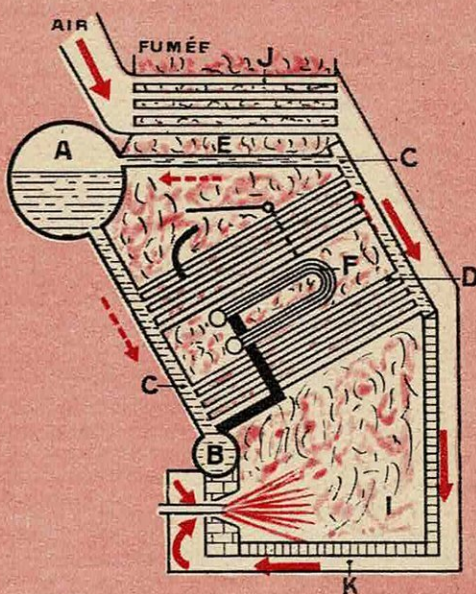
## CHAUDIÈRE A PETITS TUBES

- A COLLECTEUR SUPÉRIEUR
- B COLLECTEURS INFÉRIEURS
- C FAISCEAUX TUBULAIRES
- D CHAMBRE DE COMBUSTION
- E TUBES DE SURCHAUFFEUR
- F COLLECTEUR DE VAPEUR SATURÉE
- G COLLECTEUR DE VAPEUR SURCHAUFFÉE
- H COLONNE DE RETOUR D'EAU
- I MAÇONNERIES
- J LAME D'AIR
- K RÉCHAUFFEURS D'AIR
- L BRULEURS A MAZOUT
- M DISTRIBUTEUR D'AIR



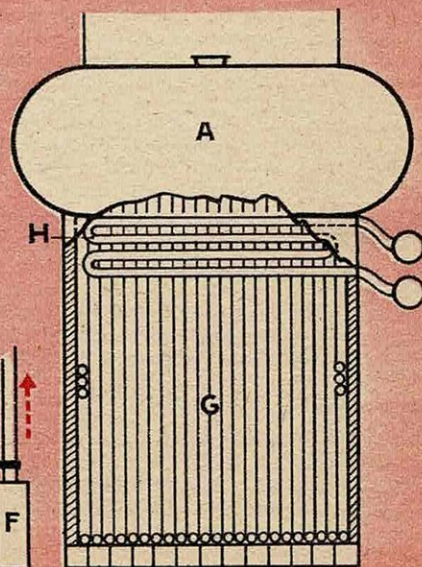
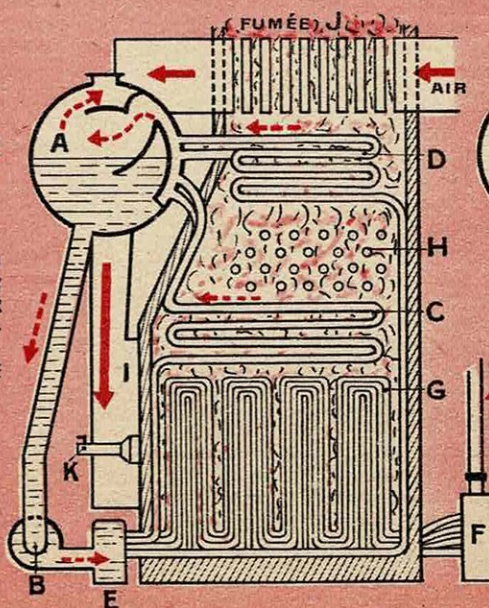
## CHAUDIÈRE BABCOCK ET WILCOX

- A COLLECTEUR SUPÉRIEUR
- B COLLECTEUR INFÉRIEUR
- C COLLECTEURS VERTICAUX
- D FAISCEAU VAPORISATEUR
- E RETOUR ÉMULSION EAU-VAPEUR
- F SURCHAUFFEUR
- G COLLECTEUR DE VAPEUR SATURÉE
- H COLLECTEUR DE VAPEUR SURCHAUFFÉE
- I CHAMBRE DE COMBUSTION
- J RÉCHAUFFEUR D'AIR
- K LAME D'AIR



## CHAUDIÈRE LA MONT

- A RÉSERVOIR
- B POMPE DE CIRCULATION
- C PREMIER VAPORISATEUR
- D DEUXIÈME VAPORISATEUR
- E COLLECTEUR DE DISTRIBUTION
- F COLLECTEUR DE DÉCHARGE
- G ÉCRAN D'EAU
- H SURCHAUFFEUR
- I LAME D'AIR
- J RÉCHAUFFEUR D'AIR
- K BRULEUR A MAZOUT





moins sur les unités chauffant au mazout, ce qui est le cas le plus fréquent. Quant à la chauffe au charbon, elle reste limitée aux navires dont la nature du trafic impose ce combustible par la facilité de s'approvisionner aux sources même de sa production.

Un autre pas en avant a été fait, sur ces cargos à vapeur modernes, dans la voie de la réduction de longueur du compartiment des machines, en installant les chaudières, non plus sur le parquet inférieur de ce compartiment, mais sur une plate-forme surélevée placée légèrement en retrait et au dessus du groupe de turbines. C'est la disposition couramment adoptée en Amérique à l'heure actuelle. Mais il est difficile d'aller aussi loin dans cette voie que l'ont fait les constructeurs de moteurs diesels. Alors qu'il fallait 23 m sur l'**Indochinois** pour loger en 1937 un moteur Sulzer à allure lente de 7 000 ch, il ne faut que 20,50 m en 1947 pour loger le même moteur sur le type **Cavelier de la Salle**. De meilleurs résultats peuvent encore être obtenus par le choix de moteurs Doxford à allure lente, à deux temps simple effet, et pistons opposés, dont l'emploi s'est beaucoup développé en Grande Bretagne pendant et depuis la guerre, ou bien par celui de moteurs à allure plus rapide (250 à 300 tours) entraînant la ligne d'arbres par l'intermédiaire de réducteurs et d'accouplements hydrauliques ou électromagnétiques. C'est la solution qui a été adoptée sur les nouveaux cargos français type **Carbet** et type **Equateur**, les premiers avec 2 moteurs Sulzer de 3 500 ch et accouplements électromagnétiques A S E A, les seconds avec deux moteurs identiques mais de 4 000 ch (8 cylindres de 580/840 au lieu de 7) et accouplements hydrauliques Vulcan. Sur ces navires, la tranche des machines n'aura pas plus de 15 ou 16 m de longueur, ce qui permet d'accroître le volume des cales disponibles pour les marchandises. L'intérêt de ce dispositif propulsif réside aussi dans le fait que la puissance motrice est divisée entre un plus grand nombre de cylindres plus petits qui, par leurs dimensions et leurs poids réduits, sont plus facilement démontables par les seuls moyens du bord. En outre, on dispose de la sécurité de deux moteurs et même, si l'un d'eux est mis en visite, le navire, grâce à l'autre, est toujours capable d'appareiller. Ce sont là des avantages dont l'acquisition n'est pas à dédaigner, même au prix d'une très légère augmentation de la consommation spécifique de combustible et d'huile.

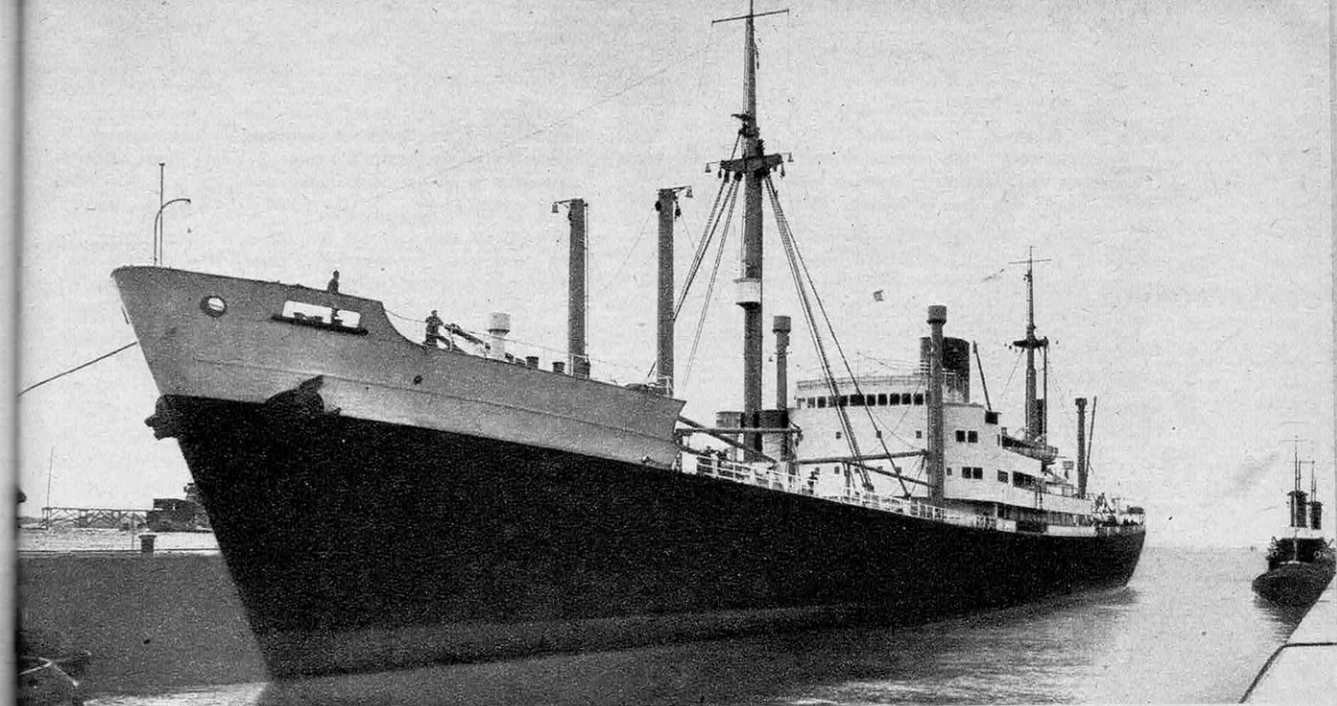
## LA MANUTENTION

La solution consistant à remplacer trois navires d'un modèle ancien et lent de 10 nœuds par deux de 15 nœuds de mêmes dimensions et offrant une capacité de transport unitaire égale, sinon supérieure, est très logique. Mais, si l'on veut que le navire rapide fasse une rotation et demie alors que le navire lent n'en fait qu'une, il faut que les séjours au port pour les opérations commerciales normales aient

leur durée réduite dans le même rapport de 1,5 à 1. Il y a donc un problème de manutention qui se pose avec acuité, surtout sur les cargos qui font les « divers » et qui, sous ce rapport, sont beaucoup plus mal placés que les navires spécialisés tels que pétroliers, navires-citernes à vin, transports de grains en vrac, fruitiers et bananiers, sur lesquels il a pu être résolu par une mécanisation complète, ou à peu près complète, des manutentions. L'accroissement de la rapidité des manutentions doit donc être le corollaire de l'augmentation de la vitesse des cargos.

Si l'on considère une exploitation « general cargo » sur une ligne desservant de nombreux ports, et dans laquelle les séjours dans ces derniers représentent 45 % de la durée totale des voyages, on peut estimer que les manutentions représentent 30 % des dépenses totales d'exploitation. Une économie de 10 % sur le séjour au port augmenterait de 20 % le bénéfice, et une économie de 25 % sur ce séjour permettrait de l'augmenter de plus de 50 %.

Un premier point pour réduire la durée des manutentions est d'accroître la vitesse des opérations individuelles, et tout d'abord la vitesse de hissage sous charge et à vide des treuils à marchandises. Par l'électrification généralisée, le cargo moderne est aujourd'hui largement pourvu de treuils électriques à hautes performances, permettant de lever la palanquée courante à 1,50 m/seconde et le crochet à vide à plus de 2 mètres/seconde. Tous nos navires modernes posséderont des treuils normalisés de ce genre, dont les performances ne le céderont en rien à celles des meilleurs treuils étrangers. Certains armateurs étrangers paraissent envisager de remplacer par des grues les classiques mâts de charge. C'est ce qui a été fait par la Johnson Line suédoise sur les nouveaux cargos **Seattle** et **Golden Gate** entrés en service en 1948. Ces superbes cargos de 9 100 tonnes dw sont, à l'heure actuelle, les plus rapides du monde. Ils filent couramment 19 nœuds et auraient atteint 21,5 nd aux essais. Affectés aux lignes régulières entre l'Europe et le Pacifique Nord, ils s'apparentent, par leurs dimensions générales, à nos cargos type **Wyoming** qui entrent actuellement en service sur les mêmes lignes. Ces derniers, moins rapides, ne filent que 17 nœuds, mais ont par contre un port en lourd sensiblement plus élevé et qui dépasse 10 000 tonnes. Les **Seattle** sont pourvus de 7 cales desservies par 7 écoutilles et 14 grues permettant le levage de la charge, l'orientation et l'apiquage de la flèche sous charge, mais leur conduite exige un personnel plus qualifié que les treuillistes que l'on trouve dans la plupart des ports, et leur entretien est plus coûteux que celui des treuils. Signalons en passant que le **Seattle** est pourvu d'un appareil propulsif avec hélices à ailes reversibles : les manœuvres s'effectuent par variation du pas de l'hélice et renversement



Le **Wyoming**, dans la grande écluse de Dunkerque. Avec le **Washington**, le **Winnipeg** et le **Vancouver**, il est destiné au service France - Nord-Pacifique : port en lourd 11 000 t, vitesse 17 nd, 2 mot. Sulzer 10 000 ch.

de l'orientation des ailes, depuis la marche avant jusqu'à la marche arrière. C'est le premier navire pourvu d'une installation de ce genre aussi puissante, chaque hélice développant 6 000 à 7 000 ch.

Une cause de retard importante dans les manutentions à bord réside dans les difficultés de déplacement horizontal de la marchandise dans les cales et entreponts pour l'amener à l'aplomb de l'écouille ou réciproquement. Certains spécialistes ont, pour cette raison, proposé d'accroître le nombre de cales et d'écouilles. C'est d'ailleurs ce qui a été fait sur le **Seattle** qui possède 7 écouilles, alors que les navires de cette dimension n'en ont pas généralement plus de 6. On semble aussi s'être imposé, sur ce navire, d'égaliser les volumes des différentes tranches afin qu'aucune d'elles, trop chargée, ne vienne retarder la fin des opérations de manutention. La disproportion qu'il y a sur les **Liberty** entre le volume de la cale II et ceux des autres cales constitue l'un des plus graves défauts de ces navires.

Enfin, un moyen de plus en plus employé pour activer les manutentions consiste à soustraire à la manutention verticale par mâts de charge les marchandises de l'entrepont supérieur que l'on débarque par des portes de chargement percées sur la muraille. Sur certains navires américains, on réalise même la manutention de palanquées importantes de cette façon à l'aide de mono- ou birails débordants (Sipoter) pourvus de palans avec treuils électriques. Notons encore la généralisation de l'emploi sur les cargos américains, pour le « trimming » dans les cales, de chariots électriques à élévateurs. Il n'est pas douteux, d'autre part, que l'emploi de

containers ne soit susceptible d'accélérer les manutentions, en même temps qu'il offrirait aux chargeurs, contre les avaries et les vols malheureusement trop fréquents, des garanties certaines. Citons à ce sujet le « Sea Train » américain de marchandises qui fonctionne entre New-York et La Havane : on manutentionne des wagons entiers avec de gigantesques grues et, pour charger ou décharger une cargaison de 5 000 tonnes environ, on compte 4 ou 5 heures, alors que sur un cargo de divers, la pratique la plus ordinaire donne 10 tonnes à l'heure et par main.

## LES TRANSPORTS FRIGORIFIQUES

L'extension des installations frigorifiques pour le transport des marchandises réfrigérées : fruits, légumes, primeurs, viandes, poissons, constitue une caractéristique des cargos modernes, même lorsqu'ils ne sont pas spécialisés. La plupart comportent une centrale de froid avec compresseurs à gaz carbonique, ammoniac ou fréon, qui alimentent par circulation de saumure ou détente directe suivant le cas, non seulement les chambres pour stocker les vivres du bord, mais également des compartiments isolés qui permettent le transport de cargaisons et dont les volumes peuvent varier de 500 à 3 000 mètres cubes. Ce développement des installations frigorifiques apparaît nettement lorsque l'on examine les caractéristiques de tous les navires de charge français en construction. On le constate non seulement sur les navires destinés aux relations avec l'Amérique ou l'Extrême-Orient, mais aussi sur ceux destinés aux relations méditerranéennes et dont les traversées sont évidemment beaucoup plus courtes.



C'est ainsi que les nouveaux paquebots de 21 nœuds, destinés aux relations avec l'Afrique du Nord et qui seront aussi de gros chargeurs de marchandises, auront un volume important de leurs cales aménagées pour le transport des carcasses de moutons et des primeurs sous réfrigération par ventilation forcée. De tels transports, pour être réellement efficaces, exigent d'ailleurs l'établissement complet de la chaîne du froid depuis les centres de production jusqu'à ceux de consommation, chaîné qui implique, à terre, la construction d'entrepôts frigorifiques et le transport en wagons frigorifiques.

Sur certains navires étrangers, on a encore étendu davantage le domaine des marchandises à transporter sous atmosphère conditionnée. Sur ces navires, destinés à parcourir des zones très humides, on fait circuler l'air des cales en circuit fermé sur des batteries de matières absorbant l'humidité et que l'on met hors circuit, pour régénération, lorsqu'elles sont arrivées à saturation. Ce système, appelé « Cargocaire », a été pour la première fois adopté, semble-t-il, sur des cargos américains qui transportaient, au cours des hostilités, dans le Pacifique, le matériel de guerre craignant particulièrement l'humidité.

## LES PAQUEBOTS

L'extension des transports aériens, que laissent pressentir les prodigieux progrès de l'aviation réalisés pendant les hostilités, a permis à certains d'affirmer, après la Libération, que le paquebot avait vécu. Entre les partisans de l'avion et ceux du paquebot s'est élevée une controverse qui n'est pas près d'être close. Après quatre années d'expérience, il est aujourd'hui possible d'apporter au débat quelques faits :

1° Les transports aériens transocéaniques se sont certainement développés et ont transporté un nombre très important de passagers, mais ceci tient moins à la faveur de ces derniers pour l'avion qu'à l'absence de concurrence. Au fur et à mesure de la remise en service des paquebots, la clientèle est revenue vers ces derniers, et même ceux de ces navires qui, à la veille de la guerre, avaient perdu, parce que trop vieux, trop lents et démodés, la faveur de la clientèle, naviguent aujourd'hui, d'un bout de l'année à l'autre, avec un coefficient de remplissage moyen jamais atteint au cours des meilleures années d'avant-guerre.

2° L'incontestable supériorité de l'avion en ce qui concerne la rapidité est sérieusement compromise par le manque de ponctualité dans les horaires. L'avion est infiniment plus lié aux impératifs de la météo que le

navire, tout au moins sur certains parcours et pendant la mauvaise saison.

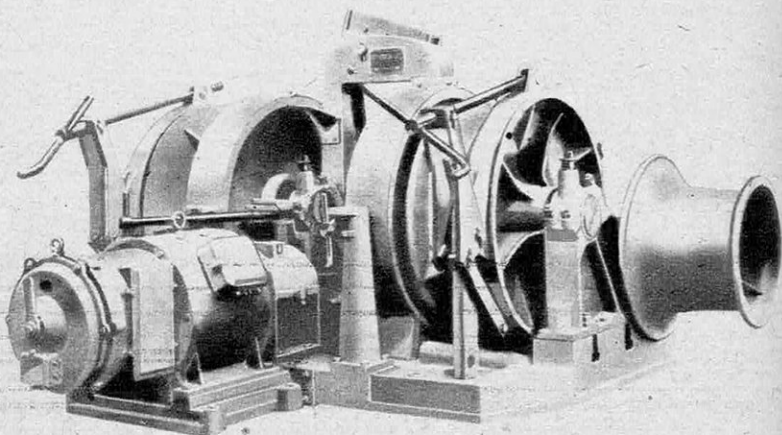
3° Malgré la remarquable mise au point des réseaux de navigation aérienne du Continent Nord-Américain, qui offrent une régularité dans les horaires et une sécurité nulle part atteintes, les chemins de fer et les cars continuent à circuler entre New York et San Francisco.

4° Il n'est pas douteux que le transport aérien constitue un concurrent extrêmement dangereux pour le paquebot. Ceci provoquera certainement une évolution dans la conception de ce type de navire, mais l'expérience de l'étranger nous montre que le paquebot est loin d'avoir vécu. Les entrées en service récentes de paquebots comme le suédois **Stockholm**, comme les anglais **Orcades** et **Caronia**, suffiraient à nous le prouver. Citons encore les projets de construction et les mises en chantier récentes des Américains. On ne saurait les soupçonner de s'attarder aux solutions condamnées.

La flotte mondiale de paquebots a terriblement souffert de la guerre. Mais alors que les navires de charge torpillés étaient immédiatement remplacés, grâce aux constructions massives de **Liberty**, d'**Empire** et de **Victory**, les paquebots ne l'étaient pas, d'où la pénurie actuelle. Cette pénurie de paquebots se

### GUINDEAU ÉLEC. — TRIQUE NORMALISÉ

Les auxiliaires de pont, guindeaux, cabestans, treuils de touage, treuils de charge, appareils à gouverner ont fait l'objet en France d'études poussées de la part des constructeurs d'Auxiliaires de Pont et des Chantiers de Construction navale pour en normaliser les types. Le guindeau ci-contre exerce un effort maximum de sept fois le poids de l'ancre normalisée (vitesse de relevage 0,3 mètres/seconde). On remarquera le frein électromagnétique en bout d'arbre du moteur.

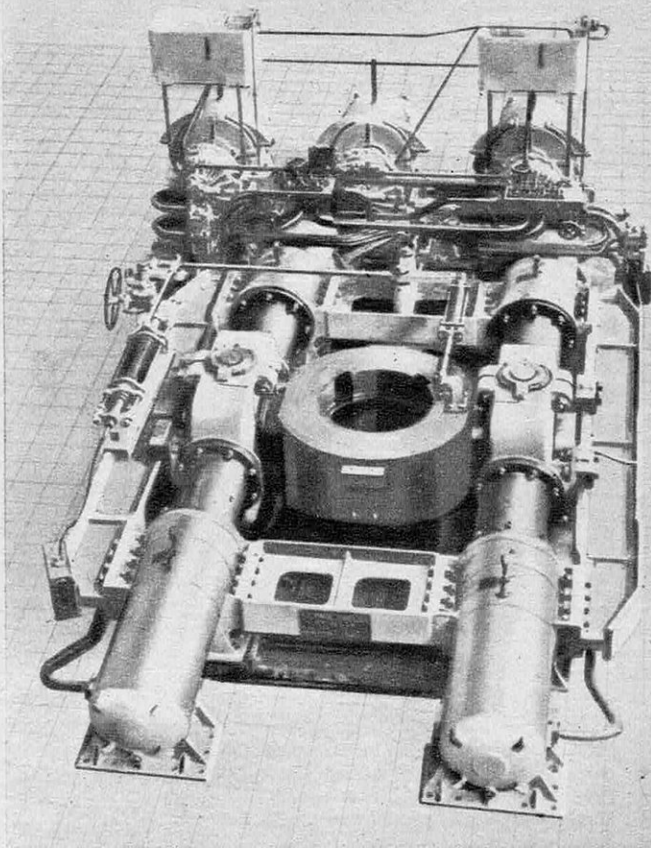


Appareil à gouverner hydroélectrique équipant ► la **Normandie**. Mu par 3 moteurs électriques de 65 ch, il développait sur la mèche du gouvernail un couple de 450 tonnes-mètres et permettait de manœuvrer de « babord toute » à « tribord toute » en 30 secondes.

fait terriblement sentir en France où l'on a dû affréter à grands frais des paquebots étrangers très médiocres pour assurer les liaisons impériales indispensables dans l'attente de la reconstruction de notre flotte de paquebots. Il fallait reconstituer les bureaux d'études sans lesquels il n'est pas possible de faire la mise au point des multiples et complexes installations qu'ils comportent. Il fallait laisser à ces bureaux d'études un minimum de temps pour assimiler cinq années de progrès techniques réalisés à l'étranger alors que nos chantiers étaient en veilleuse, si nous ne voulions pas être condamnés à ressortir en 1950 le paquebot de 1930. Il fallait que l'industrie française soit aussi à même de fournir les multiples appareillages et accessoires nécessaires. On ne doit donc pas regretter que l'on ait fait passer la construction des cargos en première urgence, ce qui aura l'heureux résultat de nous donner, en 1951, une flotte de charge de qualité telle que nous n'en avons probablement jamais eu d'aussi efficiente, ainsi qu'un peu plus tard des paquebots très modernes.

## LA VITESSE

Il est fréquent d'entendre affirmer que l'époque des paquebots rapides est révolue. Certes, le paquebot ne saurait lutter de vitesse avec l'avion. Les nations maritimes n'engageront plus leur prestige dans la construction du plus rapide et fatalement du plus gros navire « in the world ». Cependant, débarrassé de considérations qui faussaient dans certains cas sa solution, le problème de la vitesse pour le paquebot se pose exactement comme pour le cargo. Si les armateurs ont trouvé quelque avantage à profiter du progrès technique pour remplacer le cargo de 10 nœuds par celui de 15, il n'y a pas de raison pour qu'ils ne trouvent pas un profit équivalent à remplacer le paquebot de 16 nœuds par celui de 24, d'autant plus que, transportant presque exclusivement des passagers avec leurs bagages ou automobiles, le paquebot n'a pas à craindre les immobilisations au port pour manutentions qui sont si préjudiciables à l'exploitation des cargos rapides. Les 30 nœuds de la **Normandie** n'avaient rien d'excessif à la condition de lui donner rapidement le coéquipier de même vitesse qui eût permis de maintenir un départ hebdomadaire sur New-York avec deux unités au lieu des trois filant 23 nœuds nécessaires auparavant. C'est ce qu'a fait la Cunard en construisant la **Queen Elisabeth** après la **Queen Mary**. Aujourd'hui, l'évolution de la technique permettrait de satisfaire à leur programme sous une forme plus légère, soit 45 000 tonnes et 50 000 ton-

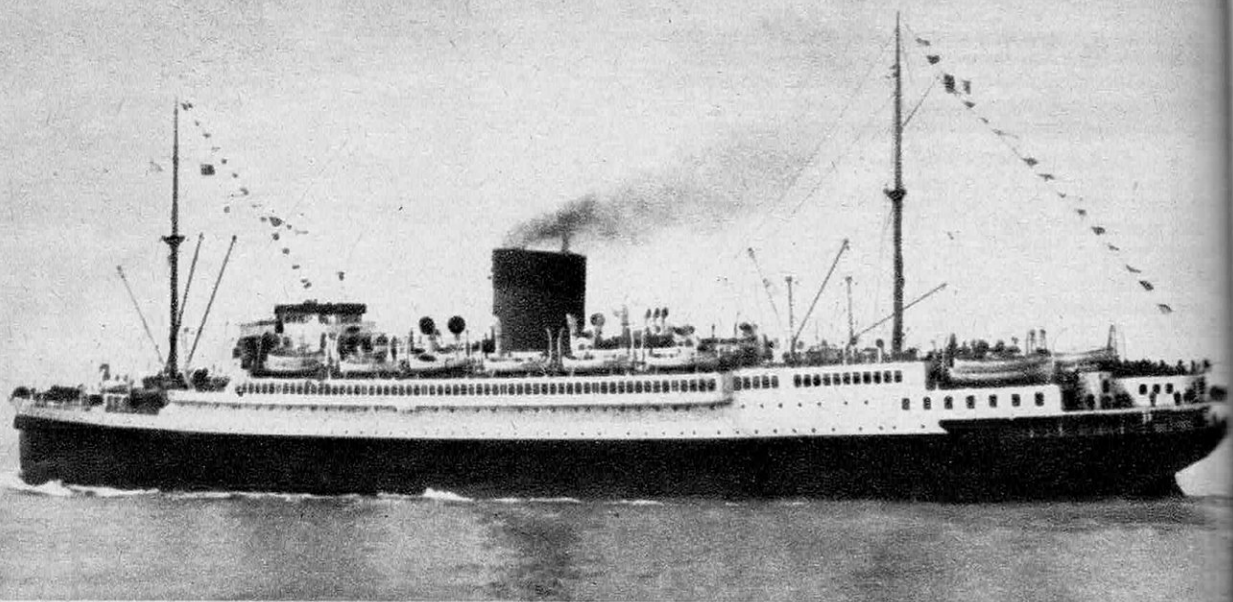


neaux environ contre 70 000/80 000. Sur cette ligne, le minimum de tonnage du navire le plus lent ne saurait guère d'ailleurs descendre au-dessous de 40 000 tonnes si l'on ne veut pas s'accomoder d'une capacité de transport en passagers insuffisante (minimum 1500). Si l'on avait les moyens de reconstituer aujourd'hui le matériel d'une ligne transatlantique France-Amérique du Nord, on aurait donc le choix, semble-t-il, entre trois unités de 40 000 tonnes et 23/24 nœuds ou deux de 50 000 tonnes et 30 nœuds. Il n'est guère contestable que l'évolution de la technique ait bien amélioré la position de la deuxième solution par rapport à la première, d'autant plus qu'elle aurait l'avantage de réduire de 20 ou 25 % l'effectif total des équipages nécessaires. A l'avantage de la première, il ne subsiste que le fait de ne pas mettre tous ses œufs dans le même panier, et que trois navires plus petits peuvent donner plus de souplesse dans l'exploitation, permettre, par exemple, d'y intercaler des croisières, etc... De telles considérations changent évidemment les données du problème qui devient plus complexe : la construction d'unités comme le **Mauretania** et le **Caronia** montre que l'on ne doit pas négliger leur importance.

## PRIMAUTÉ DE LA VAPEUR

Si la reconstruction des flottes de charge se fait, à quelques exceptions près, sous le signe du moteur diesel, celle de la flotte de paque-





bots se fait sous le signe de la turbine à vapeur qui, pour des puissances relativement grandes, reprend sa supériorité. On peut là aussi trouver des exceptions. Les nouveaux paquebots des Chargeurs Réunis type **Foucauld** et **Général Leclerc** sont bien propulsés par des diesels, mais il s'agit dans ce cas de paquebots mixtes relativement lents n'exigeant pas une puissance excédant celle de la plupart des cargos rapides. Par contre, sur la **Marseillaise** et le **Willem Ruys**, on trouve des puissances en diesel atteignant et dépassant 30 000 ch pour des vitesses de route de l'ordre de 21 à 23 nœuds. Mais, d'une façon générale, lorsque la puissance excède 15 000 ch, la solution diesel entraîne la complication d'un très grand nombre de cylindres (la puissance par cylindre s'étant stabilisée au voisinage de 750 à 800 ch) et est, de plus, lourde et encombrante, si bien que la turbine à vapeur reprend ses avantages essentiels : poids spécifique moins élevé et facilité de logement sans une hauteur excessive. Il y a à ce sujet une différence essentielle entre le cargo et le paquebot. Alors que, sur le premier, on a surtout intérêt à réduire l'encombrement en longueur de la tranche des machines pour accroître le volume des cales, sur le paquebot, qui transporte peu de marchandises, cette question devient tout à fait secondaire. Pour augmenter la capacité disponible pour les aménagements au-dessus de la flottaison, il y a au contraire intérêt à avoir un appareil moteur peu encombrant en hauteur et se développant en longueur.

Bref, tous les nouveaux paquebots en construction en France à l'heure actuelle et dont la vitesse est comprise entre 20 et 24 nœuds, auront des appareils moteurs à vapeur ; c'est le cas des **Ville de Marseille** et **Ville de Tunis** de 9 500 tonneaux et 14 000 ch,

des **Flandre** et **Antilles** de 20 500 tonneaux et 37 000 ch, tous quatre destinés à la Compagnie Générale Transatlantique, du **Lyautey** destiné aux liaisons Marseille-Casablanca, des nouveaux paquebots type **Campana** destinés à la Société Générale des Transports maritimes à Vapeur, et enfin des paquebots de Chine destinés à la Compagnie des Messageries Maritimes.

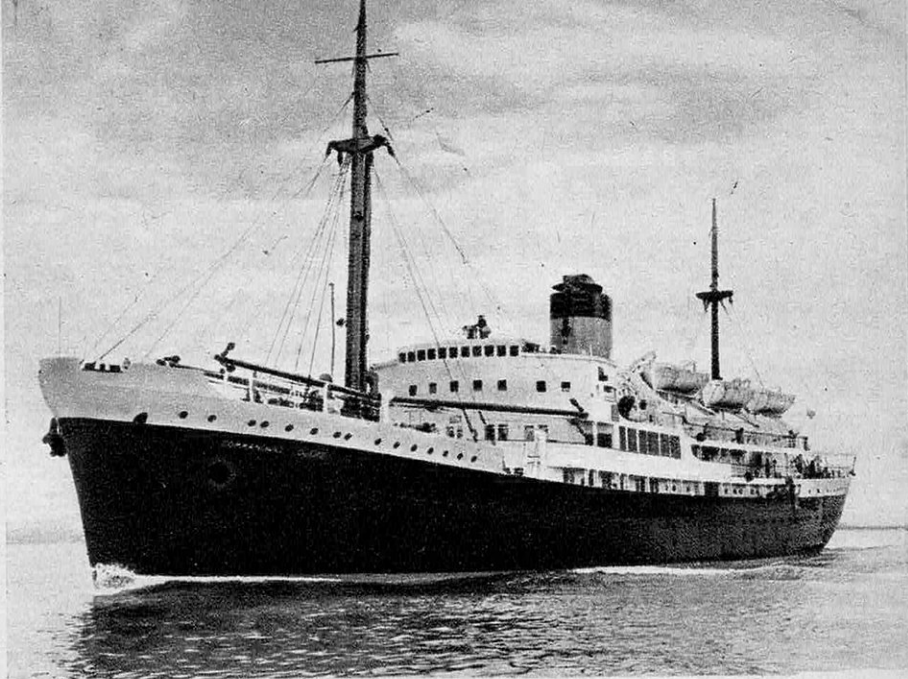
On doit souligner l'accroissement des pressions et températures de vapeur. Alors qu'en 1935 on ne dépassait guère 30 kg/cm<sup>2</sup> et 400° C aux chaudières, on n'hésite pas aujourd'hui à atteindre 64 kg/cm<sup>2</sup> et 480° C. Le poids spécifique de l'ensemble d'une installation peut varier entre 60 et 80 kg par cheval effectif développé. Il est évidemment fonction du régime de rotation adopté, de la puissance de la machine et aussi de la consommation exigée. Une installation pour laquelle on recherchera une consommation spécifique basse, pour une unité à grand rayon d'action notamment, exigera des réchauffeurs d'air et économiseurs très développés sur les chaudières, des condenseurs et des réchauffeurs d'eau importants, des turbines comportant un plus grand fractionnement de la détente ; toutes choses qui augmenteront le poids spécifique, le prix de l'installation, et aussi compliqueront la conduite des machines. Sur des navires à faible rayon d'action, au contraire, il peut y avoir intérêt à adopter des solutions plus légères et plus simples, l'importance de la consommation passant au second plan. Dans les installations poussées, on peut compter sur une consommation spécifique de l'ordre de 275 grammes par cheval-heure effectif, et tous services en route, c'est-à-dire propulsion et auxiliaires compris. C'est un gain moyen de 15 % par rapport aux consommations réalisées avant 1939.

Pour ce qui est des chaudières, notons

← Construit en 1922 en Angleterre, le **De Grasse** (longueur 174 m, déplacement 23 500 t) a été remis en service en 1947 après refonte profonde aux Chantiers de Penhoët. Il a, sur la ligne Le Havre-New-York, le meilleur coefficient de remplissage moyen parmi tous les paquebots de l'Atlantique Nord.

**Commandant Quéré** →

C'est un petit paquebot de 100 m de longueur et 18 nœuds de vitesse, construit par les chantiers Thornycroft en Grande-Bretagne pour les liaisons entre la Corse et le continent. Il est propulsé par un appareil moteur à turbines alimentées par deux chaudières à tubes d'eau.



l'accroissement du débit de vapeur unitaire et par conséquent la réduction du nombre des unités. Des débits unitaires de 30 à 60 tonnes de vapeur sont devenus courants en marine marchande, et là où il fallait autrefois une douzaine d'unités, 3 ou 4 suffisent aujourd'hui. Sur les **Flandre**, de 37 000 ch, il y aura 4 chaudières à 3 brûleurs, soit 12 brûleurs en tout, occupant une unique chaufferie; encore trois chaudières suffiront-elles à assurer la marche normale, la quatrième étant maintenue en réserve. Sur l'ancien **Paris**, de puissance à peine supérieure, il n'y avait pas moins de quinze chaudières cylindriques totalisant 120 foyers, autant de brûleurs, et occupant trois chaufferies distinctes. Sur le **Colombie**, actuellement en refonte, les sept chaudières cylindriques et les deux surchauffeurs indépendants vont être remplacés par deux chaudières à tubes d'eau produisant la vapeur nécessaire aux turbines, deux des anciennes chaudières cylindriques étant conservées pour l'alimentation des auxiliaires. Le volume ainsi récupéré dans la chaufferie par cette modification permettra d'installer des chambres frigorifiques de 400 mètres cubes qui faisaient défaut au navire. On trouverait des exemples analogues sur des navires étrangers récents : les **Caronia**, **Orcades**, **Himalaya** notamment. Sur le premier il y a 6 chaudières, sur les deux autres, 4, pour une puissance totale de 34 000 ch en service et 42 500 ch à feux poussés, vitesse 22,5 nœuds. Ce sont sensiblement les chiffres de nos **Flandre**.

## POIDS, VOLUME ET STABILITÉ

La réduction du poids des appareils moteurs et celle du combustible à emporter pour un rayon d'action donné, permettent déjà de

sérieux allègements. Il faut y ajouter ceux, très importants, qui découlent de la possibilité qui s'offre de fabriquer dans des bouilleurs, en distillant l'eau de mer, toute l'eau douce nécessaire à la « réparation » des chaudières et à la consommation des passagers. Les bouilleurs fonctionnant à circulation forcée, à basse pression, peuvent assurer une production continue, sans s'entarter, et très économiquement, en utilisant une vapeur de chauffe qui s'est déjà détendue dans les machines et a donc produit tout son travail. L'économie de poids ainsi réalisée est considérable. Sur tel paquebot destiné à la ligne des Antilles et qui consomme plus de 200 tonnes d'eau douce par jour, elle est de l'ordre de 1 500 tonnes; sur le **Liberté** qui emportait auparavant plus de 6 000 tonnes d'eau douce, l'installation de bouilleurs permettra de ramener ce chiffre à moins de 2 000 tonnes. Il faut enfin ajouter à ces allègements ceux que permet l'extension de la soudure électrique à la construction de la coque. Il n'est pas douteux, dans ces conditions, qu'il soit possible de réaliser un programme déterminé sous un bien plus faible déplacement qu'auparavant et, par conséquent, sous des dimensions de coque plus réduites. Il suffirait, pour s'en rendre compte, de comparer l'**Atlantique** de 1930 au **Pasteur** de 1939. Il y a toutefois de sérieux obstacles à cette réduction des dimensions des paquebots.

Le premier réside dans la nécessité d'avoir dans toute la partie de la coque située au-dessus de la flottaison un volume suffisant emménageable pour les passagers et les équipages, et le confort de ces derniers exige un volume unitaire toujours plus grand. L'équation des volumes peut donc parfaitement conduire à des dimensions de coque supérieures à celles exigées par la seule équation des poids.



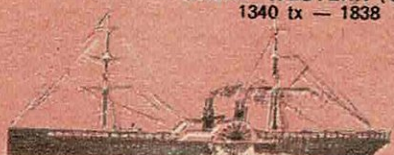
# CENT ANS D'ÉVOLUTION DU PAQUEBOT TRANSATLANTIQUE



GREAT WESTERN (G.B.)  
1340 tx — 1838



GREAT EASTERN (G.B.) 18 900 tx — 1860



WASHINGTON (F.) 3 400 tx — 1864



CANADA (F.) 5 500 tx — 1874



LA NORMANDIE (F.) 6 243 tx — 1883



CITY OF ROME (G. B.) 8 415 tx — 1881



LA CHAMPAGNE (F.) 7 200 tx — 1886



LA TOURAINE (F.) 8 863 tx — 1891



DEUTSCHLAND (A.) 16 502 tx — 1899



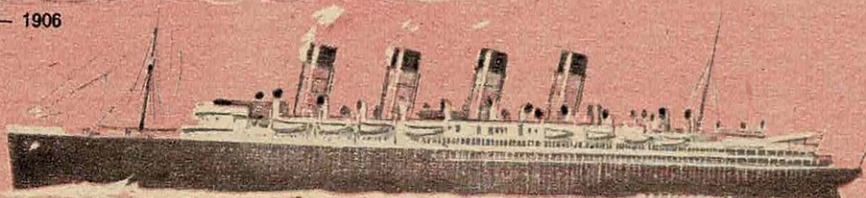
LA SAVOIE (F.) 11 800 tx — 1900



CARONIA (A.) 19 500 tx — 1905

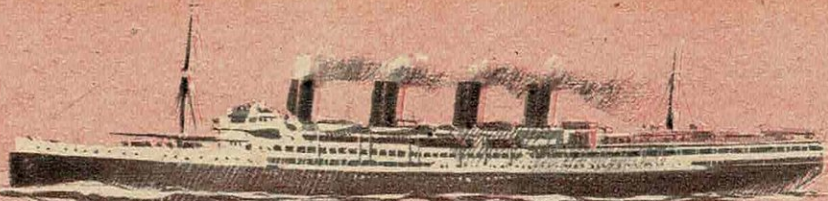


LA PROVENCE (F.) 14 000 tx — 1906

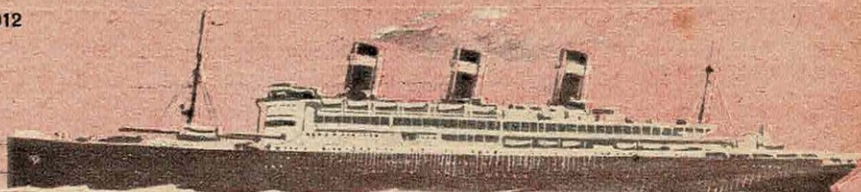


MAURETANIA (G.B.) 32 500 tx — 1907

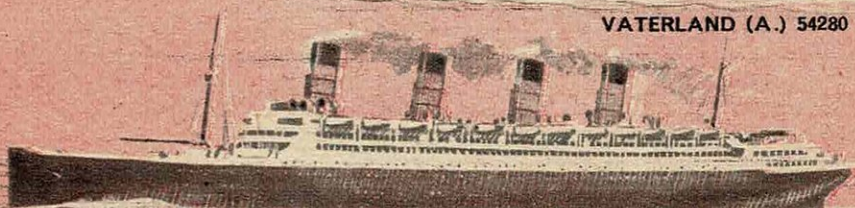




FRANCE (F.) 23 600 tx — 1912



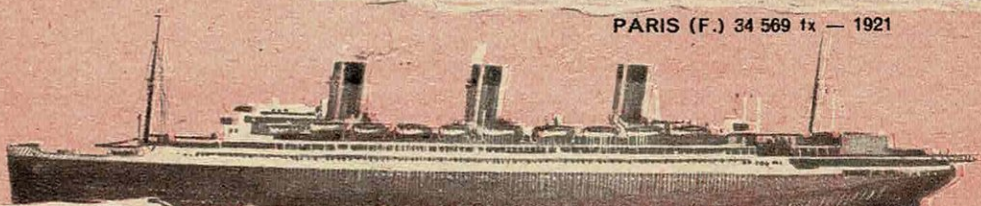
VATERLAND (A.) 54280 tx — 1913



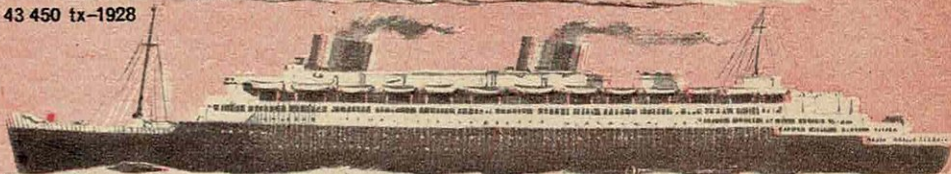
AQUITANIA (G.B.) 45 650 tx — 1914



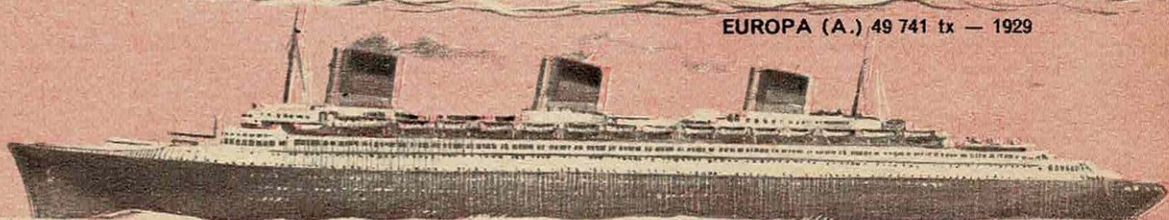
PARIS (F.) 34 569 tx — 1921



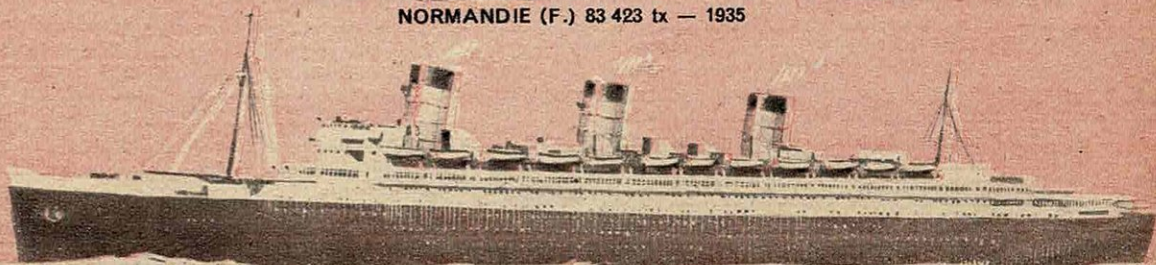
ILE DE FRANCE (F.) 43 450 tx — 1928



EUROPA (A.) 49 741 tx — 1929



NORMANDIE (F.) 83 423 tx — 1935



QUEEN MARY (G.B.) 81 235 tx — 1936



Le deuxième obstacle réside dans les exigences impératives de la stabilité. Alors que la plupart des allègements ci-dessus ont leur centre de gravité dans les fonds, tous les facteurs jouent par ailleurs pour accroître le poids dans les hauts : accroissement des hauteurs d'entreponts pour satisfaire aux exigences de la ventilation et du conditionnement de l'air, développement des cloisonnements isolés pour respecter les réglementations sévères sur la sécurité contre l'incendie, multiplication des installations sanitaires pour les passagers et l'équipage, fractionnement plus grand des postes d'équipage, à la suite de la récente convention de Seattle notamment, multiplication des appareillages des services d'hôtel. Il résulte de tout ceci une tendance à la réduction de la stabilité.

Le problème de la stabilité peut être résolu soit par l'accroissement de la largeur des navires, soit par un allègement des hauts, soit bien entendu par une combinaison des deux solutions. L'accroissement de la largeur est un fait caractéristique de l'évolution des paquebots modernes. Il n'est d'ailleurs nullement incompatible avec une vitesse élevée. En 1910, on estimait nécessaire de construire la **France** avec un rapport de la longueur à la largeur voisin de 10 pour lui faire donner 23 nœuds. La **Flandre**, en construction, soutiendra cette vitesse avec un rapport de 7 et une largeur qui atteindra celle du **Paris** qui déplaçait 75 % de plus. Cette évolution risque de rendre les cales sèches de certains de nos ports inutilisables pour nos futurs paquebots, bien qu'ils ne soient ni plus longs ni plus lourds que ceux qu'ils remplaceront.

L'industrie moderne est à même de livrer à la construction navale des matériaux légers dont l'emploi dans la structure ou les emménagements des hauts permettra d'alléger ces régions du navire. Au premier rang de ces derniers il faut citer les alliages d'aluminium, les duralinox à 3 ou 5% de magnésium notamment qui, résistant bien à la corrosion saline, ont des qualités de résistance mécanique élevées et peuvent, de ce fait, être utilisés pour la charpente des superstructures, les roofs des ponts supérieurs, les cheminées, les mâts, les embarcations de sauvetage, etc... D'importantes applications de ce matériau ont été faites sur le paquebot suédois **Stockholm**. On en envisage également d'importantes sur les nouveaux paquebots en construction en France. Mais l'extension de leur emploi à bord, dans les régions emménagées notamment, se heurte aux prescriptions concernant la sécurité contre l'incendie, par suite de leur point de fusion relativement bas. Il semble que l'emploi généralisé de « sprinklers » d'extinction automatique, à l'instar de ce que l'on fait en Grande Bretagne, doit permettre de trouver une solution raisonnable du problème sans rechercher des isolations étendues qui n'auraient pour effet que de rendre les charpentes en alliage léger aussi lourdes que celles d'acier.

## LE PERSONNEL ET SON LOGEMENT

Nous ne terminerons pas cet exposé sans aborder un problème vital pour l'avenir du paquebot, en face de la concurrence de l'avion : celui des équipages, qui grève de plus en plus lourdement les bilans d'exploitation, aussi bien à l'étranger qu'en France.

Sur un grand paquebot moderne, il y a environ 1,6 à 1,8 passagers transportés par homme d'équipage, état-major compris. Sur un navire de la classe du **Queen Mary**, faisant quatre voyages par mois, chaque billet de passage est grevé à la base de 13 % du montant du salaire mensuel moyen et des frais d'entretien à bord d'un homme d'équipage, en admettant bien entendu que le navire soit constamment plein. Avec un paquebot de 23 nœuds qui ne ferait que 3 voyages par mois, ce pourcentage serait de 20 %. À côté de cela, sur un avion effectuant deux rotations par semaine, ce pourcentage serait de 1,25 % seulement. Il n'est pas sans intérêt, pour donner à ces chiffres un élément de comparaison, de souligner que le billet de passage doit couvrir en outre, sur le navire de 30 nœuds, le montant de 2,5 tonnes de combustible destiné à la propulsion, et sur celui de 23 nœuds le montant de 1,8 tonnes approximativement. La part du combustible est du même ordre que celle de l'équipage sur le premier, et la moitié sur le second.

Ce calcul élémentaire ne donne d'ailleurs qu'une idée fort incomplète de ce que sont les charges de personnel sur les paquebots. Ce personnel, il faut en effet le loger à bord et on comprendra que ce ne soit possible qu'au prix d'une réduction très sensible de la capacité de transport en passagers. Sur l'**Ile de France** les surfaces occupées par le personnel, état-major compris, passeront, après reconversion du navire, à 5 050 mètres carrés contre 3 325 avant 1940, soit un accroissement de 50 %, par suite surtout de l'application des exigences de la Convention de Seattle, conduisant à un plus grand fractionnement des postes d'équipage et à un accroissement de la surface unitaire. Si l'on ajoute à cela l'extension des surfaces occupées par les cuisines, annexes et les différents offices que les utilisateurs se plaisent à multiplier à bord, le résultat final se traduit par la perte de 300 passagers par rapport à l'état antérieur, soit 1 300 au lieu de 1 600, malgré une réduction sensible de la surface moyenne occupée par passager de la première classe. En fait, un homme d'équipage exige aujourd'hui au moins 6 mètres carrés (en comprenant les réfectoires) et 5 mètres carrés sans ces derniers, soit plus que n'exige un passager de troisième classe et autant qu'un passager de deuxième classe. Sur les paquebots très larges, le fractionnement, plus grand que par le passé, des postes de couchage conduit à la multiplica-

tion des postes intérieurs, d'où augmentation de la surface perdue par les coursives d'accès. Malgré les sacrifices que cela entraîne pour l'exploitation, il n'est nullement évident que la nouvelle formule se traduise par une amélioration réelle du confort. Comme nous venons de le dire, il faut, ou bien multiplier les postes intérieurs dépourvus de l'aération et de l'éclairage naturels, ou bien réaliser des postes extérieurs constitués par d'étroits boyaux transversaux avec couchettes transversales, souvent estimées moins confortables au roulis que les couchettes disposées longitudinalement.

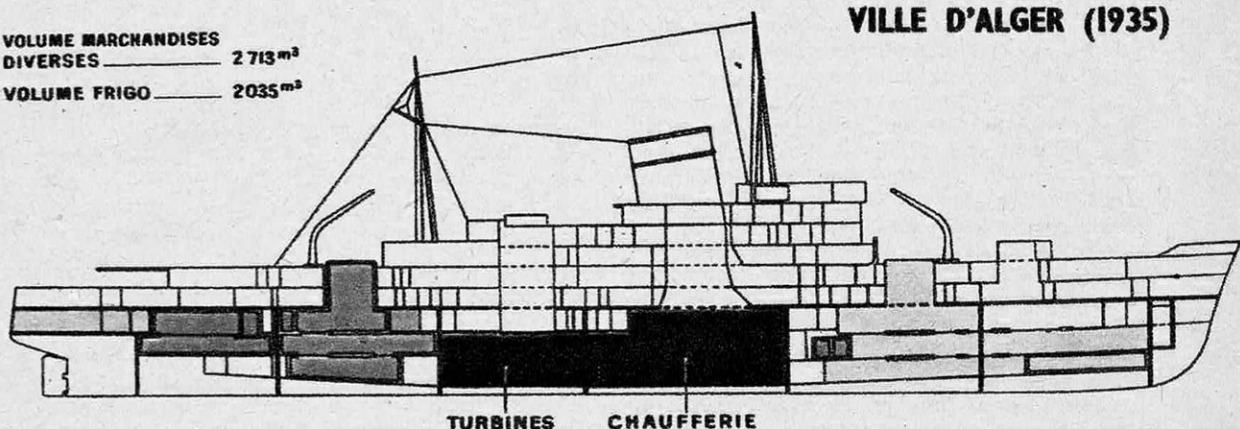
Les charges de personnel deviennent donc le talon d'Achille des paquebots modernes, au même titre que les charges de manutention pour les cargos.

L'évolution sociale des peuples permet d'affirmer raisonnablement que si le paquebot doit demain, concurremment ou en collaboration avec l'avion, contribuer au développement des échanges de toute nature entre les nations, ce sera dans la voie d'une démocratisation qui mettra le transport maritime à la portée des bourses moyennes. Sans faire un excessif effort d'imagination, on peut dire qu'un pas pourrait être fait dans cette voie par

la réduction du nombre de classes de passagers, deux au lieu de trois par exemple. Dans un navire à deux classes, il est infiniment plus facile de tracer le plan des emménagements, de distribuer les grandes descentes et coursives de communication, et on gagne, d'autre part, un volume appréciable par la réduction du nombre des locaux publics. Il est caractéristique de constater à ce sujet que les deux plus récents paquebots anglais, le **Caronia** et l'**Orcades** n'ont que deux classes. La première classe serait emménagée avec le très grand confort et le luxe que réclament les passagers qui préféreront toujours, quel que soit le prix, l'agrément, l'ambiance, la sécurité et aussi le repos réparateur qu'offre le paquebot, à l'inconfort et à la fatigue nerveuse du voyage aérien. La deuxième classe, plus nombreuse, devrait offrir, à un tarif inférieur à celui pratiqué par le transport aérien, le confort de la vie journalière en simplifiant au maximum le service. Au siècle de la mécanisation, il conviendrait que les Transports maritimes bénéficient des avantages essentiels que l'on en tire à terre, alors qu'à bord elle s'impose d'autant plus impérativement par la multiplication « en chaîne » des économies d'exploitation qu'elle permettrait de réaliser.

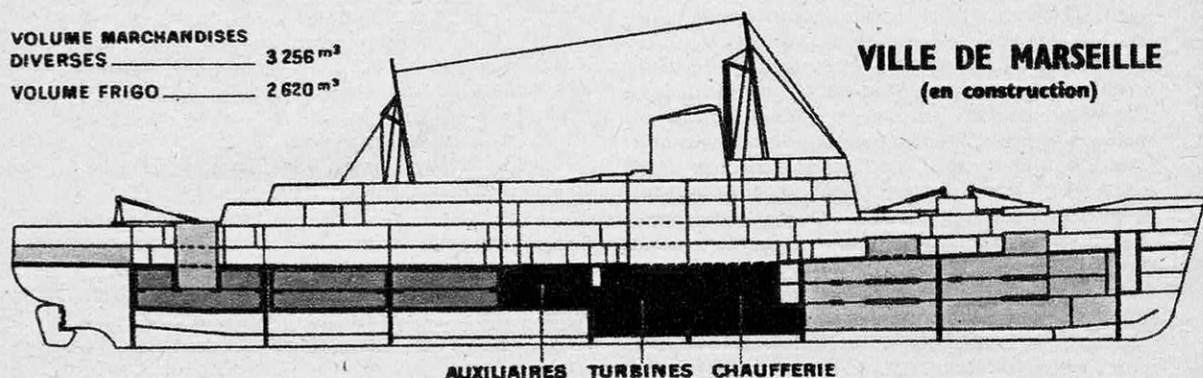
VOLUME MARCHANDISES  
DIVERSES ——— 2 713 m<sup>3</sup>  
VOLUME FRIGO ——— 2 035 m<sup>3</sup>

### VILLE D'ALGER (1935)



VOLUME MARCHANDISES  
DIVERSES ——— 3 256 m<sup>3</sup>  
VOLUME FRIGO ——— 2 620 m<sup>3</sup>

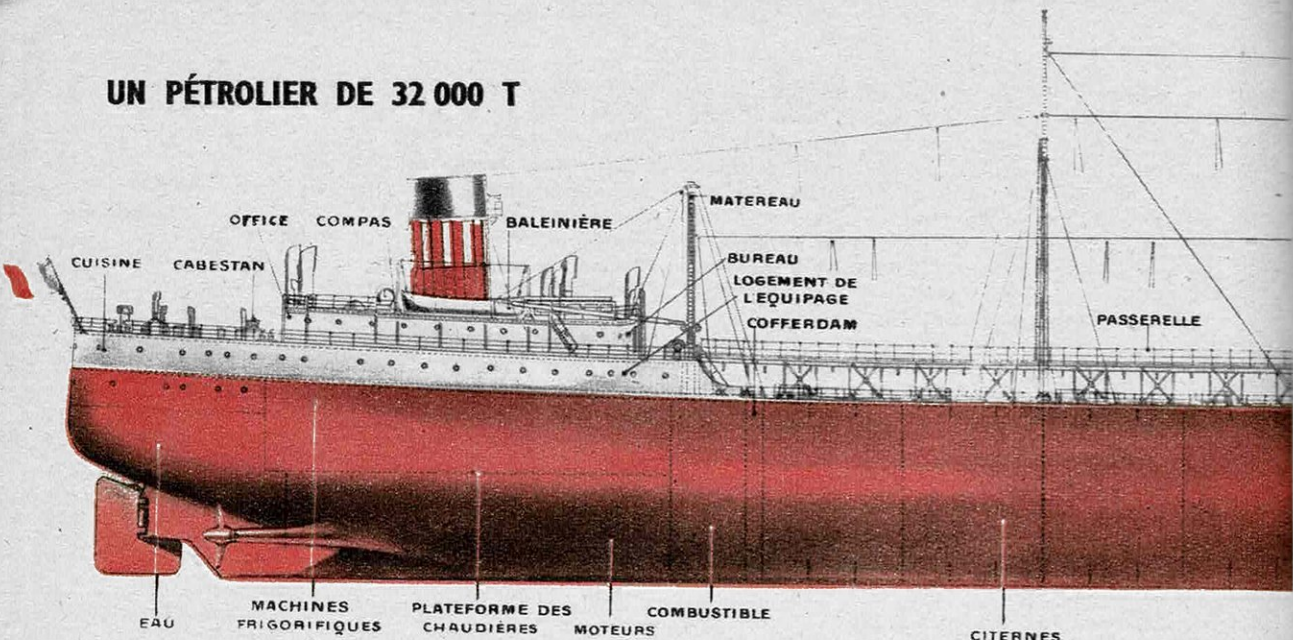
### VILLE DE MARSEILLE (en construction)



Avec ses compartiments machines de longueur réduite, la **Ville-de-Marseille** transportera autant de passagers et plus de fret que la **Ville-d'Alger**, dans ses cales dont la capacité est de 5 735 m<sup>3</sup> (2 620 m<sup>3</sup> réfrigérés).



## UN PÉTROLIER DE 32 000 T



# LE PÉTROLE ET LES PÉTROLIERS

par M. MÉGANGE

**L**E pétrole a pris progressivement, depuis le début de notre siècle, une place de plus en plus considérable parmi les différentes sources de l'énergie. Il vient au deuxième rang après le charbon, et sa part augmente continuellement. Actuellement, il fournit plus du tiers de l'énergie consommée dans le monde, et son rôle aux Etats-Unis est dès maintenant plus important que celui du charbon.

Les nombreux produits que l'on peut tirer du pétrole brut ont trouvé des utilisations dans presque tous les secteurs de l'activité économique, mais ce sont les transports qui en font le plus grand emploi. De nos jours, le parc automobile mondial se compose de près de 60 millions de véhicules fonctionnant à l'essence ou au gas-oil. L'aviation, qui n'utilisait avant guerre que des tonnages d'essence assez réduits, se développe rapidement, et les avions à réaction, qui utilisent quatre fois plus de carburant que les avions à hélices, deviendront bientôt d'importants clients. La propulsion des navires, aussi bien par la chauffe de leurs chaudières que par l'alimentation de leurs moteurs diesel, constitue un des principaux domaines d'utilisation des huiles lourdes. Les flottes de guerre, pour lesquelles les avantages du combustible liquide sont particulièrement sensibles, ont été les premières à remplacer le charbon par le pétrole, et les navires de commerce ont

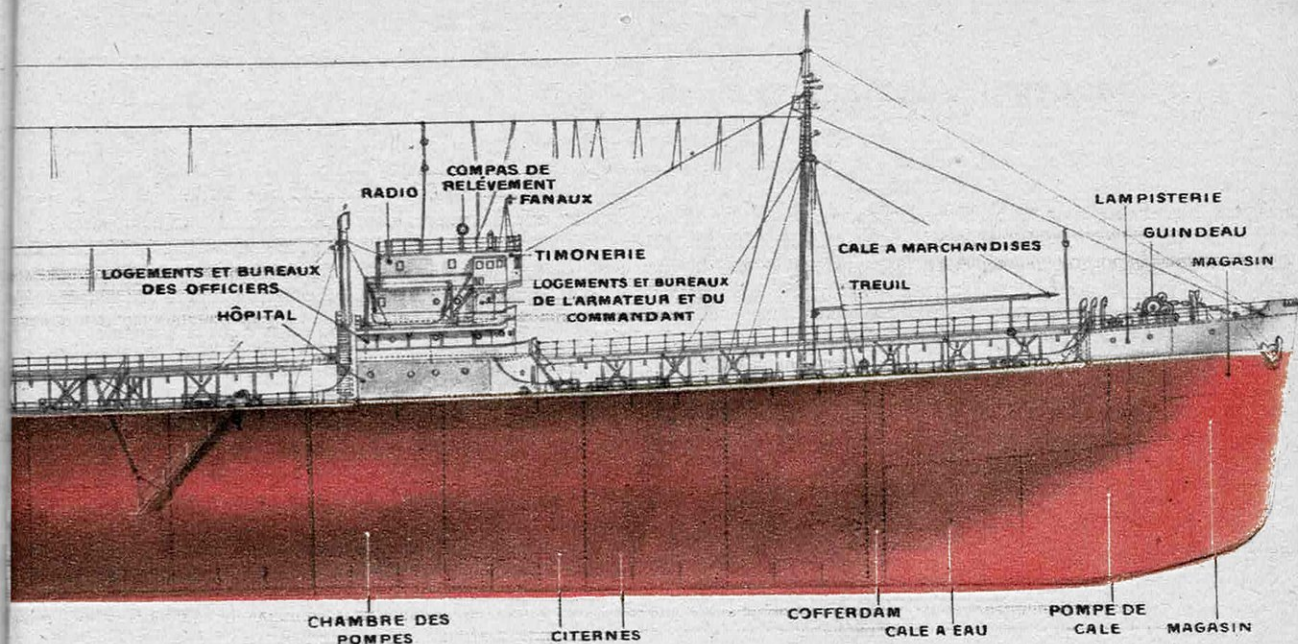
progressivement suivi la même évolution. En 1914, il n'y avait que 3 % du tonnage mondial de navires marchands qui utilisât la chauffe au mazout, et 0,5 % le moteur diesel. Les pourcentages passaient respectivement à 30 % et 23 % en 1938. Aujourd'hui, plus de trois quarts de la flotte de commerce utilisent le pétrole, et l'évolution se poursuit puisque 97 % du tonnage lancé en 1948 est équipé de machines fonctionnant aux combustibles liquides. D'autre part, on remarque que la propulsion par moteur diesel représente une part de plus en plus élevée du total.

On constate une évolution identique, quoique plus récente, dans les chemins de fer où les combustibles liquides prennent aussi, dans une proportion croissante, la part du charbon soit pour la chauffe, soit, de plus en plus, pour l'alimentation de moteurs diesel. Ainsi, aux Etats-Unis, plus de 90 % des locomotives construites en 1948 sont des locomotives diesel.

Dans une mesure de plus en plus grande, le fuel-oil fournit l'énergie à de nombreuses installations industrielles, et l'utilisation du pétrole comme combustible croît si rapidement qu'il dépassera vraisemblablement dans un proche avenir son rôle de carburant.

Enfin, il tend de plus en plus à devenir la base d'une industrie chimique en pleine expansion dans le monde.





## CENTRES DE CONSOMMATION

La diversité des emplois du pétrole fait que la demande est dispersée entre tous les pays du monde, mais elle varie de l'un à l'autre dans d'énormes proportions. La consommation par habitant diffère au moins de 1 à 1 000 suivant le pays. Ainsi, aux Etats-Unis, on compte aujourd'hui 2 100 litres de produits pétroliers par habitant et par jour, tandis que la France en utilise à peine 180.

Les grands centres de consommation correspondent donc aux grandes régions industrielles. Le principal est naturellement situé en Amérique du Nord. En 1948, la part des Etats-Unis a représenté plus de 68 % de l'ensemble du monde. Les besoins de ce pays se développent à un rythme phénoménal, puisque, au cours de l'année dernière, il a consommé près de 270 millions de tonnes, soit plus que le monde entier dix ans auparavant.

L'Europe occidentale constitue, par ordre d'importance, la deuxième grande région de consommation, du fait, notamment, de l'industrialisation de la Grande-Bretagne et de la France. Sa part représente environ 12 % de la demande mondiale. Derrière elle, vient immédiatement l'U.R.S.S. (8 %).

L'Amérique du Sud, avec 5 % de la demande mondiale, l'Asie et l'Océanie avec 3 %, l'Afrique avec 2 %, constituent les zones de faible consommation.

## CENTRES DE PRODUCTION

La répartition des gisements de pétrole dans le monde est très inégale. On en trouve dans un grand nombre de pays, mais les ressources véritablement importantes sont concentrées dans quelques grandes régions.

La première d'entre elles est située sur le continent américain, et comprend deux zones importantes : l'une centrée sur le **Golfe du Mexique** (gisements du Midcontinent et des Etats voisins du Golfe aux Etats-Unis, et ceux du Mexique) ; l'autre sur la **Mer des Antilles** (cette zone dite des Caraïbes comprenant la Venezuela, la Colombie et l'île de la Trinité).

Le continent américain possède d'ailleurs d'autres régions pétrolifères aux Etats-Unis même, et au Canada, et dans plusieurs pays d'Amérique du Sud, le long de la Cordillère des Andes.

La deuxième grande région du monde est formée par les pays du **Moyen-Orient** et comprend notamment l'Irak, l'Irak et la Péninsule Arabique. On peut rattacher à cette zone les champs pétrolifères de l'Egypte, où de récentes découvertes laissent supposer d'importants développements.

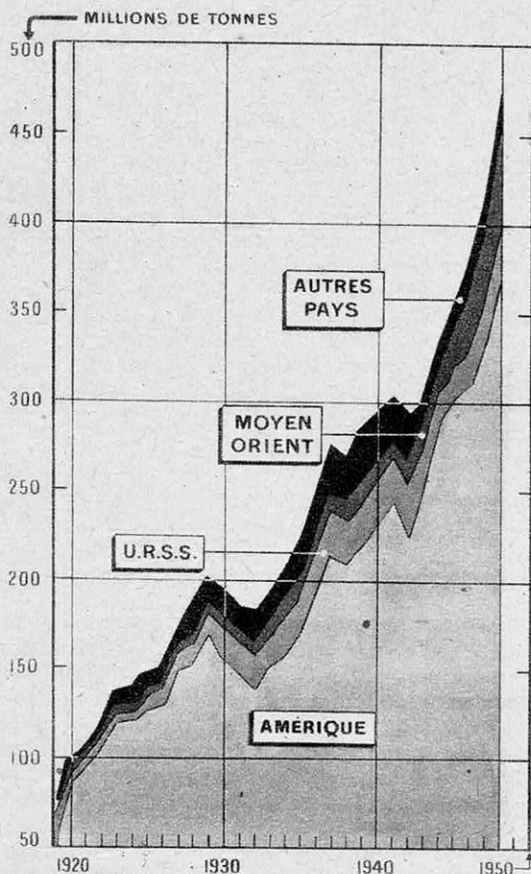
Plus au nord, l'U.R.S.S. exploite des gisements répartis dans plusieurs régions de son immense territoire, mais les plus importants sont localisés dans le Caucase et entre la Volga et l'Oural (zone dite du « Second Bakou »). En Extrême-Orient, les ressources connues sont presque toutes concentrées dans les îles de l'Indonésie. Enfin, en Europe, la Roumanie est le principal centre de production, mais il existe aussi de nombreux autres pays petits producteurs.

On compte ainsi une quarantaine de pays où sont exploités des gisements, mais, en réalité, la production est beaucoup plus concentrée, car dix-huit pays seulement ont une production dépassant un million de tonnes, et, parmi eux, cinq seulement de plus de 10 millions de tonnes.

La hiérarchie des différentes régions productrices a naturellement évolué dans le temps. Néanmoins, les Etats-Unis ont tou-



## PRODUCTION MONDIALE DE BRUT



jours conservé une large prééminence, sauf cependant entre 1898 et 1901, période pendant laquelle ils avaient été momentanément dépassés par la Russie. Depuis plusieurs décades, ils se maintiennent aux environs de 60 à 63 % de la production mondiale. En 1948, la production des Etats-Unis a atteint 277 millions de tonnes et a donc été supérieure à la production du monde entier dix ans auparavant.

La production du Venezuela, qui occupe actuellement la deuxième place, est passée de 28 millions de tonnes en 1938 à près de 70 millions en 1948, alors que l'U.R.S.S. qui produisait une trentaine de millions de tonnes en 1938 aurait, d'après certaines estimations, seulement regagné son niveau d'avant guerre, par suite des sévères destructions allemandes dans le Caucase.

A l'heure actuelle, le Moyen-Orient constitue une zone d'exploitation infiniment plus récente, mais dont les progrès ont été particulièrement impressionnants au cours de ces quelques dernières années. Ainsi, sa production est passée, en l'espace de dix ans, de 16 millions de tonnes à 57 millions.

Les pays producteurs d'Extrême-Orient ont subi des destructions particulièrement consi-

dérables pendant l'occupation japonaise. La production indonésienne, qui était de 7 millions 500 000 tonnes avant guerre, est tombée à moins de 1 million de tonnes en 1946, mais les travaux de remise en état et certaines découvertes récentes l'ont fait remonter à 4 200 000 tonnes en 1948, laissant espérer de nouveaux progrès.

Les autres régions productrices sont beaucoup moins importantes. L'Europe a produit 8 millions de tonnes en 1938, et 7 300 000 tonnes en 1948.

La Roumanie, avec 4 500 000 tonnes en 1948, reste fort en dessous de son niveau de production d'avant guerre.

En Europe occidentale, l'Autriche et l'Allemagne ont légèrement accru l'extraction du pétrole brut, mais le fait le plus caractéristique est le développement de la production de la Hollande, qui a tiré environ un demi-million de tonnes de son sol en 1948.

L'Afrique (Egypte non comprise), ne produit que quelques milliers de tonnes, mais les recherches s'intensifient, surtout en Afrique du Nord.

## GRANDS COURANTS D'ÉCHANGE

La dispersion géographique des régions productrices et consommatrices impose des transports de pétrole sur de très longues distances, et le plus généralement de continent à continent. La plus grande partie du trafic pétrolier doit ainsi s'effectuer par voie maritime.

En 1938, 40 % du pétrole faisant l'objet des échanges mondiaux était importé en Europe, 40 % absorbé dans le commerce entre les deux Amériques, et 20 % demandé par l'Asie, l'Océanie et l'Afrique. Ces importations provenaient des sources suivantes : région des Caraïbes (50 %), Etats-Unis (25 %), Moyen-Orient (12 %), Antilles néerlandaises (8 %), le reste du monde ne figurant que pour 5 %. De nos jours, ces quatre grandes régions du globe continuent à assurer la presque totalité de l'approvisionnement mondial, mais, en l'espace de ces dix années, de profondes modifications sont intervenues dans les courants d'échanges.

Alors qu'avant guerre les exportations des deux zones américaines étaient destinées principalement à l'Europe, le développement foudroyant de la consommation des Etats-Unis, auquel la production ne peut faire face entièrement, absorbe de plus en plus le surplus exportable des ressources de la région caribéenne.

Le continent américain est donc en train de limiter le rôle que, traditionnellement, il avait joué et qu'il joue encore dans une large mesure, pour l'approvisionnement des autres parties du monde. Les exportations, surtout celles de la région des Caraïbes, sont toujours de plus en plus importantes, mais elles tendent à être réservées aux autres pays américains.



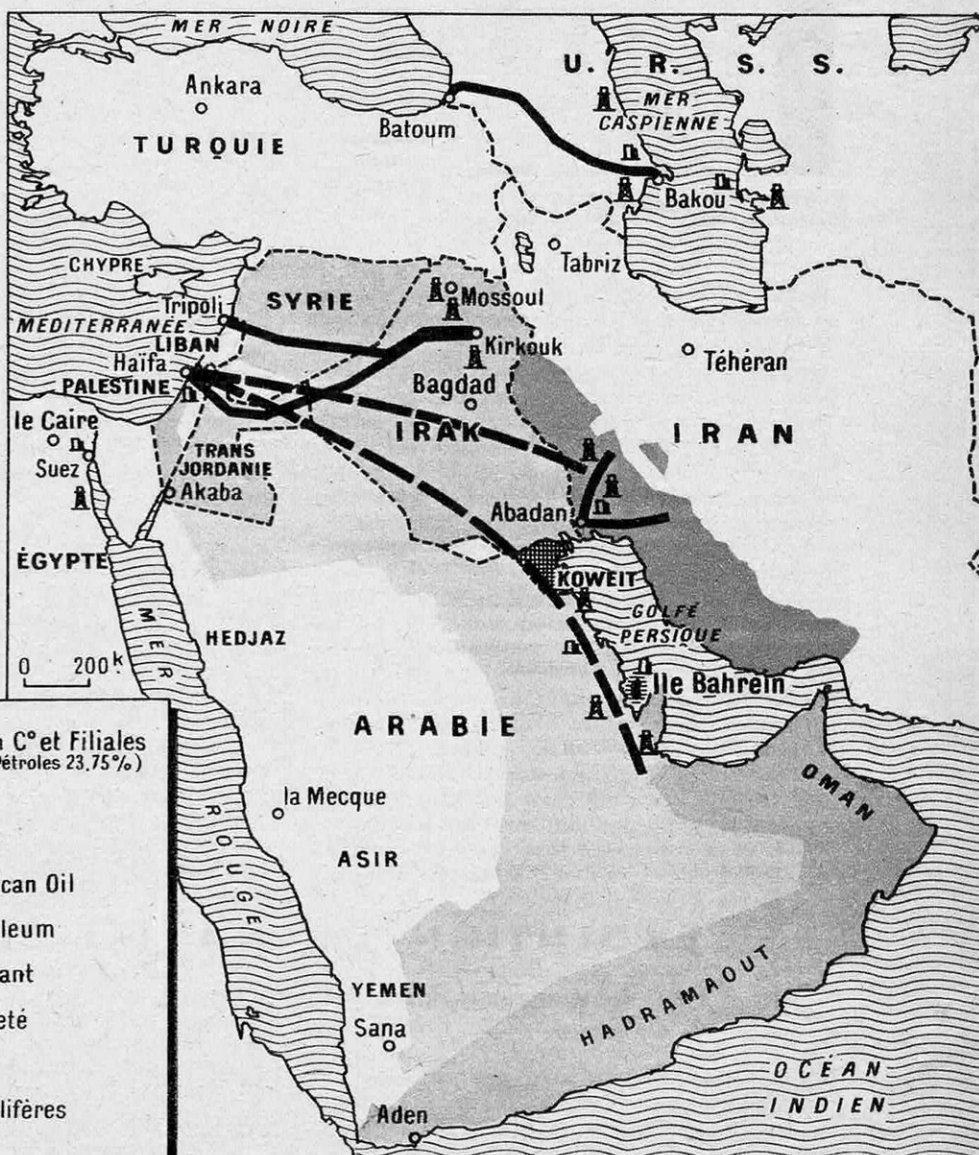
Le Moyen-Orient, au contraire, faible consommateur dont la production connaît le rythme le plus rapide de développement, et dont les réserves sont encore à peine entamées, va permettre de résoudre le problème des importations dans des régions qui, auparavant, faisaient appel à l'Amérique, et principalement en Europe et en Afrique. Avec 40 % des réserves prouvées, cette région n'a encore produit en 1948 que 12 % de la production mondiale. Lors des discussions pour la mise en œuvre du Plan Marshall, les experts ont prévu que, en 1951, le Moyen-Orient contribuerait pour les 4/5 à l'approvisionnement de l'Europe, au lieu du quart en 1938. A cette date, les seules exportations américaines vers l'Europe consisteront en produits finis spéciaux.

Dans les conditions présentes, alors que

moins de 5 000 milles séparent les ports du Golfe du Mexique et de la région des Caraïbes des ports de l'Europe occidentale, les tankers doivent parcourir 7 000 milles, depuis le Golfe Persique, en passant par le canal de Suez, en raison de l'immense détour qu'impose la nécessité de contourner la péninsule arabique. Cette constatation a amené les sociétés anglo-américaines concessionnaires de cette zone à entreprendre ou à envisager la construction de trois pipe-lines de seize à trente-six pouces de diamètre (40 à 90 cm), qui raccourciront de plus de 3 200 milles le trajet maritime des tankers. On projette, par ailleurs, en plus du doublement du seul pipe-line de l'Irak actuellement en fonctionnement, de construire un nouveau pipe-line de 30 pouces (75 cm), qui permettra de porter la production de ce pays (à laquelle la

## LES PÉTROLES DU MOYEN-ORIENT

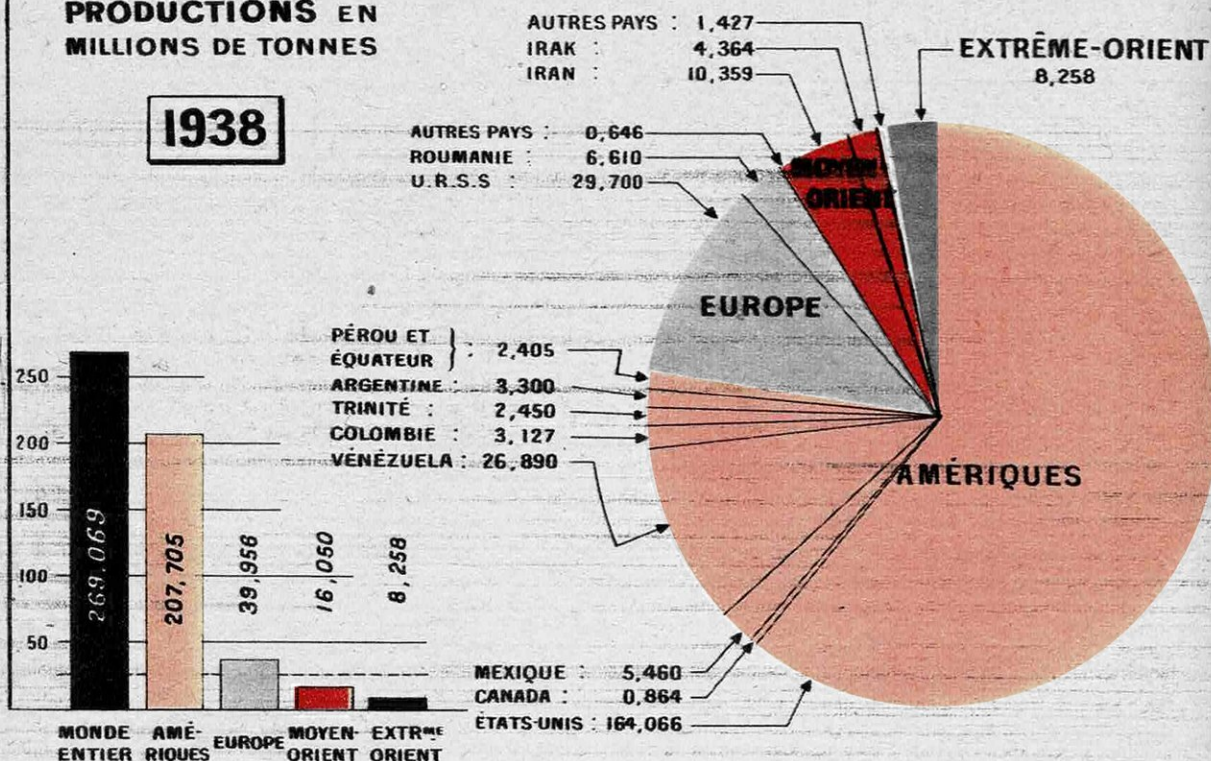
Les réserves pétrolières du Moyen-Orient sont estimées à 20 milliards de tonnes et ont été jusqu'ici à peine entamées. On y trouve cinq groupes d'exploitations : l'Iran (Anglo-Iranian Oil Co), l'Irak (Iraq Petroleum Co), l'Arabie Séoudite (Arabian American Oil Co), Kuwait et Bahrein (groupes anglo-américains). Deux pipe-lines conduisent déjà le pétrole de l'Irak à Tripoli et à Haïffa. Plusieurs autres sont en projet ou en construction. Dans trois ans, quand ils seront terminés, il sera possible d'amener 100 millions de t de brut par an aux ports de la Méditerranée orientale.





## PRODUCTIONS EN MILLIONS DE TONNES

1938



France est intéressée pour un quart par l'intermédiaire de la Compagnie Française des Pétroles) de 4 700 000 tonnes par an à près de 26 millions de tonnes vers 1952. Lorsque, dans trois ans, tous ces pipe-lines seront terminés, il sera possible d'acheminer la production de 100 millions de tonnes de pétrole brut par an aux ports de la Méditerranée orientale d'où il sera transporté vers l'Europe par navires-citernes.

En attendant l'achèvement des nouveaux pipe-lines, le canal de Suez demeure la principale voie d'acheminement de la production croissante du Moyen-Orient vers les pays de l'Occident. En 1948, le volume total de pétrole qui a traversé le canal a atteint près de 29 millions de tonnes, soit deux fois celui de l'année précédente et près de six fois la moyenne annuelle d'avant guerre.

En Extrême-Orient, les Indes Néerlandaises, le Bornéo britannique et la Birmanie approvisionnaient les pays du Sud et de l'Est de l'Asie, ainsi que l'Océanie, mais les destruc-

tions subies du fait de l'occupation japonaise leur ont interdit de reprendre leur place à la fin des hostilités. La remise en état des gisements de cette région fait réapparaître le commerce pétrolier dans ces zones, mais actuellement encore, ce sont les pays du Moyen-Orient qui doivent exporter une partie de leur production vers les régions autrefois approvisionnées par l'archipel indonésien.

Le dernier centre d'exportation relativement important était constitué avant la guerre par la Mer Noire d'où partaient les pétroles roumains et russes, mais il a perdu, depuis, toute importance pour le marché mondial. Toutes les exportations de la Roumanie, de l'Autriche et de la Hongrie sont actuellement réservées à l'U.R.S.S. et à ses satellites.

Il ne subsiste donc actuellement dans le monde que deux grandes régions excédentaires, celle des Caraïbes et le Moyen-Orient. A elles deux, elles ont produit en 1948 près du quart de la production mondiale.

## L'ÉVOLUTION DU NAVIRE-CITERNE

Si l'on néglige les temps anciens au cours desquels les Egyptiens et les Chinois auraient, dit-on, transporté en vrac, dans des barques, certains produits pétroliers, il faut attendre la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle pour voir se poser le problème du transport maritime du pétrole.

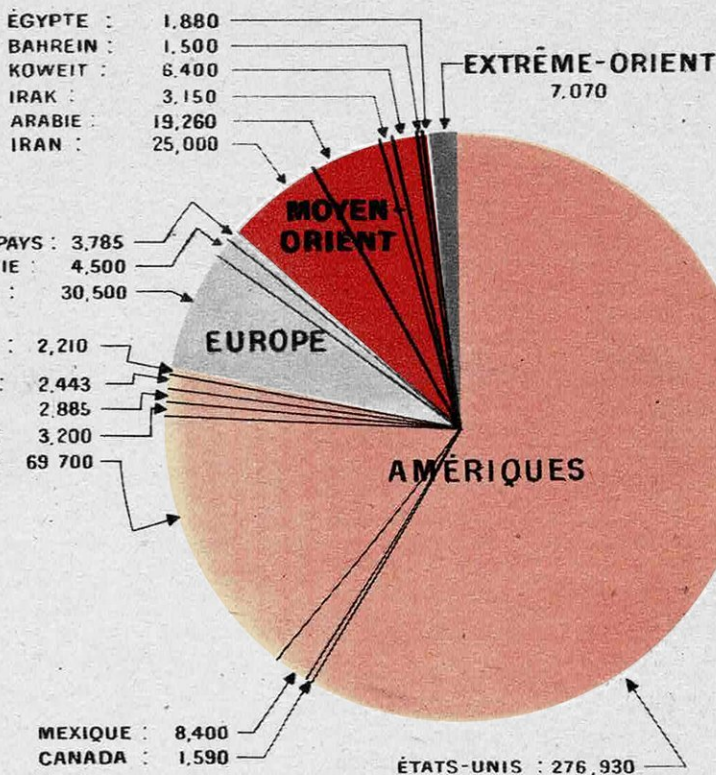
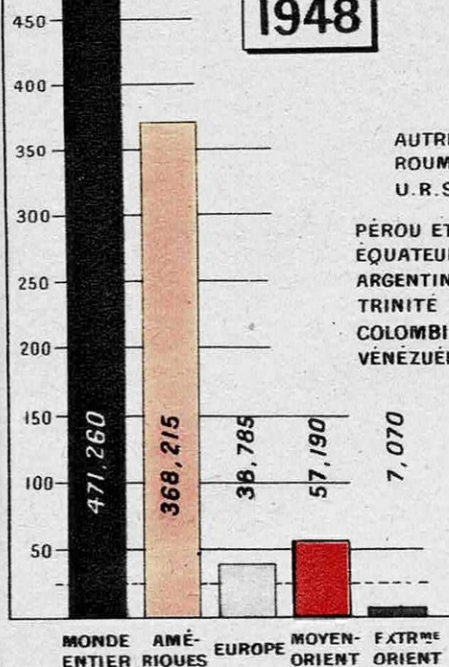
Le kérosène, ou pétrole lampant, était en fût et chargé sur des voiliers à coque de bois. Les incendies étaient fréquents.

Dès 1862, cependant, un inventeur canadien avait conçu et réalisé un navire adapté au transport en vrac du pétrole. Celui-ci était chargé directement dans la coque. Mal-



## PRODUCTIONS EN MILLIONS DE TONNES

1948



heureusement, l'engin sombra à son premier voyage et le procédé fut provisoirement abandonné. On revint, en l'améliorant quelque peu, à l'idée des fûts. Ceux-ci furent, en effet, remplacés par de longs cylindres de fer disposés dans l'axe du navire et les uns sur les autres. Ils n'étaient pas amovibles et le déchargement était opéré par pompage depuis le rivage. Bien que ce navire fût un voilier à la coque de fer, les risques d'incendie étaient considérables, à cause des espaces entre les cylindres dont l'atmosphère finissait par être saturée de vapeur combustible en dépit de toutes les précautions que l'on pouvait prendre.

Les frères Nobel s'intéressèrent au problème et construisirent, de 1870 à 1880, une série de navires-citernes spécialement adaptés au transport des huiles de pétrole sur la Caspienne. Le « Boudah », dernier en date, fut construit en 1879. Il avait une coque en fer, dont une série de citernes intérieures épousait la forme. Elles étaient séparées par des cloisons longitudinales et transversales, et surmontées par des caisses d'expansion destinées à parer aux dilatations consécutives à des variations de température. Les pompes de déchargement étaient situées sur le pont.

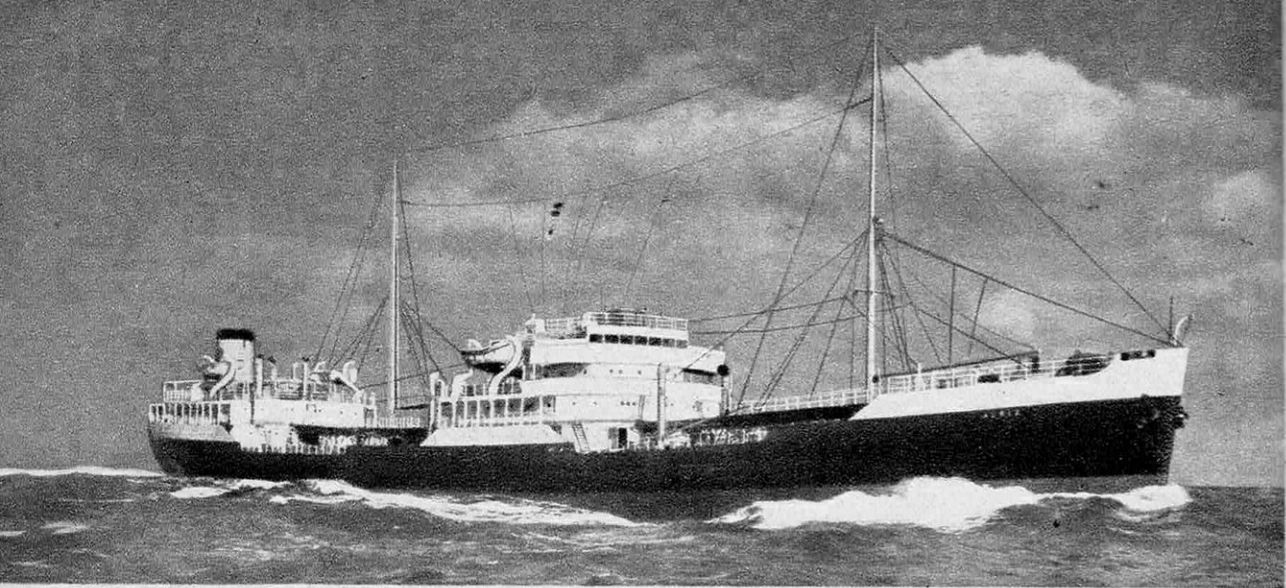
Six ans plus tard, en 1885, est construit à Hambourg le premier navire-citerne. Baptisé « Gluckauf », il était destiné au transport en vrac du pétrole, à travers l'Atlantique. Il jaugeait environ 3 000 tonnes et avait une machine de 200 ch située à l'arrière. Sa ligne

générale était tout à fait semblable à celle des navires-citernes modernes. Deux grosses améliorations le protégeaient efficacement contre les risques d'incendie. Le pétrole était chargé directement dans la coque qui, seule, le séparait de la mer. Les fuites inévitables se produisaient ainsi à l'extérieur du bâtiment sans risque de constituer, dans des doubles fonds, des accumulations de vapeur dangereuses. La machine arrière, les cales à l'avant, étaient isolées de la cargaison par des « cofferdam », sortes de cloisons étanches occupant toute une section transversale de la coque. Une fois remplis d'eau, ils supprimaient les dangers des suintements à l'intérieur même du navire. En outre, les citernes du « Gluckauf » étaient surmontées d'un tuyau d'échappement de gaz aboutissant à mi-hauteur des mâts, de manière à leur permettre de « respirer ». Bien entendu, ces citernes étaient compartimentées dans le sens longitudinal et le sens transversal pour limiter les effets du roulis et du tangage. Les pompes étaient encore placées sur le pont et non dans le corps du navire comme dans les constructions plus récentes.

En dépit de ce dernier détail, le « Gluckauf » avait toutes les caractéristiques du navire-citerne moderne, et il aura suffi d'un quart de siècle pour amener ce type de navire à maturité.

Désormais, le pétrolier est un navire spécialisé qui profitera des mêmes perfectionnements que les autres navires marchands. Il évoluera mais ne se transformera pas.





Le pétrolier anglais de 12 000 t **Auris**, construit par Hawthorn, Leslie et Co de Hebburn-on-Tyne, est à propulsion diesel-électrique. Quatre diesels entraînent quatre alternateurs alimentant un moteur unique sur l'arbre d'hélice.

## LE NAVIRE-CITERNE MODERNE

Bas sur l'eau et de forme légèrement plus effilée qu'un cargo de même tonnage, le navire-citerne chargé dessine une silhouette caractéristique : le franc bord représente entre le tiers et le quart de la hauteur totale de la coque. La plage avant est peu surélevée et le pont très dégagé. Au tiers avant s'élève le château central à trois étages qui abrite le salon, l'appartement du capitaine et des officiers de pont, la cabine de l'armateur, la chambre des cartes, le poste de commandement de télégraphie sans fil, de sondage par le son, éventuellement le radar. A l'arrière, s'élève un deuxième château formé de deux étages d'inégale importance et surmonté d'une large cheminée unique. Il abrite le chef mécanicien, les logements de l'équipage, la cuisine et son équipement, l'appareil à gouverner, et naturellement la machine.

De l'extrême avant jusqu'au château arrière, et à la hauteur de son premier étage, court, dans l'axe médian du navire, une passerelle qui permet, par tous les temps, d'aller d'un château à un autre. Quand la mer est grosse, en effet, elle déferle sur le pont qui n'est plus accessible. Sous la passerelle est fixée une série de gros tuyaux servant, entre autres, au transport de la vapeur. Le pont est métallique, plat ou légèrement bombé. De place en place s'élèvent des sortes de boîtes plates. Le couvercle en est amovible et permet d'accéder à l'intérieur des citernes. A chacune de ces dernières correspond, sur le pont, une série de vannes dont les volants multicolores commandent au réseau intérieur de pipe-line. Une chambre de pompes, généralement placée juste à l'aplomb avant du château, mais qui peut être complétée par une seconde à l'arrière, deux mâts courts, des manches à air au-dessus des pompes et de la machine, deux ou trois mâts de charge,

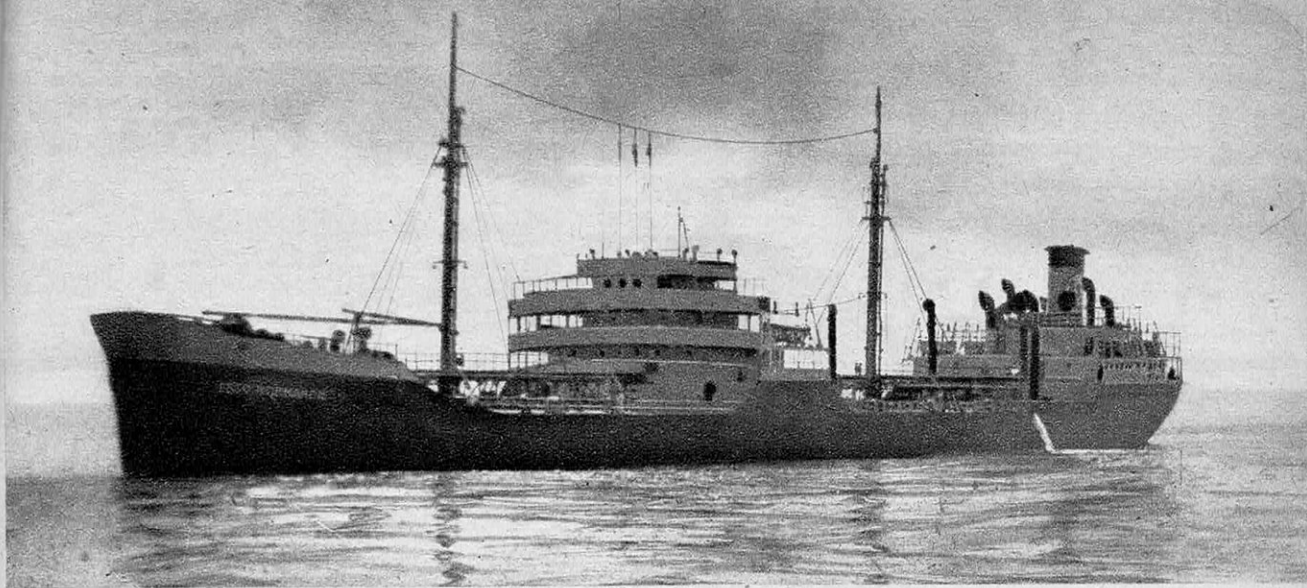
deux embarcations par château, complètent la silhouette très sobre du navire-citerne.

Le navire abrite, suivant sa taille, de quarante à cinquante hommes d'équipage dont les appartements, extrêmement soignés, cherchent à compenser par un certain confort la dure vie des équipages qui s'écoule presque exclusivement en mer.

Une coupe longitudinale de la coque fait apparaître de l'avant à l'arrière : une cale avant surmontant un ballast et, derrière ce dernier, un cofferdam, une série de trois à quatre citernes divisées en trois dans le sens de la largeur (à noter que les caisses d'expansion ont disparu — la protection contre la dilatation est obtenue en ne remplissant pas complètement les citernes), une chambre des pompes, une nouvelle série de cinq à huit citernes semblables à celles de l'avant, un cofferdam, une soute à combustible, la salle des machines, et, à l'extrême arrière, des soutes à eau potable ou à l'usage des machines. Si le navire est équipé d'un moteur diesel, il est adjoind à ce dernier une ou plusieurs chaudières auxiliaires chauffées au mazout ou par les gaz d'échappement quand le moteur est en service. Elles fournissent la vapeur nécessaire au fonctionnement des pompes, des treuils, au nettoyage des citernes, et au réchauffage éventuel de la cargaison par l'intermédiaire de serpentins placés à l'intérieur des citernes. Un ou plusieurs groupes électrogène et un poste de fourniture d'air comprimé pour démarrer le moteur complètent la machinerie.

Un réseau de tuyauteries, placé dans les fonds, relie entre elles les citernes et débouche sur le pont, pour permettre le chargement et le déchargement de la cargaison. On trouve sur les navires-citernes modernes, aussi bien des pompes alternatives que rotatives et propulsées à la vapeur ou à l'électricité. Il semble toutefois que la pompe rotative à l'électricité doive l'emporter dans un





Le pétrolier **Esso-Normandie** est du type T.2. Il fait partie du groupe de navires-citernes de ce type que la France doit recevoir des Etats-Unis. Longueur, 160 mètres ; port en lourd, 16 890 tonnes ; vitesse, 15 nœuds en service.

proche avenir. Il est possible de pomper au chargement et au déchargement dans tous les tanks à la fois ou dans certains seulement, et également de transvaser la cargaison d'un tank dans un autre pour modifier l'assiette du navire. Au cours des trajets légers, le navire pompe de l'eau de mer dans ses tanks pour assurer sa stabilité; suivant l'état de la mer, on le charge plus ou moins. Bien que cette opération s'appelle ballaster, il convient de noter que le navire-citerne ne dispose pas de ballasts proprement dits les citernes remplissant cet office. Le navire profite d'ailleurs de cette opération, lorsqu'il vient de décharger un produit à forte tension de vapeur, pour disposer des manches de toile au-dessus du pont qui introduisent de l'air extérieur dans les citernes par les orifices dont nous avons parlé plus haut. Ceci permet de chasser les vapeurs de pétrole, car les navires-citernes doivent se présenter dégazés au port de chargement. Un navire-citerne qui vient de décharger et n'a pas encore été dégazé est plus dangereux qu'un navire-citerne chargé. Un deuxième réseau de tuyauteries, réservé au combustible, permet le chargement des soutes à mazout et relie ces dernières à la machine.

La protection contre l'incendie est assurée par un dispositif permettant de noyer les citernes avec de la vapeur, en rendant ainsi leur atmosphère inerte, et par des appareils à mousse en cas de foyer extérieur.

## LES PRINCIPAUX TYPES DE NAVIRES-CITERNES

Pour nous en tenir aux navires encore en service à l'heure actuelle, c'est-à-dire aux navires-citernes âgés de moins de trente ans, on peut distinguer les trois types dominants suivants :

a) **Le 10 000 t de 1920 à 1930** : Dès 1921, les U.S.A. et la Grande-Bretagne ont lancé

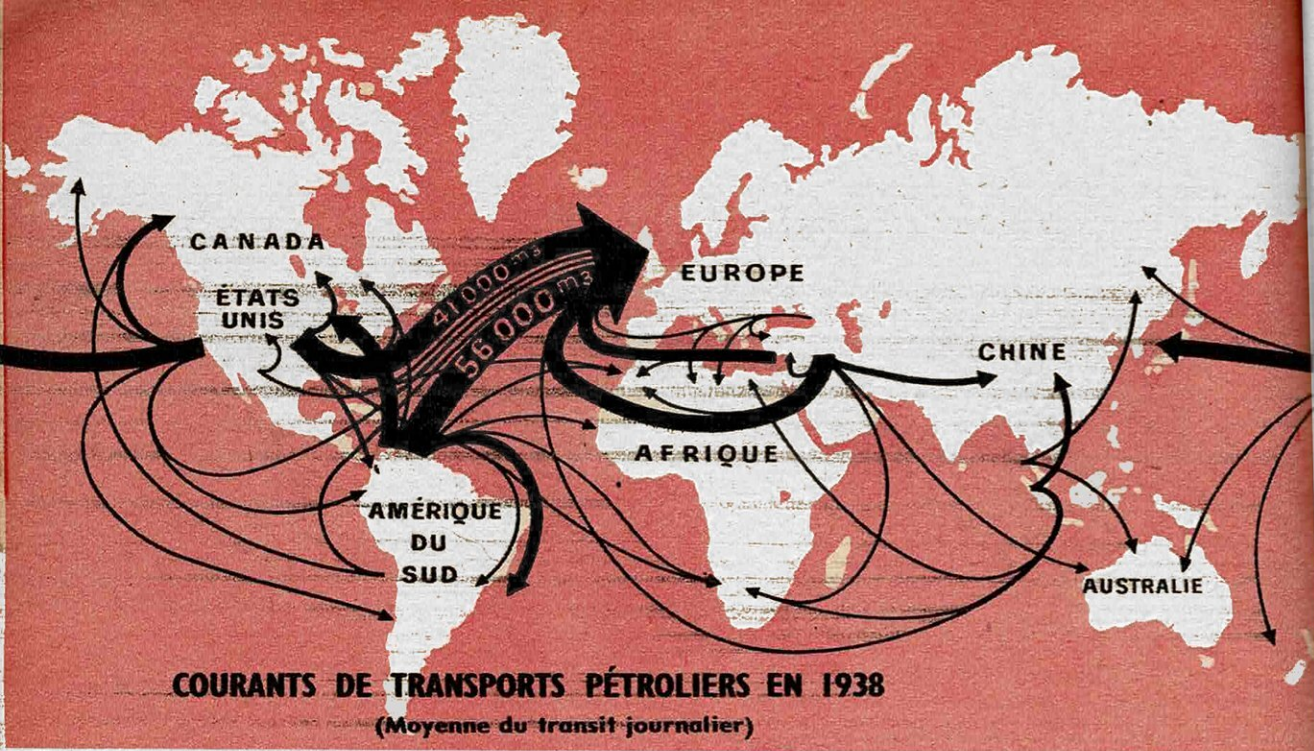
quelques navires-citernes de très gros tonnage, de 19 000 à 20 000 t, propulsés par turbine; mais le type de beaucoup le plus répandu dans cette période est un 10 000/11 000 t deadweight (1), filant dix nœuds et mesurant environ 135 mètres de long.

Le mode de propulsion se répartit à peu près également, au moins au début de la période, entre les vapeurs équipés d'une machine à triple expansion consommant 25 à 30 t de mazout lourd par jour, et les diesels consommant de 12 à 15 t de diesel-oil par jour. Ces derniers proviennent presque uniquement des chantiers de l'Europe continentale. On relève également parmi les constructions de cette époque une faible proportion de navires-citernes à turbines, construits dans les chantiers anglais ou américains; leur consommation est légèrement plus élevée que celle des navires de type similaire munis d'une machine à triple expansion. A noter que le mode de propulsion n'influe pas sur la vitesse, qui se situe uniformément entre dix ou onze nœuds.

b) **Le 15 000 t de 1930 à 1940** : A partir de 1930, le deadweight des constructions neuves les plus courantes s'élève à 14 000/16 000 t, ce dernier chiffre allié à une vitesse de douze nœuds étant considéré au début de la guerre comme le plus économique. La machine à triple expansion a disparu à peu près des constructions neuves, et il ne reste plus en présence que le diesel, qui domine largement, surtout en Europe occidentale, et consomme 14 à 17 t par jour de diesel-oil, tandis que la turbine jouit d'une certaine faveur aux U.S.A. et en Grande-Bretagne; sa consommation s'élève de 25 à 35 t de mazout lourd par jour, suivant sa vitesse, mais le prix plus faible du combustible brûlé par

(1) Rappelons que le tonnage deadweight représente le poids admissible pour la cargaison, l'équipage, le combustible, etc.





la turbine qui se contente de mazout lourd, compense en partie cet inconvénient. En outre, la turbine a un prix d'achat et d'entretien inférieur lui permettant de concurrencer le moteur diesel, surtout aux U.S.A. où les mécaniciens sont difficiles à recruter.

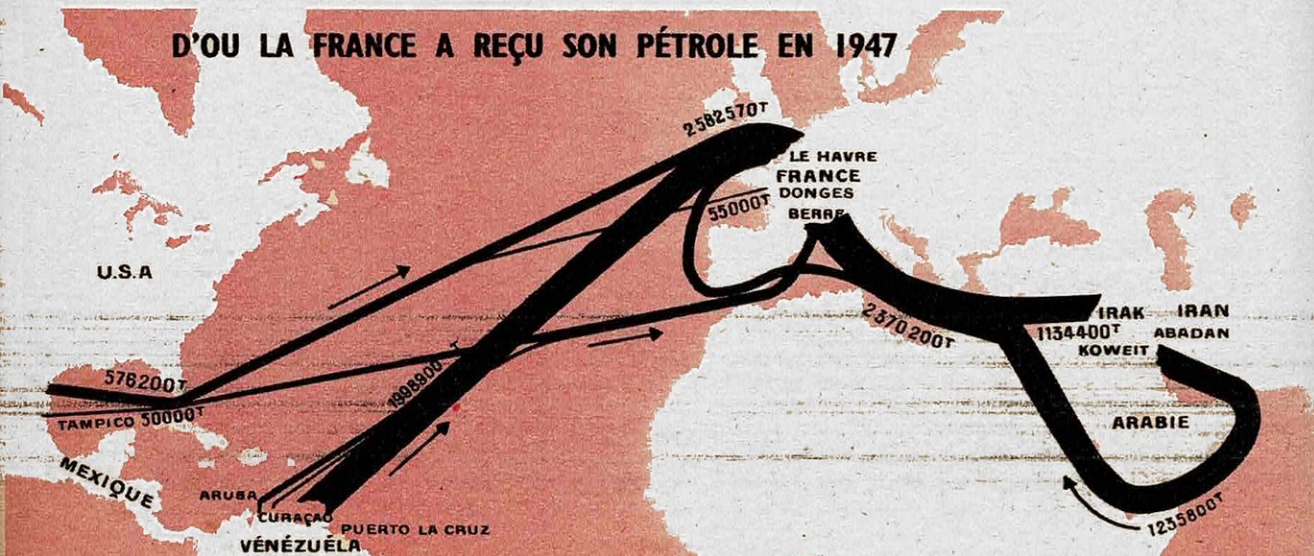
c) **Le T. 2** : Survient la guerre de 1939. Les Etats-Unis se trouvent dans la nécessité de construire d'urgence une flotte de navires-citernes. Le type T.2 SE.A1 est adopté.

La coque est entièrement soudée, le deadweight s'élève à 16 460 t (compte tenu de l'équipement de guerre; le deadweight commercial est compris entre 17 000 et 17 500 t), la vitesse pratique à 14,5 nœuds. Il mesure 160 m de long, 20,75 m de large pour un tirant d'eau à pleine charge de 9,2 m. Il est

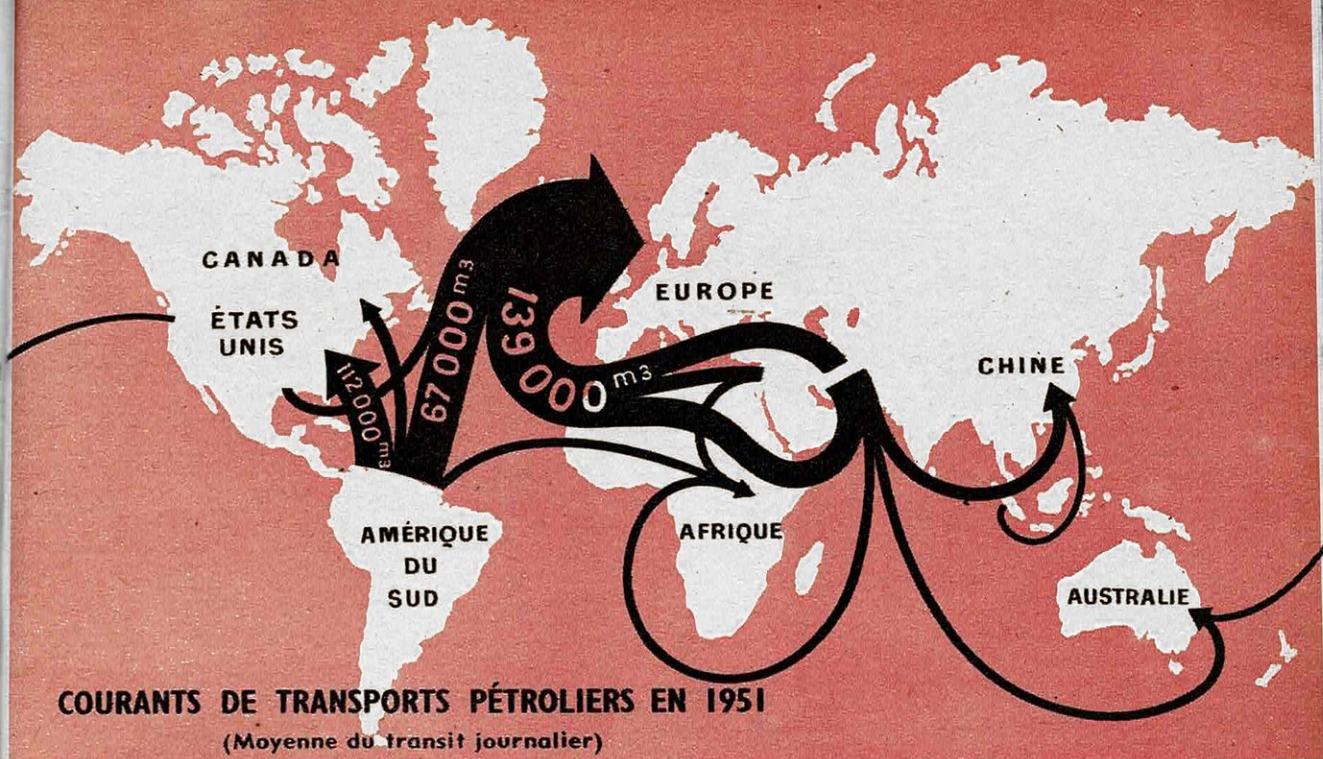
muni d'une chaudière à tubes d'eau fournissant la vapeur à 400° sous 32 kg/cm<sup>2</sup> à une turbine à transmission électrique développant 6 000 ch. La consommation est de 40 à 45 t de mazout lourd par jour. La propulsion est par hélice unique. La cadence de déchargement pratique est de 1 200 t/h. Les pompes réservées à la cargaison sont actionnées mécaniquement de l'intérieur de la salle des machines, par des moteurs électriques.

Ce navire, remarquable en dépit de certaines mécomptes dus à la technique imparfaite de soudure de la coque, a été construit à 481 exemplaires, dont une trentaine a été perdue par fait de guerre. Le reste représente plus de 35 % de la capacité de transport de la flotte mondiale de navires-citernes

### D'OU LA FRANCE A REÇU SON PÉTROLE EN 1947







## TENDANCES DE L'APRÈS-GUERRE

En dépit de ses caractéristiques, le T. 2 doit être considéré comme un navire démodé. La tendance des constructions neuves est tournée vers les tonnages très élevés. Le plus gros navire actuellement à flot est l'*Ulysse*, lancé en 1947 et appartenant à la société américaine « National Bulk Carriers ». Son deadweight s'élève à 27 928 t et sa vitesse d'exploitation à seize nœuds. Mais, d'ores et déjà, les U.S.A. ont en construction cinquante-six navires-citernes de plus de 25 000 t, dont quatre prévus pour 30 000 t. Propulsés par une seule hélice actionnée par une turbine à engrenages de 18 000 ch, ces derniers doivent atteindre dix-huit nœuds.

Outre ces navires déjà en commande, un super navire-citerne de 40 000 t serait à l'étude aux U.S.A. Propulsé également par turbine, il serait le quatrième plus gros navire commercial à flots. Sa coque aurait été dessinée par Wladimir Yourkevitch qui avait également dessiné celle de la « Normandie ».

À titre documentaire, mentionnons que les chantiers américains « Welding Shipyards », de Norfolk, pensent construire des navires-citernes de 30 000 t deadweight à la cadence de un tous les quatre mois, sur une seule cale de construction.

Egalement tournée vers les gros tonnages, la construction européenne semble cependant se limiter à la formule 24 000 à 26 000 t deadweight, filant 13/14,5 nœuds, de 185 à 195 m de longueur. La puissance va de 7 000 à 9 000 ch seulement. Pour des raisons d'économie d'exploitation, en effet, les armateurs européens restent fidèles au diesel, qui ne permet pas, en l'état actuel des choses, de

développer des puissances aussi élevées que la turbine, et, partant, limite la vitesse.

Il est intéressant de noter que, bien que le gigantisme soit une tendance normale en matière maritime, car un navire deux fois plus gros ne coûte pas deux fois plus cher à construire ni à exploiter, cette tendance n'a pu, néanmoins, se développer qu'à la suite d'une évolution profonde du marché international du pétrole.

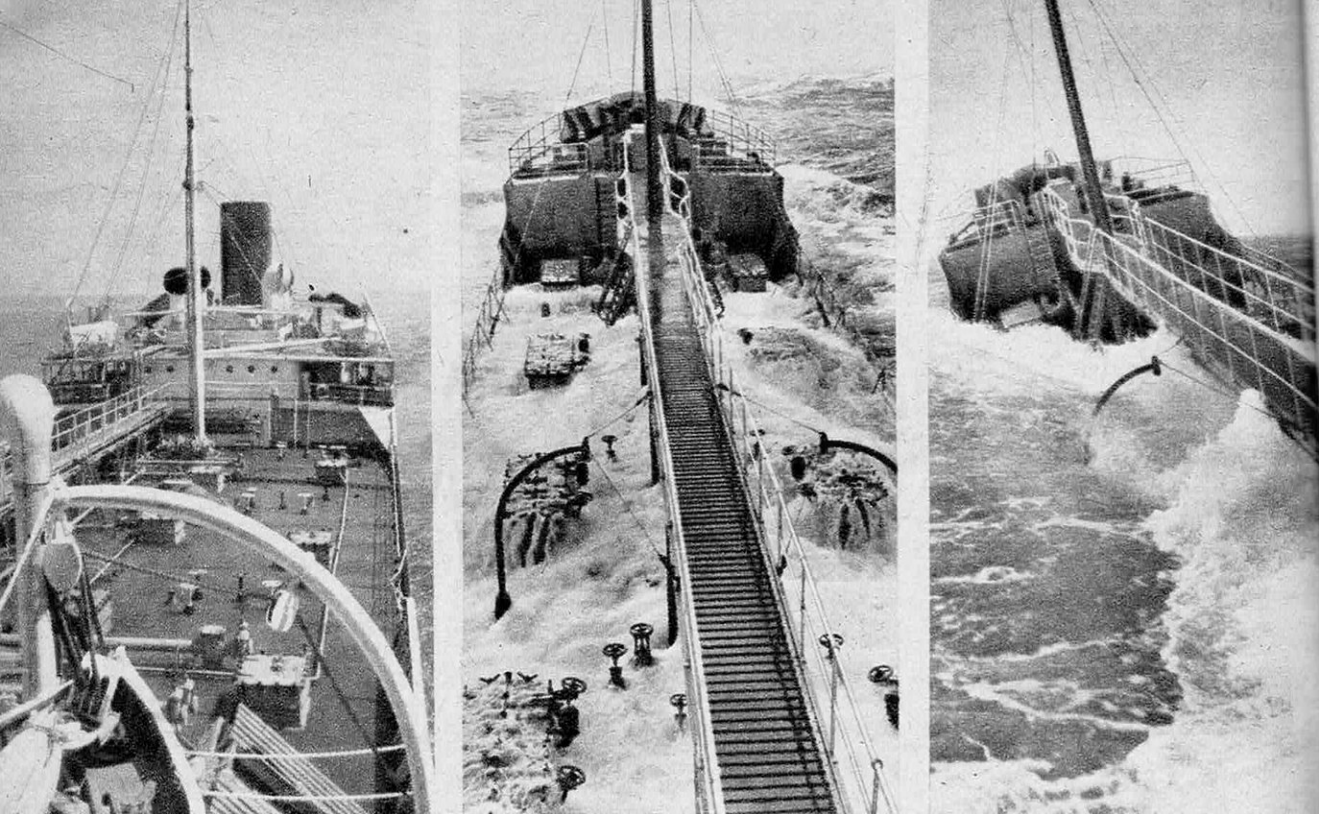
Tant que le raffinage avait lieu presque uniquement au point de production, l'accroissement des tonnages était limité par la nécessité de ravitailler des ports de profondeur ou de capacité de stockage extrêmement variables. Un navire-citerne de gros tonnage aurait donc dû s'interdire un grand nombre de trafics.

Au contraire, depuis 1930, le transport du pétrole brut a pris le pas sur celui des produits finis, et les centres de raffinage se sont déplacés des points de production aux points de consommation. Les objections au développement des tonnages ne jouent plus. Le ravitaillement des ports secondaires se fait par caboteurs de petits tonnages en provenance directe des raffineries, et celles-ci disposent d'importantes capacités de stockage et de ports profonds. De même pour les ports de chargement, qui sont également en nombre limité.

La plupart des navires-citernes font alors des trajets en navettes au cours desquels le temps passé dans le port peut être réduit à moins d'un jour au chargement, et à deux ou trois au déchargement.

Tout favorise donc le gros navire-citerne rapide, capable de charger et de décharger en quelques heures.





Ces vues du pont de pétroliers (à gauche, le *Minerve*, à droite le *Sudest* de la Société Citerna Maritime) montrent que le très faible franc-bord de ces navires les expose, à pleine charge, à embarquer souvent les lames.

## LA FLOTTE PÉTROLIÈRE MONDIALE

La flotte pétrolière est la plus importante des flottes spécialisées et représente une large part de la marine marchande en général. Elle est passée de 1 400 navires d'un port en lourd total de 17 millions de tonnes en 1938, à 2 017 navires de 24 410 000 tonnes en 1949. A l'heure actuelle, 30 % des navires en construction sont des navires pétroliers.

On constate, en général, une grande disproportion entre l'importance des pays comme importateurs ou exportateurs et celle de la flotte naviguant sous leur pavillon. Quelques-uns ont un très large excédent et leurs navires sont surtout utilisés pour les besoins des pays étrangers alors que les autres, les plus nombreux, n'assurent qu'une faible part de leurs transports.

Ainsi, à l'heure actuelle, 73 % de la flotte mondiale des navires-citernes naviguent sous pavillons américain, anglais, norvégien et panaméen. A la fin de 1948, les Etats-Unis possédaient 657 navires-citernes de 9 328 000 tonnes de port en lourd ; l'Angleterre, 463 navires avec 5 177 000 tonnes ; la Norvège, 209 navires avec 2 741 000 tonnes ; Panama, 182 navires avec 2 334 000 tonnes. La flotte pétrolière française représentait 640 600 tonnes de port en lourd au 1<sup>er</sup> janvier 1949, auxquelles il faut ajouter 28 500 tonnes pour les pétroliers de petit tonnage effectuant le cabotage.

Etant donné la spécialisation des navires-citernes, il n'est pas surprenant qu'un grand nombre d'entre eux appartiennent aux com-

pagnies de pétrole. Ainsi, de nos jours, près de la moitié de la flotte est leur propriété, alors que les armateurs privés n'en contrôlent que 37 %, le reste étant géré par différents gouvernements. Les principales flottes sont celles de la Standard Oil Co (New Jersey), de la Royal Dutch-Shell et de l'Anglo-Iranian ou de leurs filiales. Par leurs tonnages, elles rivalisent avec celles des plus grandes compagnies de navigation. C'est ainsi que le Groupe Royal Dutch-Shell possède une flotte pétrolière de 2 135 000 tonnes de port en lourd.

Un grand effort de modernisation de la flotte pétrolière a été réalisé depuis la guerre.

Malgré cet effort, le tonnage ne semble pas devoir progresser au cours des prochaines années dans la même proportion que les besoins en produits pétroliers. La capacité de transport sera néanmoins suffisante si le trafic international évolue conformément aux prévisions. On assiste, en effet, à une redistribution des pays fournisseurs et des clients qui tend à raccourcir les distances.

Les pays importateurs américains seront approvisionnés essentiellement par les pays exportateurs du même continent. Le Moyen-Orient approvisionnera l'Europe et l'Afrique à travers les grands pipe-lines, qui iront du Golfe Persique à la Méditerranée. Enfin, l'Extrême-Orient sera alimenté par la production renaissante de l'Archipel Indonésien.



# NAISSANCE DU NAVIRE

par Paul BARRILLON

**N**OUS ne saurions avoir la prétention d'étudier ici la croissance du navire depuis le moment où son exécution a été décidée jusqu'à celui où il part aux essais. Nous nous limiterons donc volontairement à ce qui se passe sur la cale de construction et au quai d'armement et laisserons délibérément de côté les questions relatives aux projets, aux études et à la fabrication à l'atelier. Nous dirons toutefois quelques mots de certains stades de la construction extérieure à la cale et au bassin d'armement et qui doivent être mentionnés parce qu'ils sont popes à la construction navale. C'est en particulier le cas de la salle à tracer et de la préfabrication à l'atelier ou sur terre-plein.

Il importe, par ailleurs, d'attirer l'attention sur le fait que la cale de construction n'est que l'aboutissement de nombreux travaux exécutés non seulement à l'intérieur du chantier mais encore chez de multiples sous-traitants. Elle est le lieu où viennent se grouper, en vue de leur mise en place ou de leur assemblage, les éléments construits par les divers ateliers et chantiers et les produits finis ou les demi-produits commandés à l'extérieur.

Sans insister sur la consommation considérable de demi-produits qui est faite à bord, signalons que le constructeur de navires doit faire appel à la grosse forge pour ses lignes d'arbres, ses rotors de turbines, ses collecteurs de chaudières (quand ceux-ci ne sont pas soudés), au lamineur pour l'énorme quantité de tôles et de profilés dont il a besoin, au fondeur pour de multiples pièces de coque et de machines et que, par ailleurs, il est amené à commander des moteurs électriques, des auxiliaires de pont (treuils, cabestans, guindeaux), des robinets et des vannes de tous calibres, et aussi des lits, des glaces, des tapis, des assiettes, des lavabos, des œuvres d'art, etc..., bref, qu'il a à équiper une véritable ville.

L'apport de l'extérieur est donc très important.

Cependant beaucoup de travaux d'usage, de finition et d'assemblage doivent être exécutés sur place et justifient que les cales soient entourées de nombreux ateliers parmi lesquels nous signalerons :

— des ateliers de tôlerie, ayant pour fonction le découpage à la dimension et le formage des tôles et des profilés, voire leur

assemblage plus ou moins étendu lorsqu'il est fait usage de préfabrication ;

— la grosse chaudronnerie, qui est chargée des travaux de formage et de découpage de tôles très épaisses et, en particulier, de la fabrication des chaudières ;

— l'atelier de mécanique ou d'ajustage qui est à la disposition du bord pour l'exécution de tous les travaux délicats et est plus particulièrement chargé de la fabrication des machines alternatives ou des turbines ;

— la tuyauterie, qui a le rôle délicat de former, suivant gabarit, les multiples tuyaux de toute longueur, de tout diamètre et de toute matière dont il est fait usage à l'intérieur du navire ;

— enfin, les ateliers de serrurerie, d'armement, la voilerie, l'atelier d'électricité, etc.

Certains chantiers possèdent en outre une fonderie où ils exécutent leurs hélices.

Nous n'insisterons pas sur ces divers ateliers dont on trouve les similaires dans la construction mécanique à terre, et nous bornerons à dire quelques mots de la **salle à tracer**, local absolument spécifique du chantier de construction navale.

## LA SALLE A TRACER

Cette salle a pour but de permettre le tracé en vraie grandeur de la coque du navire par trois séries de courbes :

— les sections horizontales ou lignes d'eau, parallèles à la flottaison en charge ;

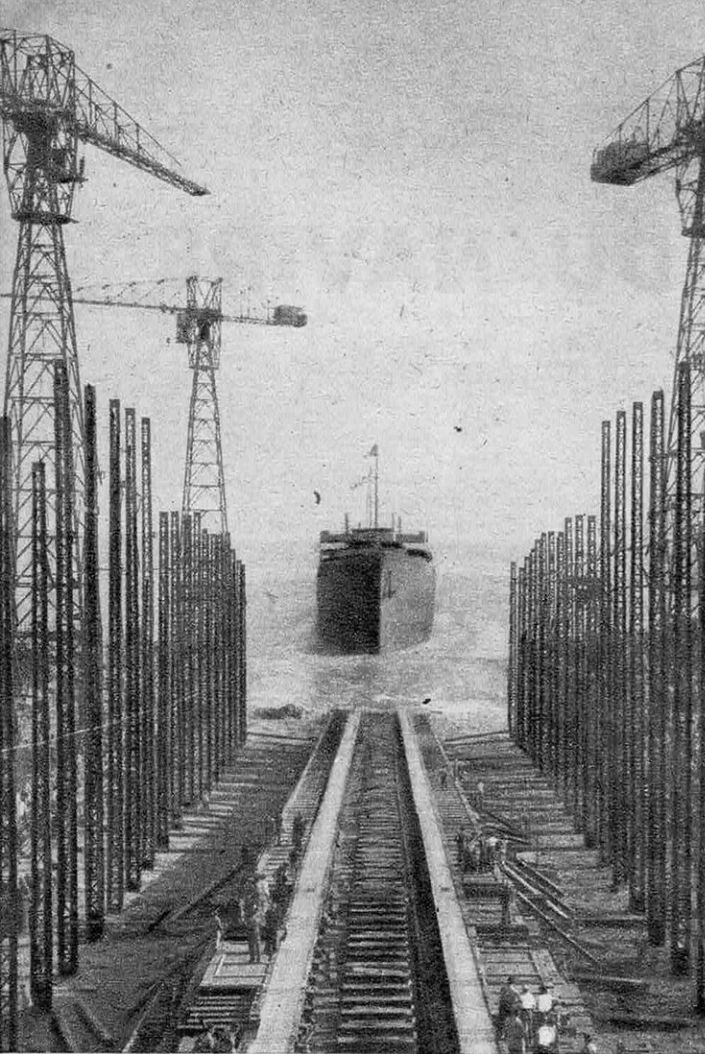
— les sections transversales ou couples de tracé, parallèles au plan transversal ;

— les sections longitudinales, parallèles au plan diamétral.

Le bureau d'études établit un plan au 1/100<sup>e</sup> sur lequel sont représentées ces trois séries de courbes, et ce plan est balancé de façon à obtenir la concordance entre les trois projections et, simultanément, une continuité correcte de chacune des lignes (ce balancement est une garantie de la régularité des formes).

A la salle à tracer, on commence souvent par agrandir au 1/20<sup>e</sup> le plan fourni par le bureau d'études, puis on procède à un tracé en vraie grandeur qui se fait sur le plancher de la salle lui-même. Parfois, pour les navires très longs, les écartements entre couples sont réduits, les dimensions transversales étant toujours prises en vraie grandeur.





◀ Vue générale d'une cale de lancement immédiatement après la mise à l'eau d'un navire (ici un pétrolier de 21 500 tonnes). On y voit les chemins de glissement suiffés, la ligne de « tins » entre les chemins de glissement et les grues pour la manipulation des matériaux.

## LA CONSTRUCTION SUR CALE

A l'heure actuelle, la construction se fait le plus souvent sur cale ; nous parlerons en conséquence de ce procédé en premier.

La photographie ci-contre montre une cale de lancement vue de terre. On remarquera les points suivants :

- a) les chemins de glissement suiffés, dont nous reparlerons à l'occasion du lancement ;
- b) entre les chemins de glissement, la ligne de « tins », pièces de bois placées à des distances régulières, sur lesquelles reposera, au cours de la construction, la quille du navire ;
- c) les grues servant aux manipulations des matériaux. Parfois aussi les cales sont équipées de portiques.

Signalons qu'il est fait d'usage de cales couvertes par certains arsenaux de la Marine Nationale française et par les chantiers des pays nordiques, en particulier lorsque de fortes chutes de neige se produisent l'hiver.

On voit page suivante la pose de la première tôle de quille d'un cargo. On remarquera la ligne médiane tracée sur celle-ci et servant à son orientation et, au premier plan, des tins à démontage facile. Signalons à ce sujet que bien souvent les tins sont réalisés par la simple superposition de coins de pentes opposées, l'angle étant tel que le frottement suffise à les maintenir en place sous la pression qui s'exerce à leur partie supérieure.

Remarquons enfin que la tôle comporte longitudinalement deux rangs de trous de rivets de chaque bord, alors qu'elle n'est pas percée dans le sens transversal où l'assemblage se fera par soudure.

La figure voisine montre le stade suivant de la construction : on y voit le montage des virures de ballast (le terme virure désigne une file de tôles s'étendant sur toute la longueur du bordé). Les tôles sont, en l'attente d'un assemblage définitif, reliées par des boulons de montage. On remarquera que certaines de ces tôles sont planes (dans la partie centrale du navire en particulier), que d'autres ont reçu une forme cylindrique, enfin qu'à l'avant (premier plan) et à l'arrière, il est fait usage de tôles développables. Dans les parties les plus contournées du navire, en particulier à l'arrière au voisinage des sorties de ligne d'arbre, on se voit contraint d'utiliser des tôles non développables que l'on doit en conséquence chaudronner, soit d'après des gabarits, soit même après présentation provisoire à leur emplacement définitif.

La coque est soutenue latéralement par des pièces de bois dites accores, ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble et d'éviter la déformation des voiles minces en tôles non encore raidies.

Le plancher de la salle à tracer doit être très soigné et étudié de façon à ne pas subir de déformations avec les conditions climatiques. Il doit permettre le gommage et le grattage.

Le plus souvent, les points importants sont repérés par des petits carrés de zinc cloués sur le plancher. Parfois on recouvre le plancher de la salle à tracer d'éléments de papier.

Le tracé à la salle permet de relever sur place des gabarits que l'on utilise ultérieurement pour tracer, découper ou former les éléments de coque, membrures en particulier.

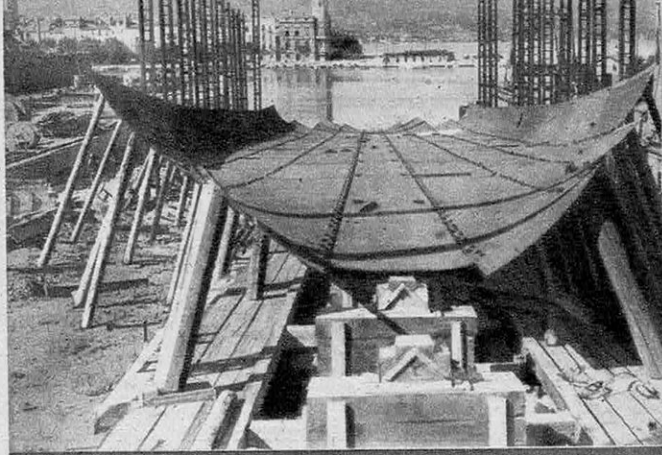
Ces quelques mots indispensables sur les chantiers étant dits, revenons à notre objet, qui est de montrer la croissance du navire. Usant de photographies, nous montrerons divers stades d'avancement de la construction et nous attirerons l'attention du lecteur sur les points les plus importants.

Afin d'éviter toute erreur d'interprétation nous précisons d'ailleurs que les photographies montrant les différents stades de la fabrication ne correspondent pas toutes au même navire, mais à des navires et à des chantiers différents.





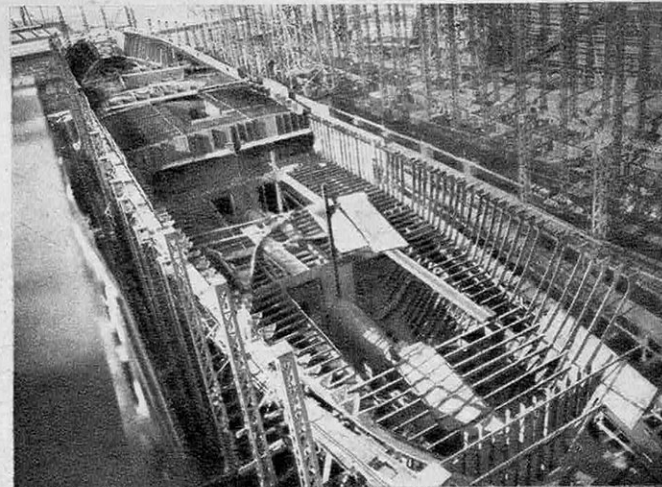
Mise en place de la première tôle de quille du cargo SAINT-CLAIR aux Chantiers navals de La Ciotat.



Montage des virures de water-ballast du cargo MITIDJA. Ces files de tôles sont soutenues par des accres.



Montage des varangues (tôles verticales) de ballast et d'une cloison transversale sur un grand chalutier.



Le stade de la pose des « barrots » dans la construction d'un cargo de 7 300 tonnes aux Chantiers de Penhoët.

La photographie ci-dessus représente un autre navire à un stade d'avancement faisant suite au précédent. On y voit le montage des varangues (tôles placées verticalement pour consolider le fond du navire) et celui d'une cloison transversale. On remarquera :

a) le renforcement considérable de la coque réalisé par les membrures assez rapprochées ;

b) la carlingue centrale, raidisseur longitudinal en tôle placée dans l'axe du navire, que l'on voit dépasser légèrement la première varangue et qui, s'étendant de l'avant à l'arrière et solidement reliée à l'étrave et à l'étambot, constitue, en quelque sorte, l'épine dorsale du navire ;

c) les carlingues latérales parallèles aux premières ;

d) un certain nombre d'éléments de tôles planes déjà posées et constituant l'amorce du plafond de ballast. Ce plafond de ballast fermera le double fond dont le rôle est de limiter l'envahissement en cas de déchirure du fond proprement dit, à la suite d'un échouage par exemple.

La photographie ci-dessus montre un stade de construction sensiblement plus avancé. On y remarquera :

a) Le fait que le navire s'est beaucoup élevé au-dessus de la ligne de tins. Il a en conséquence été nécessaire de l'entourer d'un échafaudage comportant un certain nombre de poutres verticales dites « étamperches » (réalisées dans le cas présent par un croisillonage métallique, mais pouvant aussi être en bois). Ces poutres servent de support à des passerelles permettant la circulation et le travail, et à des échelles ou escaliers d'accès à l'intérieur du navire. Parfois l'ensemble en question est remplacé par un échafaudage tubulaire.

b) L'ossature d'ensemble du navire comportant :

1° des membrures transversales réalisées en profilés de fort échantillonnage, prolongeant les varangues, et destinées à raidir le bordé latéral ;

2° les cloisons transversales en tôle, elles-mêmes raidies par des montants en profilés ;



3° les barrots, profilés horizontaux, reliant les parties babord et tribord d'une même membrure et supportant les ponts. Sur la photographie considérée, les barrots du pont inférieur sont montés, ceux du pont supérieur ne le sont pas, et on voit se profiler les goussets qui auront pour effet d'assurer l'encastrement des membrures et des barrots ;

c) Les grandes ouvertures réalisées dans les ponts. En vue de compenser la réduction de rigidité longitudinale qui serait provoquée par ces ouvertures, on les entoure d'un cadre très rigide ;

d) Un certain nombre de pièces cylindriques verticales, dites « épontilles » et qui jouent le rôle des colonnes en architecture ;

c) L'absence de la partie haute de l'étrave, habituellement en tôle.

La photographie ci-contre représente enfin un navire vu de l'avant, étrave complète en place.

Les commentaires relatifs à ces photographies n'ont considéré que la mise en place et la position relative des divers éléments ; il est bien évident que ceux-ci doivent être assemblés de façon définitive par rivetage ou par soudure et que cet assemblage doit être étanche.

Le rivetage doit donc être suivi d'un matage, alors que la soudure se suffit à elle-même.

Enfin, tous les compartiments étanches du navire doivent être éprouvés pour vérifier leur étanchéité.

La coque terminée, étanche, prête à flotter, doit enfin être livrée aux équipes de piqueurs et de peintres, les uns enlevant la calamine des tôles au marteau, à la gratte ou à la brosse, les autres recouvrant la surface propre d'une couche de peinture.

L'enlèvement de la calamine étant long et coûteux, on s'efforce à l'heure actuelle de faire usage de procédés nouveaux, tels que le sablage sec ou humide ou le nettoyage au chalumeau oxyacétylénique qui utilise les dilatations brutales produites par la flamme pour détacher la calamine.

## LE LANCEMENT

Afin de mettre à l'eau la coque, qui vient d'être construite, on procède à l'opération spectaculaire et bien connue du lancement. Elle consiste à faire glisser le navire jusqu'à la mer sur un ou plusieurs chemins de glissement.

Pour favoriser le glissement, le (ou les) chemins de glissement sont garnis de suif et de savon, et le navire repose lui-même sur des patins suiffés.

Le navire ayant été construit et reposant sur les tins, les opérations préliminaires au lancement consistent à faire passer l'appui du navire sur le (ou les) chemins de glissement et à supprimer les tins.

Deux méthodes de lancement principales sont utilisées, le lancement sur savate et le lancement sur coulisses latérales (1).

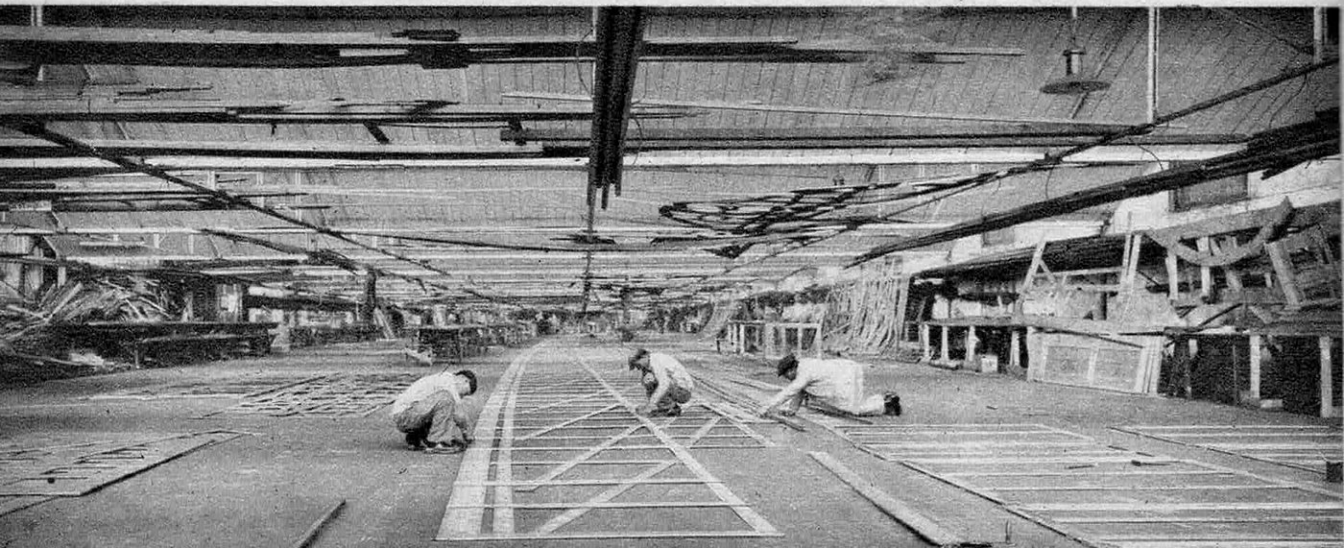
### 1° Lancement sur savate

Dans cette solution, la cale comporte trois glissières : une glissière centrale sur laquelle vient porter le poids du navire et qui, en principe, est seule à jouer un rôle, deux glissières latérales qui servent uniquement de guides destinés à empêcher un début de chavirement éventuel de la coque.

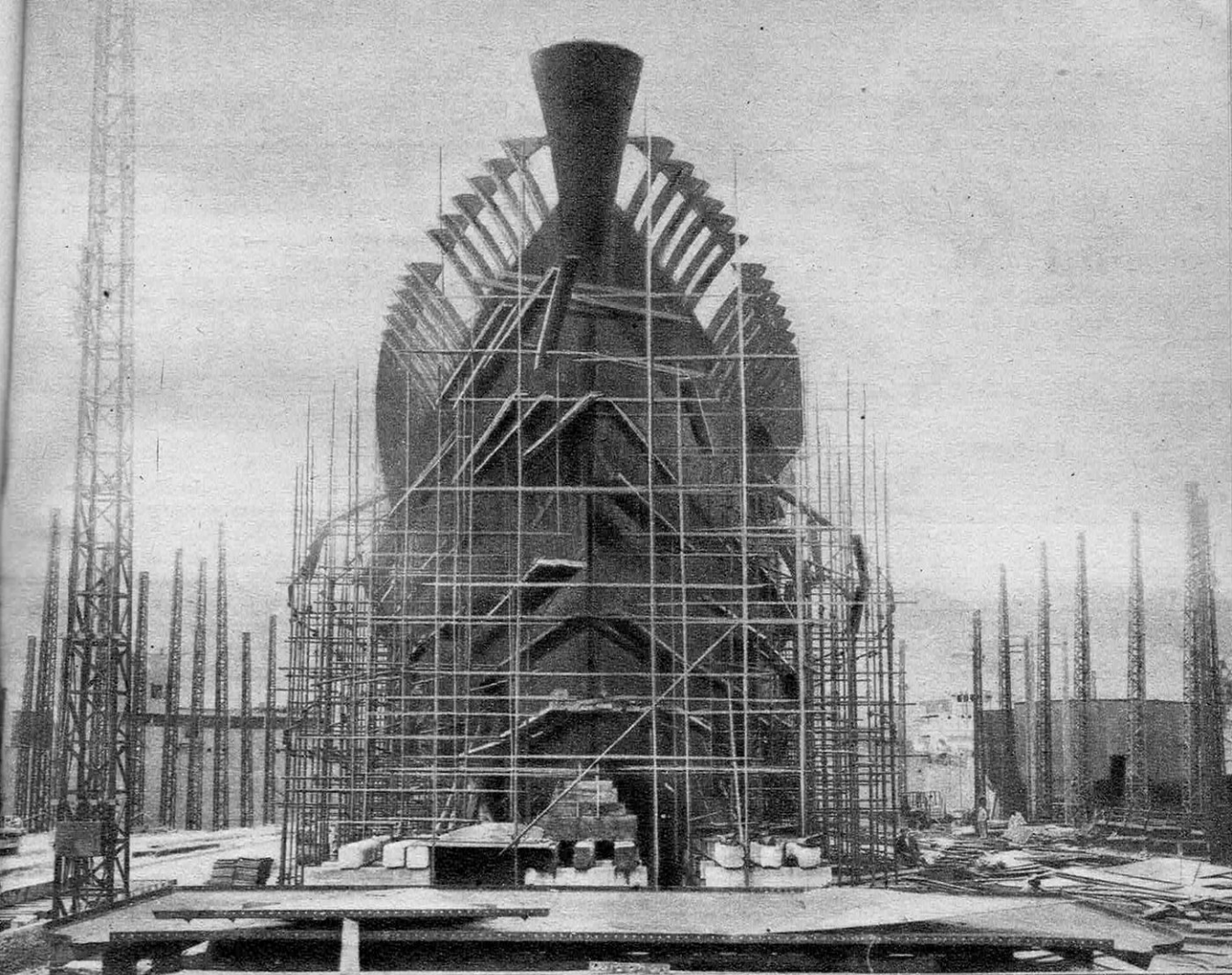
On construit au-dessous du navire une savate continue allant du talon de l'étambot jusqu'à l'étrave. Cette savate est constituée de pièces de bois avec écarts et reliée au navire par des rabans eux-mêmes tendus par des ridoirs. Cette savate se met en place par fractions de quelques mètres de long. Pour monter un élément, on démonte les chapeaux de tins qui se trouvent à l'endroit qu'il doit occuper et on les remplace par la savate. On fait alors un nouveau serrage au-dessous de celle-ci pour que le navire soit bien supporté, sur la partie correspondante. On procède ainsi de l'arrière à l'avant du navire jusqu'au moment

(1) On procède aussi parfois à des lancements par le travers. Ce procédé délicat et peu courant n'est en général employé que pour de très petits navires et lorsque l'espace disponible en face de la cale est très réduit.

Dans cette salle à tracer aux dimensions impressionnantes, des ouvriers relèvent des gabarits d'après le tracé en vraie grandeur qui a été fait sur le plancher même de la salle (Ch. et ateliers de St-Nazaire-Penhoët).







Cette photographie montre l'avant d'un navire sur cale (chalutier) à un stade déjà avancé de sa construction. La partie haute de l'étrave, en tôle, vient d'être mise en place, terminant le montage de l'ossature de la coque du navire.

où celui-ci repose tout entier sur la ligne des tins par l'intermédiaire de la savate. Juste avant le lancement, les tins sont démontés et remplacés par une coulisse suiffée que l'on vient à son tour serrer par des languettes de serrage placées au-dessous d'elle.

#### 2° Lancement sur coulisses latérales

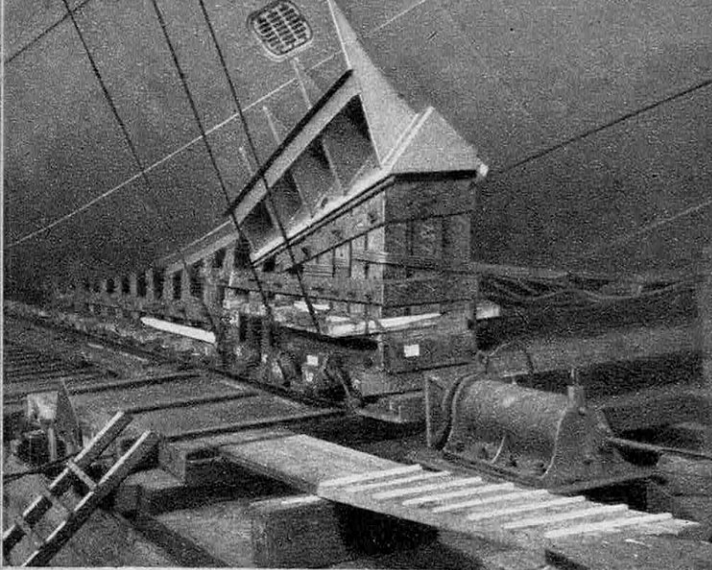
Dans ce mode de lancement, le navire glisse en s'appuyant sur deux glissières latérales. Les tins centraux ne sont démontés que juste avant le lancement et le navire continue à reposer sur eux. On monte le long du navire un berceau qui s'appuie directement sur la coque dans la partie centrale du navire et y est relié à l'avant et à l'arrière par des charpentes plus importantes.

Avant le lancement, on vient placer au dessous du berceau les semelles enduites de lubrifiant. On obtient le serrage des parties fixes sur les parties mobiles en battant des coins placés entre le berceau et la coulisse mobile. Le navire repose alors uniquement sur son berceau et au dernier moment on abat les blocs de soutien restants. Le navire

n'est plus alors retenu que localement, généralement par des éléments de tôle que l'on découpe au chalumeau au dernier moment, ce qui donne au navire la possibilité de glisser. Au moment où, par une méthode ou par une autre, le navire est libéré, il glisse sur la semelle fixe, aidé, si son démarrage s'avère difficile, par la poussée d'un ou deux vérins hydrauliques. Son mouvement s'accélère et il entre dans la mer l'arrière en premier. A ce moment, la poussée de l'eau soulève la partie immergée, le navire finit par ne plus glisser que sur la partie avant du berceau appelée « brion ». Le début de cette période est extrêmement critique et impose des surcharges locales très élevées dont il y a lieu de tenir compte dans l'étude du lancement et la réalisation du berceau.

La photographie de la page suivante montre la partie avant d'un berceau. On remarquera que celui-ci est soutenu par des éléments en tôlerie soudés à la coque, qui nécessiteront le passage du navire au bassin en vue de leur démontage.





On remarque sur cette photographie les rabans ou filins courant le long de la coque et soutenant le berceau ainsi que les languettes de serrage de la glissière. Tout à fait à gauche on voit une accore encore en place et qui sera enlevée au dernier moment, ainsi d'ailleurs que les tins de la partie droite de la photographie. On remarquera enfin, au premier plan, un vérin hydraulique.

Une des plus grandes difficultés consiste à régler la vitesse du navire. On peut utiliser à cette fin des masques placés à l'arrière de l'étambot ou faire traîner au navire des masses de chaînes, ou encore utiliser le dispositif des bosses cassantes dans lequel le navire est freiné par l'énergie nécessaire pour tendre les éléments de chaîne entre les ruptures de bosses successives.

Dans son ensemble, l'opération du lancement est délicate ; elle nécessite une étude approfondie des surfaces de glissement en contact, de la qualité et de l'épaisseur de la graisse, du savon ou des produits synthétiques employés, enfin des vitesses que prendra le navire pendant son parcours et des efforts qui se produiront.

Le lancement d'un grand navire nécessite le plus souvent l'attente d'une marée importante et est particulièrement délicat lorsque l'espace disponible en face de la cale où il peut évoluer est réduit. Ces différentes considérations ont amené à étudier un autre procédé nécessitant des travaux de génie civil plus importants, mais ayant peut être une sécurité plus grande. Il s'agit de la construction en cale sèche, où la mise à l'eau se fait sans glissement de celui-ci, par simple remplissage de la cale.

## CONSTRUCTION EN CALE SÈCHE

L'inconvénient de ce procédé est de nécessiter la construction d'une très grande cale immobilisée pendant un temps considérable. Une solution intéressante consiste à utiliser une cale comportant deux profondeurs différentes, le navire étant commencé dans la

Partie avant d'un berceau de lancement d'un pétrolier de 21 500 t. Il est soutenu par des filins tendus (rabans) qui courent le long de la coque. Des languettes assurent le serrage de la glissière. Le vérin hydraulique aidera le démarrage de la coque au lancement.

partie la moins profonde, maintenue à sec, et terminé à flot dans la partie la plus profonde.

La grande cale des Chantiers de la Loire comporte deux bassins de profondeurs différentes s'étendant parallèlement, séparés par une travée centrale sur laquelle peuvent circuler des engins de levage, en particulier une grue de 250 tonnes. Dans l'un, dont le sol est élevé, débute la construction du navire. Le passage au second bassin où s'effectue l'achèvement à flot se fait par dessus la travée centrale, après remplissage des bassins. La porte qui ferme les bassins est de forme semi-circulaire ; pour l'ouvrir, on la fait flotter, pour la fermer, on la remplit partiellement d'eau et on la coule.

C'est dans cette cale que le cuirassé Jean-Bart a été achevé.

## LES ASSEMBLAGES

Le lancement est terminé, et le navire a, suivant la terminologie consacrée, pris possession de son élément ; le voici, en face de la cale, haut sur l'eau, car il est presque vide encore, entouré de remorqueurs chargés de l'emmener au quai d'armement, et d'une flottille d'embarcations où des pêcheurs, d'un genre très spécial, s'efforcent de récupérer à l'épuisette ou à la main le suif entraîné par le navire et qui flotte à la surface de l'eau. La cale est vide, tous s'étant rendus au vin d'honneur, le navire s'éloigne de nous ; nous en profiterons pour dire quelques mots des travaux d'assemblage que nous n'avons jusqu'ici que mentionnés.

Deux méthodes sont employées à l'heure actuelle : le rivetage et la soudure. Très souvent d'ailleurs, les deux procédés sont utilisés conjointement.

La soudure présente deux avantages techniques essentiels à savoir la possibilité d'obtenir sans matage une étanchéité parfaite et la possibilité de supprimer les recouvrements et de nombreuses pièces de raccordement, ce qui conduit à une économie du poids d'acier et à l'obtention de coques lisses présentant une résistance à l'avancement plus faible.

Le rivetage se fait à la riveuse hydraulique ou par martelage pneumatique.

La soudure la plus couramment utilisée est la soudure à l'arc, mais il est fait aussi usage de soudure oxyacétylénique au chalumeau, de brasure et de soudure par résistance.

Parmi les procédés modernes, on peut signaler la soudure à l'hydrogène atomique, la soudure au crayon de carbone, la soudure à l'électrode métallique (« fusarc » Siemens) et la soudure automatique sous flux granulé.



## LA PRÉFABRICATION

Quel que soit le procédé employé, le rendement et la qualité du travail sont d'autant meilleurs que la position de l'ouvrier est plus favorable. Or, dans un navire en construction, le travailleur dispose souvent de peu de place et se trouve placé dans des positions peu commodes ; il doit en particulier travailler au plafond et supporter le bruit de son marteau, répercuté par les cloisons, ou les vapeurs dégagées par son électrode, qui n'ont pu être évacuées en totalité par les aspirateurs.

Il est donc intéressant au premier chef de réaliser le plus possible de travaux à l'atelier ou sur des aires de préfabrication.

Aux raisons mentionnées ci-dessus s'ajoute le désir de libérer le plus rapidement possible la cale de construction.

C'est de ces considérations qu'est née l'idée de fabriquer à l'atelier de grands éléments et de se contenter d'exécuter leur assemblage sur cale.

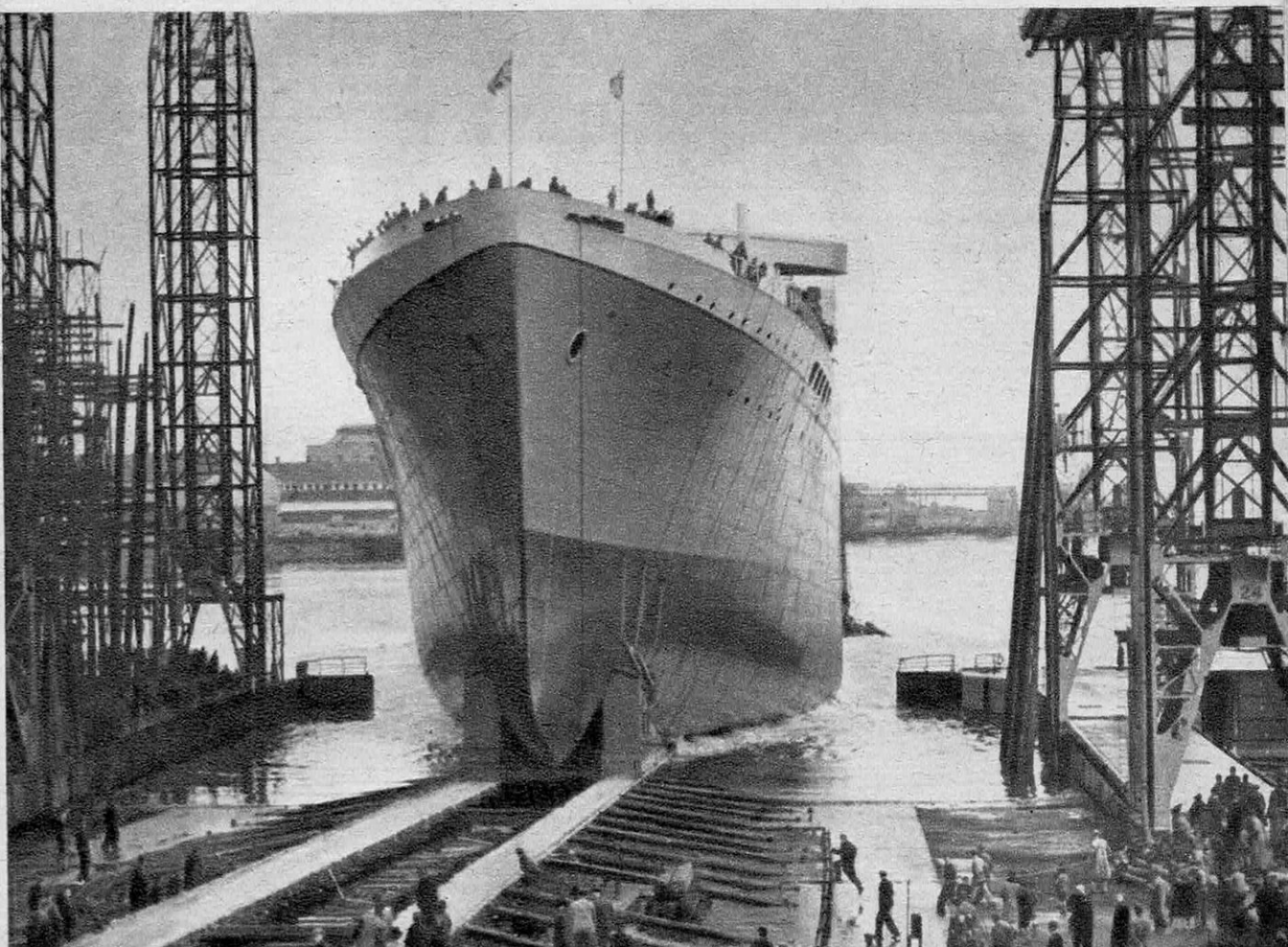
Cette méthode n'est concevable qu'à la condition d'utiliser des « positionneurs » plaçant de la façon la plus favorable la pièce à souder par rapport à l'ouvrier. A titre

d'exemple, citons des appareils permettant de retourner d'un bloc une cloison après exécution à plat d'une de ses faces, ce qui permet d'exécuter de façon commode le travail sur l'autre face.

Si les avantages de la préfabrication sont incontestables, il ne faut toutefois pas oublier que le passage de la construction traditionnelle à la préfabrication est souvent difficile. Les trois points de litige les plus fréquents sont : l'inaptitude des moyens de manutention habituels, à transporter les éléments préfabriqués de poids élevés ; la surface trop faible des aires de stockage, les dimensions trop réduites des portes et des lieux de passage.

La photographie page 158 montre en particulier la mise en place d'un barrot renforcé d'un type spécial. On notera que cette pièce, longue de 16,50 m, présentée sur le bordé du navire, s'y adapte avec une très grande précision ; les trous de rivets percés sur les goussets extrêmes de la poutre concordent avec ceux percés dans les membrures de bordé, ce qui fait ressortir la perfection des opérations préliminaires : traçage, usinage, assemblage sur les tables de soudure, et la qualité des cordons de soudure permettant d'éviter toute déformation.

Lancement du paquebot mixte **Edinburgh Castle**, de 28 700 tonneaux, 225 m de long, 24 m de large, propulsé par turbines à engrenages à double réduction, aux chantiers Harland et Wolff de Belfast, en décembre 1948.





## AU QUAI D'ARMEMENT

Une fois à l'eau, le navire est pris en charge par des remorqueurs qui l'amènent au quai d'armement. Cette opération, elle aussi, est souvent délicate. En effet, le lancement se fait en général, au moment d'une grande marée, c'est-à-dire à une période où il peut y avoir un vent assez considérable. Par ailleurs le navire a, à cette époque de sa construction, un tirant d'eau faible et est, en conséquence, très sensible à l'action du vent. Enfin, il est dépourvu de ses hélices et de son gouvernail, ou tout au moins hors d'état de s'en servir.

Arrivé au quai d'armement, le navire, s'il flotte, est cependant loin d'être achevé ; l'avancement, lors du lancement est d'ailleurs très variable et certains des travaux dont nous allons dire quelques mots peuvent avoir été faits sur cale.

De façon générale les travaux ci-après sont effectués au quai d'armement :

Achèvement des superstructures et construction de la cheminée ;

Mise en place des cloisons intérieures légères servant soit à limiter les locaux, soit à réaliser le cloisonnement d'incendie ;

Mise en place des installations propulsives comprenant les machines motrices (à vapeur ou à combustion interne), les chaudières et les auxiliaires des compartiments machines et des chaufferies (pompes, ventilateurs, compresseurs, turbo-soufflantes, ... etc.) ;

Installation des groupes électrogènes, des tableaux, des circuits électriques ;

Mise en place des auxiliaires de coque : guindeau pour la manœuvre des chaînes de mouillage, cabestan pour la manœuvre des aussières, appareil à gouverner, treuils pour

le chargement et le déchargement des marchandises ;

Installation des réseaux de ventilation, distribuant aux locaux de l'air à la température extérieure, ou du système de conditionnement d'air assurant l'alimentation de ces locaux en air à une température convenable. Installation du chauffage électrique, à vapeur ou à eau ;

Installation de la mâture et du gréement ;

Mise en place du bordage en bois des ponts, ou des revêtements divers ;

Equipped des passerelles, feux de navigation, T.S.F., sondeurs, baromètres, éventuellement radars ;

Equipped des postes d'évacuation : embarcations, bossoirs ;

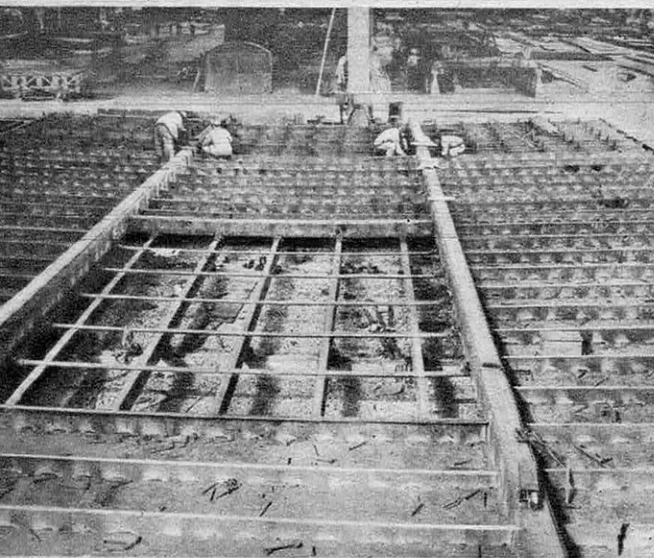
Enfin, installations domestiques, salons, salles à manger locaux décorés, cabines, salles de bain, etc... nécessitant beaucoup de soin et de propreté et qui doivent cependant être exécutées alors même que le reste du travail se poursuit.

Il y a d'ailleurs lieu de noter qu'aux travaux d'exécution et de mise en place mentionnés ci-dessus viennent s'ajouter les vérifications, les contrôles et les essais d'appareils et d'auxiliaires de toutes sortes.

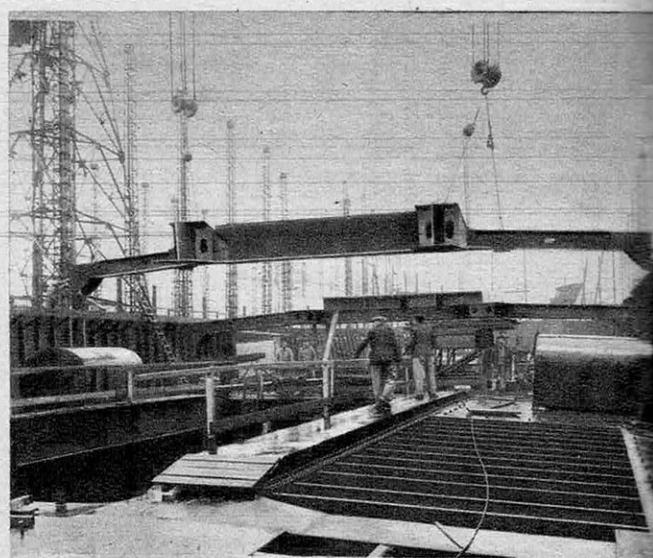
Un navire au quai d'armement est une véritable fourmière où toutes les corporations collaborent dans la fièvre.

Avant de partir aux essais, le navire passe en général au bassin de radoub. Au cours du séjour qu'il y fait, sa carène est nettoyée, et on procède à la mise en place du gouvernail et des hélices.

Enfin, le navire est fini et, saluant de sa sirène le chantier créateur, il va vers son destin de mer.

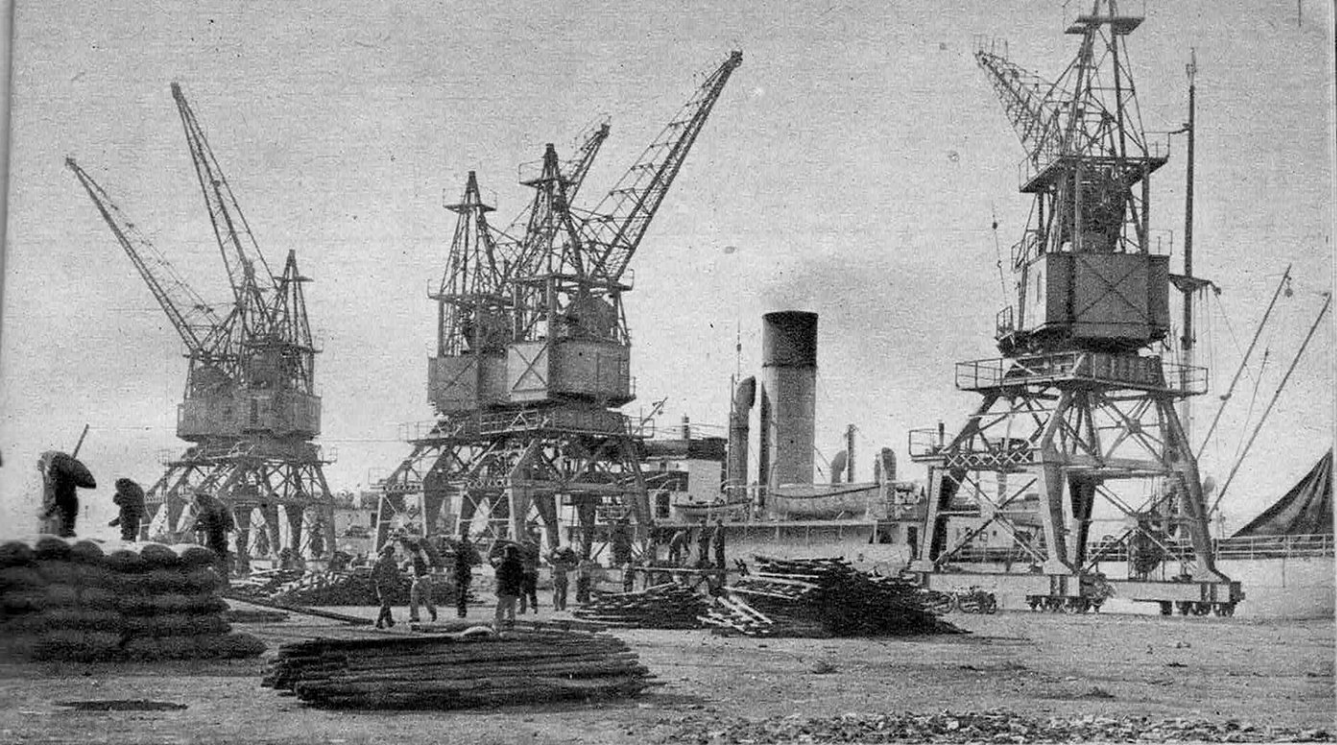


Préfabrication à l'atelier de soudure d'un élément de pont du cargo MITIDJA aux Chantiers navals de La Ciotat.



Mise en place d'un barrot préfabriqué de 10 t pour un cargo de 3 300 tonnes aux Chantiers de la Loire.





GRUES DE 3 A 5 TONNES EN ACTION SUR LA TRAVERSE DE LA MADRAGUE AU PORT DE MARSEILLE.

# MANUTENTION DANS LES PORTS

par Jean LARRAS

*Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées,*

*Directeur du Port d'Alger.*

**L**E trafic maritime comporte essentiellement trois catégories de marchandises : petits colis de « marchandises diverses », en grand nombre et faciles à manipuler, pièces lourdes isolées, et « marchandises en vrac » opérées en grosses masses. L'équipement des quais dépend donc des conditions spéciales de transport et de répartition de ces trois catégories de marchandises dans le port considéré.

Si le port se trouve (comme la plupart des ports des Etats-Unis d'Amérique) au sein même d'énormes centres de production et de consommation, l'importance exceptionnelle du trafic permet d'opérer systématiquement par bateaux entiers à cargaison homogène.

Le port comporte alors :

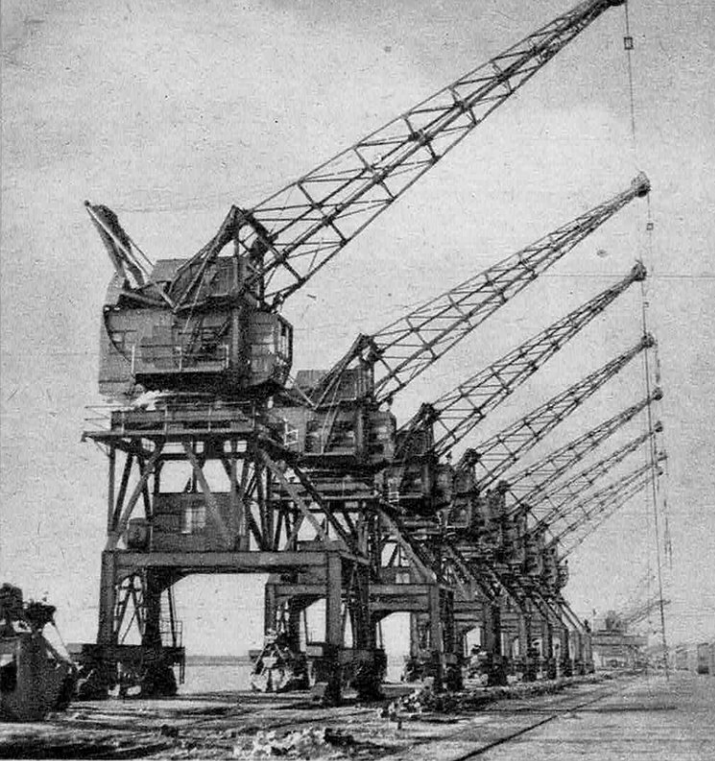
1° des installations spéciales pour cargaisons de petits colis de « marchandises diverses », avec des appareils légers de manutention mécanique et peu de dessertes par voie ferrée puisque la majeure partie du trafic relève bien plus du camionnage urbain que du transport ferroviaire à distance.

2° des installations hautement spécialisées pour cargaisons de « marchandises en vrac », avec de multiples dessertes par voie ferrée pour gros wagons à pondéreux ;

3° de gros engins facilement transportables d'un bout du port à l'autre, donc des engins flottants, pour la manipulation des pièces lourdes.

Si le port se trouve (comme la plupart des ports d'Europe) à distance des plus grands centres de production et de consommation, les échanges sont beaucoup plus diversifiés et l'on opère surtout par cargaisons hétérogènes de « marchandises en vrac », de pièces lourdes et de « marchandises diverses » dans les différentes cales d'un même navire. Il faut alors beaucoup de voies ferrées pour les transports à distance, beaucoup de wagons à toutes fins pour ces transports, et pas mal d'engins de levage de puissance moyenne (donc de grues) pour le travail à volonté de « marchandises en vrac », de pièces lourdes ou de petits colis de « marchandises diverses » sur le même navire (sans exclure pour autant





Grues Weliman de 6 t de force de levage, en service à Bassens-amont (Port autonome de Bordeaux).



Une grue électrique, capable de soulever un chargement de 20 tonnes, sur un quai du port de Rouen.

les installations spéciales à pondéreux et les engins de levage de grande puissance lorsque l'importance du trafic le justifie).

Cette tendance à la multiplication des voies ferrées et des engins de levage de puissance moyenne est plus particulièrement nette dans les ports gagnés sur la mer. On se trouve, en effet, bridé dans ces ports par de tels travaux de protection contre les tempêtes qu'il faut des milliards de dépenses supplémentaires pour tout nouveau kilomètre de quai. On trouve alors tout avantage à placer le maximum d'outillage mécanique puisqu'on peut doubler ou tripler la capacité générale de travail du port pour le même prix que 10 à 15 % seulement des dépenses d'agrandissement finalement évitées.

L'avantage n'est plus aussi net et peut même disparaître lorsqu'il n'en coûte pas bien cher de construire de nouveaux postes à quai (comme dans les grands ports d'estuaires des Etats-Unis). Et c'est pourquoi l'on trouve finalement moins de grues de quai, et même de voies ferrées, dans les ports d'Amérique que dans les nôtres.

On constate cependant aux Etats-Unis d'Amérique une évolution (bien timide encore) vers certaines de nos méthodes européennes d'exploitation des ports, car le manque de place commence à se faire sentir, aussi, chez eux. A l'inverse, nos pays d'Europe s'orientent de plus en plus vers l'emploi du même petit outillage mobile que dans les grands ports américains, partout où la spécialisation croissante du trafic des petits colis de « marchandises diverses » y conduit.

## GRUES DE QUAÏ

Une grue de quai, c'est schématiquement un bras orientable (appelé flèche), avec un treuil sous cabine, sur un bateau ou sur un portique qu'on peut mouvoir, à cheval sur une ou plusieurs voies ferrées, le long d'un quai.

La plupart des grues de quai sont à translation horizontale de charge, ce qui veut dire que la charge ne monte ni ne descend lorsqu'on fait varier la portée de la flèche au cours même d'une manœuvre.

Les caractéristiques de ces engins diffèrent peu d'un port du monde à l'autre, et le Ministre des Travaux publics les a, en fait, normalisées pour le rééquipement de nos ports saccagés pendant la guerre : force de levage, 3, 6 ou 12 tonnes ; portée maximum de la flèche, 22 mètres ; portée minimum 8 mètres ; vitesse d'orientation, 1 tour en 20 à 40 secondes ; vitesse de translation le long du quai, 0,5 m/s ; vitesse de levage, 0,8, 1,2 ou 1,6 m/s ; courant triphasé 400 volts.

L'extrémité du câble de levage ne porte généralement qu'un crochet, soit qu'on lève les colis un à un, soit qu'on les réunisse à plusieurs, sous le nom de « palanquée » ou d'« élinguée », dans un cadre en bois, dans un filet souple, dans un filet rigide ou sur un plateau.

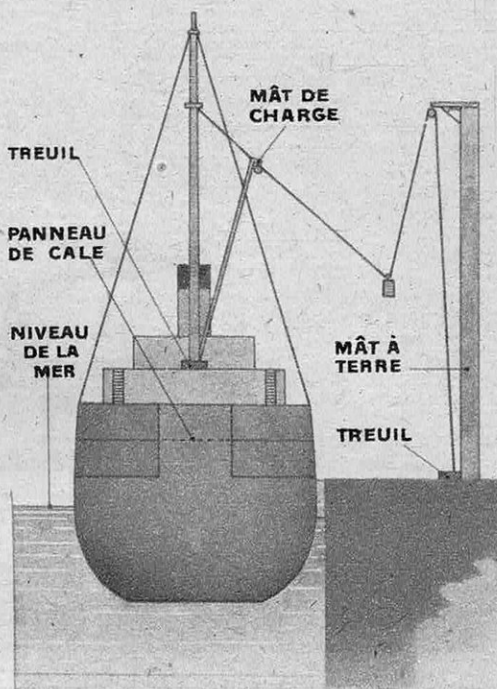
On ne peut opérer qu'une vingtaine de tonnes de « marchandises diverses » par panneau de cale et par heure lorsqu'on constitue rapidement des « palanquées » légères à la demande entre deux coups de grue sur la base habituelle (et d'ailleurs difficile à

dépasser) de 25 à 30 coups de grue à l'heure. Lorsqu'on veut accroître le débit en utilisant mieux la puissance de levage des grues, on groupe les colis à l'avance sur des plateaux d'un mètre carré appelés « palettes » (U.S.A.), sur des chariots légers de 3 m<sup>2</sup> appelés « skids » (Afrique du Sud) ou dans des caisses de 1 à 16 m<sup>3</sup> appelées « containers » (France). On multiplie ainsi le débit horaire par 3 ou 4 avec un prix de revient légèrement moindre, malgré les frais de groupage préalable et d'appareils spécialisés.

L'équipement normal d'un port comporte une grue de quai par cale à desservir, c'est-à-dire une grue par 30 mètres de quai environ.

## PORTIQUES

Le rendement des grues de quai n'est généralement pas suffisant pour les marchandises pauvres en grandes masses, même lorsqu'on ajoute des bennes preneuses ou des bennes rondes à crochet. On emploie donc pour les charbons et minerais des appareils spéciaux, appelés portiques, qui peuvent lever jusqu'à 10 ou 12 tonnes dans une même benne.



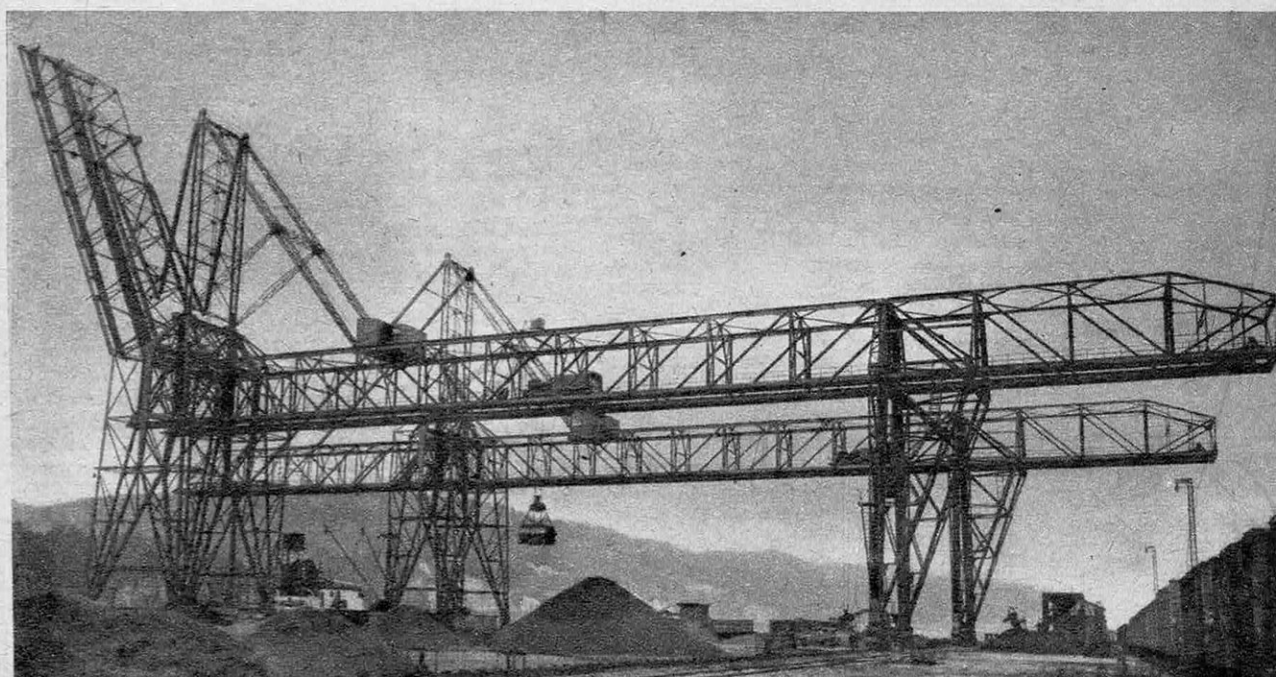
Chargement ou déchargement au treuil et au mât de charge par la méthode du colis volant. L'un des treuils tire le câble tandis que l'autre rend.

Un portique, c'est essentiellement une poutre à treillis sur 4 pieds, qui va de l'aplomb de la cale du navire jusqu'à parfois plus de 100 mètres à l'arrière du quai, et sous laquelle court la cabine de manœuvre d'une grosse benne preneuse automatique suspendue par des câbles. La partie de la poutre qui se trouve en porte-à-faux sur la cale au-delà du quai peut se lever ou se baisser à volonté pour permettre l'accostage ou le départ du navire. Le portique peut également se mouvoir le long du quai et faire balayer ainsi par la benne d'énormes surfaces de stockage.

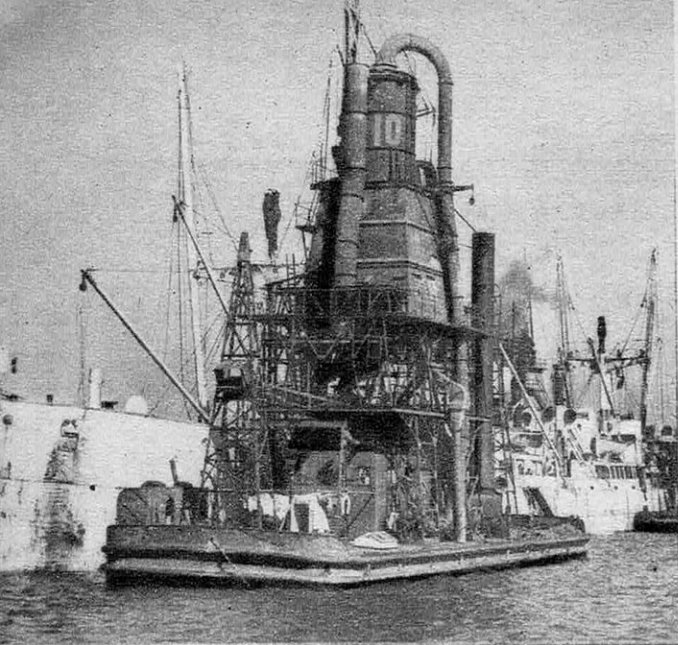
Le portique est un engin nettement plus coûteux et plus lourd que la grue de quai

de même force. Il peut débiter facilement 80 tonnes de charbon à l'heure avec un nombre pratiquement infime d'ouvriers, et ce grand rendement compense très largement son prix pour un trafic annuel suffisamment élevé. Aussi le portique constitue-t-il vraiment l'engin-type des postes à quai spécialisés qui font de grands trafics annuels de marchandises pondéreuses pauvres.

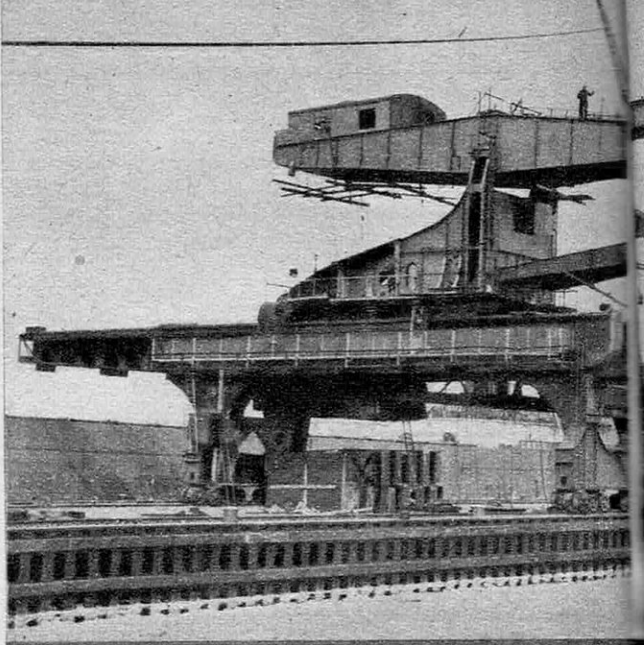
Ces portiques roulants, de 12 tonnes et de 138 mètres de long, que l'on voit ici en position d'avant-bec relevé sont utilisés pour le déchargement du charbon et sa mise en tas sur les aires de stockage (Applevage).







Déchargement de céréales amenées par un Liberty ship dans le port de Rotterdam au moyen d'aspirateurs pneumatiques flottants à très grand débit (Phot. Anefo).



Deux grandes machines spéciales pour le déchar Minnesota par les navires des Grands Lacs ont été Toledo (Etats-Unis). Chacune d'elles est capable

## MATÉRIELS SPÉCIALISÉS DIVERS

**Minerais.** — Certains grands ports à minerais d'Amérique disposent de variantes extrêmement puissantes du portique ordinaire, qu'on appelle appareils Hulett ou Wellman. Leur poutre est à âme pleine, avec la cabine en dessous, et l'on manœuvre la benne par bras articulés au lieu de câbles. On peut enlever ainsi jusqu'à 17 tonnes de minerai à la fois et charger ou décharger jusqu'à 1 000 tonnes par heure et par appareil sur les navires qu'on a spécialement conçus pour travailler avec ces engins.

On peut même aller beaucoup plus vite au chargement en basculant les wagons de minerai d'un seul coup dans des silos d'où l'on plonge par de larges tubes, appelés goulottes, dans les cales du navire. Les grands basculeurs à wagons débitent jusqu'à 1 500 tonnes par cale et par heure, et l'on peut charger alors des navires de 10 000 tonnes en moins d'une journée lorsqu'on dispose de réserves suffisantes en silos.

**Charbons.** — Les Américains se servent aussi du basculeur de wagons pour le chargement des charbons, mais ils emploient surtout, sous le nom de « gantry towers », des portiques dans lesquels on raccourcit le plus possible la distance entre pieds pour allonger le porte-à-faux de l'avant-bec à l'extrême. La cabine de commande est alors fixe et la benne reste seule à courir sous la poutre horizontale de l'engin. Le « gantry tower » doit à cette fixité de la cabine d'être plus léger, et de pouvoir, par suite, travailler plus économiquement et plus vite que le portique à charbon classique de même capacité. Mais il ne permet pas la mise en stock du charbon par balayage d'aires étendues entre les pieds,

et il ne convient par suite qu'aux pays riches en wagons, pouvant s'offrir le luxe de ne pas s'encombrer de stocks.

**Grains.** — On charge ou on décharge les grains au moyen de norias (à grand débit) ou d'aspirateurs pneumatiques. Ces derniers consomment plus d'énergie mais ont un fonctionnement plus souple, débarrassent les grains sales de leurs poussières, et les rafraîchissent lorsqu'ils viennent de s'échauffer en tas.

Le rendement de ces outillages spécialisés est de l'ordre de 40 à 50 tonnes à l'heure par appareil.

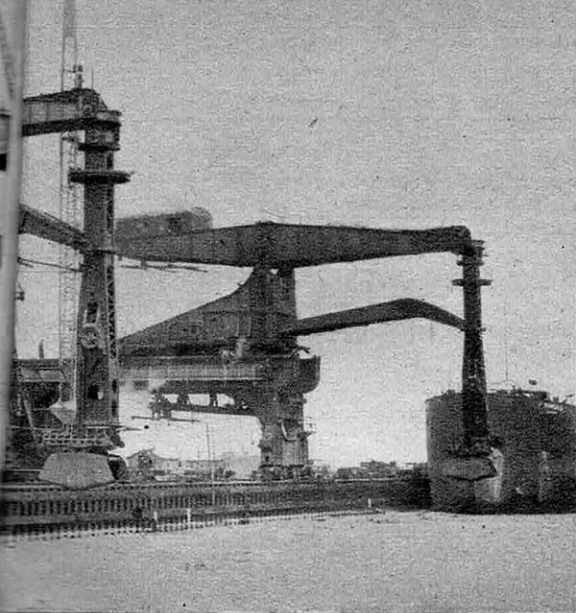
La manutention à terre des grains en vrac s'effectue en wagon-benne ou en silo. Les silos à grains des ports ont le plus généralement 30 000 tonnes de capacité.

**Engrais.** — Les engrais (phosphatiques ou potassiques) sont plus fragmentés et moins denses que les minerais. On peut donc les faire passer du navire au silo (ou inversement) par des tapis roulants à grande vitesse. Ces engrais peuvent être ainsi transportés jusqu'à 300 ou 400 mètres, ce qui permet d'écarter les silos des quais où ils généraient les navires.

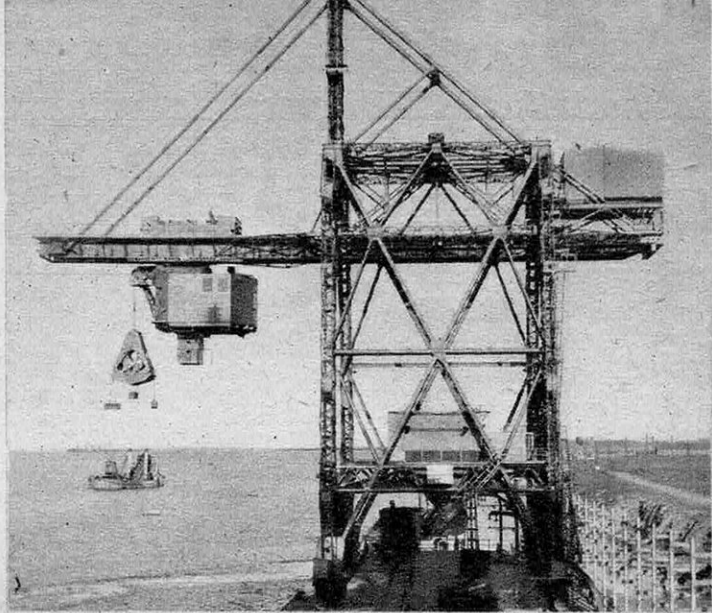
Les courroies ont de 1 à 2 m de largeur et leur vitesse d'avancement et de l'ordre de 1,5 à 3,5 m/s. Leur débit peut atteindre 200 à 300 tonnes à l'heure.

Le rendement des bonnes installations modernes est de l'ordre de 600 et même 1 000 tonnes à l'heure, ce qui permet d'opérer un navire ordinaire en une seule séance de travail. Il existe des appareils analogues pour le sel et le charbon.

**Fruits et légumes.** — On n'a pas encore mis définitivement au point la meilleure technique de manutention des petites caisses de fruits



ment des minerais de fer transportés des mines du  
tallées par le Baltimore and Ohio Rd au port de  
décharger 30 tonnes de minerai par minute.



Une « gantry tower » pour le déchargement du charbon.  
Celui-ci est déversé directement dans les wagons  
circulant entre les pieds du portique (Stolbert et Pitt).

et légumes, en dehors du chargement sur « skids » dont nous avons parlé plus haut à propos des grues de quai. Mais il convient de signaler l'emploi, dans certains ports, de tapis mécaniques orientables et de norias à poches de grosses toiles qui peuvent débiter jusqu'à 1 500 cageots ou caissettes de fruits et légumes à l'heure.

**Ferrailles.** — On opère la ferraille à la grue, soit avec une benne à griffes, soit avec un électroaimant pourvu — le cas échéant — de griffes.

**Bois.** — On opère le bois à la grue, soit avec un câble qui forme nœud coulant, soit avec une benne spéciale qui prend les madriers et rondins par paquets.

**Liquides.** — Le prix de plus en plus élevé des emballages, de leur manutention et de leur retour à vide fait qu'on manipule de plus en plus les liquides par pompage dans des citernes et tuyaux. Ceci permet en outre de dégager les quais en éloignant les dépôts-citernes à terre.

La méthode est maintenant tout-à-fait au point pour l'essence, le gasoil, le mazout et l'huile de graissage. Elle entre, d'autre part, de plus en plus dans les mœurs pour le bitume, le goudron, l'huile d'alimentation (arachide, coton) et le vin.

**Pièces lourdes.** — On opère généralement les pièces lourdes au ponton-mât, comme on le verra plus loin. Mais il n'est pas rare que les grands ports disposent d'une ou de plusieurs grues extrêmement puissantes, le long d'un poste à quai spécial, pour la manutention de grosses pièces lourdes comme les locomotives, les alternateurs, les chaudières ou les wagons.

L'engin peut être un bras orientable pendu à un bâti tripode ; on l'appelle alors un derrick. Ce peut être également une grue d'un type analogue, quoiqu'en beaucoup plus robuste, aux grues de quais ordinaires.

Les gros engins spéciaux à terre peuvent généralement lever de 20 à 50 tonnes, mais il en existe plusieurs de par le monde de 100 et même de 150 tonnes.

## MATÉRIELS FLOTTANTS DIVERS

Le transbordement des « marchandises en vrac » de navires maritimes à navires fluviaux ou à caboteurs peut absorber une grosse part de l'activité d'un port, spécialement aux débouchés maritimes des grands réseaux de navigation intérieure, tels que Rouen, Rotterdam ou Hambourg.

Le port dispose alors de grues flottantes, de chalands aspirateurs à grains et de pompes flottantes à essence ou à vin, pourvus chacun d'une génératrice autonome de force motrice.

Les grues flottantes n'ont pas d'aussi grandes portées que la grue de même puissance à terre, car il faut éviter le chavirement du ponton lorsqu'on travaille par le travers. On allège d'autre part le mécanisme en ne faisant pas varier la portée en cours du travail, mais au repos seulement.

Les grosses grues flottantes pour manutentions courantes ont 10 à 12 tonnes de puissance avec un ponton de 10 à 12 mètres sur 40 m : leur débit est de l'ordre de 60 tonnes à l'heure pour le charbon.

Pour les pièces lourdes comme les locomotives ou les wagons, on se sert généralement de gros pontons-mâts des chantiers de travaux publics du port qui peuvent lever de 50 à 150 et même 300 à 400 tonnes à la fois.



## MATÉRIELS LÉGERS POUR " MARCHANDISES DIVERSES "

« Fork-lift truck ». — Le fork-lift truck, dont les Américains font un si large usage, est le plus intéressant et le plus moderne de ces appareils. C'est un chariot automoteur (truck) muni de longues fourches (forks) qu'on peut lever ou descendre à volonté le long de glissières verticales (lift). Le conducteur fait avancer l'engin pour glisser les fourches sous la charge à quelques centimètres au dessus du sol, conduit le chariot au point de déchargement voulu, y fait reposer la charge (sur le sol, sur d'autres colis, ou sur une plateforme de wagon ou de camion) et recule enfin pour dégager les fourches puis revenir au point de chargement.

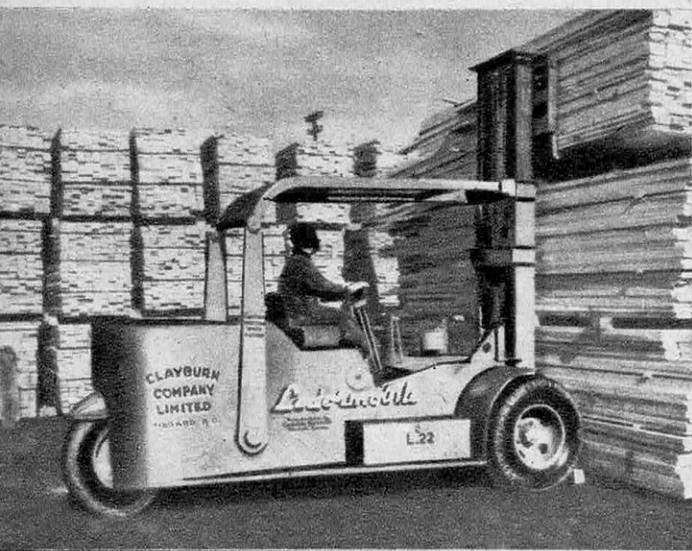
Le « fork-lift truck » peut circuler à la vitesse de 9 km/h sur un sol parfaitement uni et peut pivoter aisément dans les coins les plus encombrés des hangars. Les plus grands modèles peuvent porter jusqu'à 6,5 tonnes de charge et lever les colis jusqu'à 5,25 m de haut. Les modèles les plus courants peuvent porter 1,8 tonnes de charge et lever les colis jusqu'à 4,20 m de haut.

Le « fork-lift truck » manipule les marchandises les plus diverses, mais son plus grand succès et son véritable emploi consistent en la manipulation des petits colis par « palettes » préparées à l'avance. Ce sont des plateaux de bois numérotés sur lesquels on empile les colis ou les caisses par blocs. Elles permettent d'accélérer beaucoup la manipulation des petits colis, puisqu'on en prend une à deux tonnes d'un seul coup ; de simplifier le pointage et l'identification des colis ; d'atténuer la casse par chocs et par chutes.

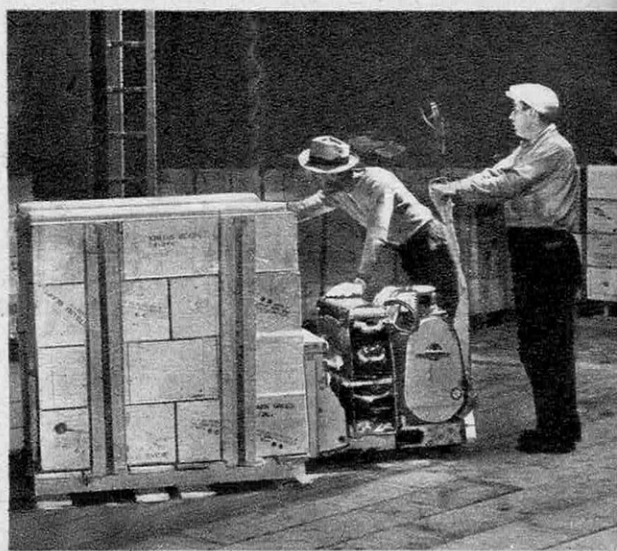
Trains de chariots. — On n'a pas intérêt à transporter les marchandises au « fork-lift truck » à plus de 70 à 80 mètres. Au-delà, on se sert de chariots remorqués par trains de 6, 8 et même 12 unités, analogues à ceux des grandes gares. Mais le train de chariots perd à son tour ses avantages par rapport au wagon et au camion à partir de 1 500 à 1 600 mètres de distance.

Transporteurs. — Le transporteur le plus élémentaire se compose d'une série de rouleaux parallèles de 0,30 à 0,45 m de largeur. Ces « convoyeurs à rouleaux » se démontent par éléments (droits ou courbes) de 3 m de long qu'on dispose entre les deux points à desservir, et l'on pousse la marchandise à bras le long du trajet sans fournir d'autre effort musculaire que celui nécessaire pour vaincre la faible résistance au roulement des rouleaux ; la pesanteur peut du reste remplacer aisément l'effort de l'homme lorsqu'on donne une pente légère au transporteur. Le « convoyeur à rouleaux » ne convient qu'à des colis ou des sacs d'une soixantaine de kilogrammes au plus, mais on peut l'utiliser dans les coins les plus encombrés où l'on ne pourrait songer ni au « fork-lift truck » ni au chariot, comme, par exemple, à l'intérieur même des navires.

Les transporteurs à courroies continues, à chaînes de plateaux ou à files de godets, mues par un moteur, représentant la forme la plus évoluée des transporteurs modernes. Ils donnent toujours une grosse impression de vitesse, mais leur rendement horaire n'est pas toujours en rapport avec cette impression purement subjective, et l'on ne doit pas oublier dans les décomptes de frais les temps morts pour montages et démontages ni l'obligation d'avoir un homme à chaque bout.



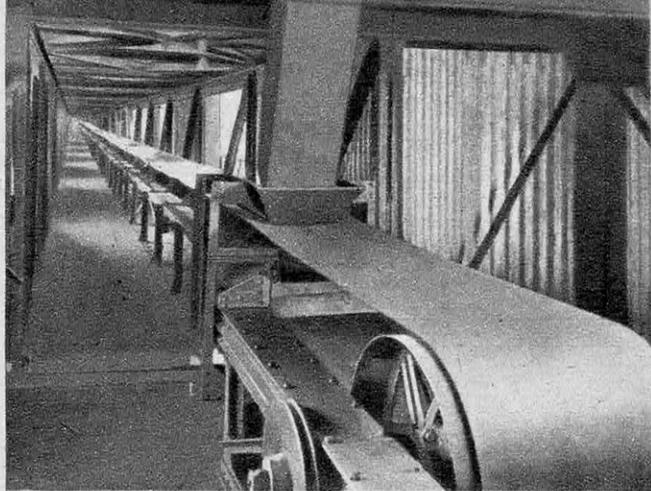
Les chariots électriques élévateurs (fork-lift trucks) facilitent le transport et le gerbage des colis (Clayburn).



Chariots électriques maniables pour manutentionner les marchandises dans les cales (Automatic).



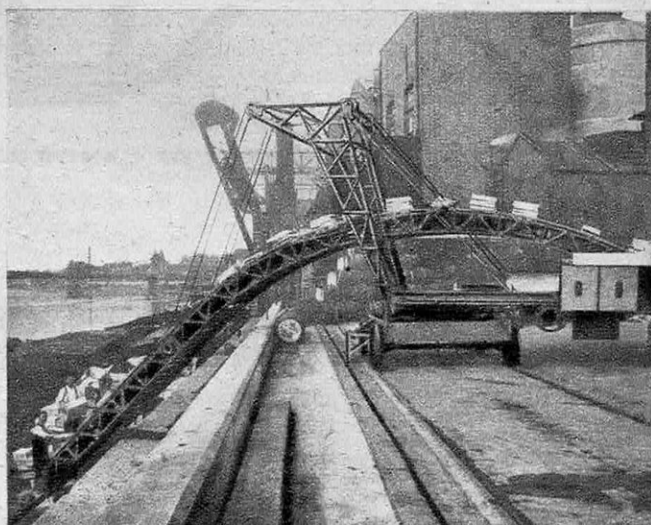
UN CONVOYEUR DÉMONTABLE A ROULEAUX.



TRANSPORTEUR POUR CHARBON (APPELVAGE).



APPAREIL A « GERBER » POUR PILE DE SACS.



CHARGEMENT DE PETITS COLIS (TR. SIMPLEX).

## MATÉRIELS DIVERS

Nous ne parlerons pas ici des glissières, des goulottes, des chariots à bras, des monte-charge, des élévateurs à main, des crics ou des diables, car ce sont des engins d'un emploi absolument universel en dehors des ports. Mais il convient de signaler dans cette revue générale :

— Les grues automotrices sur chenilles ou sur roues, qui permettent de lever des colis de 1 à 5 et parfois 10 tonnes en n'importe quel point du port ;

— Les chariots transbordeurs spéciaux, qui permettent la manutention des « skids » à terre dans des conditions voisines de celles du transport des « palettes » ;

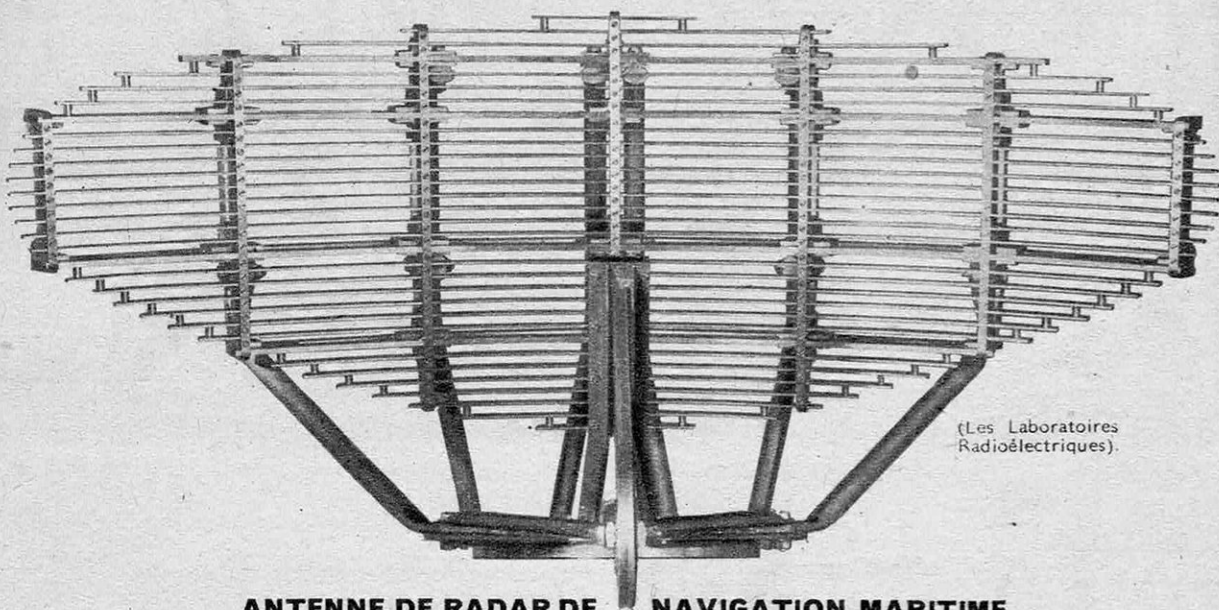
— Les « straddle trucks », qui permettent d'enjamber un gros paquet de bois, de rondins, de tuyaux ou de rails et de le lever d'un seul bloc ;

— Les appareils à gerber et les élévateurs mobiles qui permettent de hisser des caisses ou des sacs tout au sommet des grandes piles

de marchandises, par des courroies continues à taquets ou par des chaînes de plateaux, là où le « fork-lift truck » ne peut plus rien hisser.

Tout est question de prix de revient en matière de manutention dans les ports, car tout franc gagné par tonne porte immédiatement sur des millions de tonnes par an. On a pu estimer que, mises à part les marchandises en vrac, la manutention entre pour un tiers dans les dépenses totales du navire. La longueur des escales est d'autre part essentiellement fonction de la manutention. De son fait, les séjours d'un cargo dans les ports dépassent largement le temps passé en mer et atteignent parfois le double. Toute réduction permet d'accroître le nombre de rotations du navire et par suite les recettes et de réduire le prix de revient du transport. L'outillage des ports, très rudimentaire il y a vingt ans, en dehors des grues, est aujourd'hui bien au point et se perfectionne sans cesse en vue d'augmenter le rendement de la main-d'œuvre tout en diminuant les efforts qui lui sont demandés.





(Les Laboratoires  
Radioélectriques).

**ANTENNE DE RADAR DE NAVIGATION MARITIME**

# LA RADIO ET LA MARINE

par Raymond HERMANN

**D**ES son apparition, à la fin du siècle dernier, la radio a été accueillie avec enthousiasme par la marine. Jusqu'alors les communications des navires ne s'établissaient qu'à vue, la navigation en haute mer reposait sur les observations astronomiques, l'emploi de la boussole et, près des côtes, sur la vue des terres, des amers, bouées, balises, phares, et sur la mesure des fonds avec la ligne de sonde. Ces moyens avaient été perfectionnés et développés, mais leur insuffisance était manifeste. Par temps couvert, il était impossible de faire le point ; le cap tenu à la boussole ne tient pas compte des courants ; dans la brume, que les phares les plus puissants ne perçent qu'à très faible distance, le seul recours contre les collisions était l'emploi de signaux sonores, dont étaient également munis certains récifs. Un navire en détresse et hors de vue ne pouvait attendre de secours que du hasard.

La navigation s'accompagnait de longs retards et d'une grande insécurité, et l'insuffisance de ses moyens techniques était rendue de plus en plus sensible par l'usage de la vapeur et le développement des relations maritimes ; les pertes dues aux retards et aux sinistres augmentaient avec le capital investi dans le navire et dans sa cargaison.

La radio, secondée par l'électronique, a

donné aux navires, par tous les temps, et en tous lieux, la voix, l'ouïe, la vue et le sens de l'orientation ; elle permet aux bâtiments de communiquer avec la terre, aussi bien qu'entre eux, elle apporte des solutions efficaces aux problèmes de la navigation : faire le point, tenir le cap, éviter les obstacles, entrer au port et en sortir, sonder ; elle permet d'organiser la sauvegarde des vies humaines en mer.

## COMMUNICATIONS MARITIMES RADIOTÉLÉGRAPHIQUES ET RADIOTÉLÉPHONIQUES

Des liaisons remarquables furent établies avec les navires, dès l'origine de la radio, il y a une cinquantaine d'années. Les premiers moyens de la technique, avant le développement des tubes à vide, font maintenant figure d'ancêtres vénérables : émetteurs à ondes amorties et récepteurs à cohérences qui détectaient sans amplification préalable ; ils assurèrent pourtant aisément des portées considérables. Les circonstances y ont aidé. On ne savait alors produire que des ondes longues ou moyennes, et leur emploi est facile à bord des navires : les mâts permettent la pose économique d'antennes bien dégagées ; les coques métalliques, immergées dans

la mer (mille fois plus conductrice qu'un sol moyen) fournissent immédiatement une excellente « prise de terre » ; il en résulte un bon rendement d'antenne, aux moindres frais. Il se trouve également que les ondes longues et les ondes moyennes se propagent remarquablement bien sur la mer en raison de ses qualités conductrices : les ondes rayonnées ne s'amortissent que lentement, et par conséquent les communications à moyenne distance sur mer s'accroissent de puissances réduites à l'émission et de faible sensibilité à la réception.

Le développement de la technique, et notamment l'introduction des tubes à vide à partir de la guerre 1914-1918, a permis un meilleur emploi des ondes longues et moyennes ; il a autorisé l'usage des ondes de plus en plus courtes ; l'exploitation ne s'est plus cantonnée à la télégraphie manuelle ; les navires ont pu utiliser la radiotéléphonie, la télégraphie automatique, la transmission de fac-similé.

Les conditions de propagation des ondes hertziennes déterminent leur utilisation par la marine.

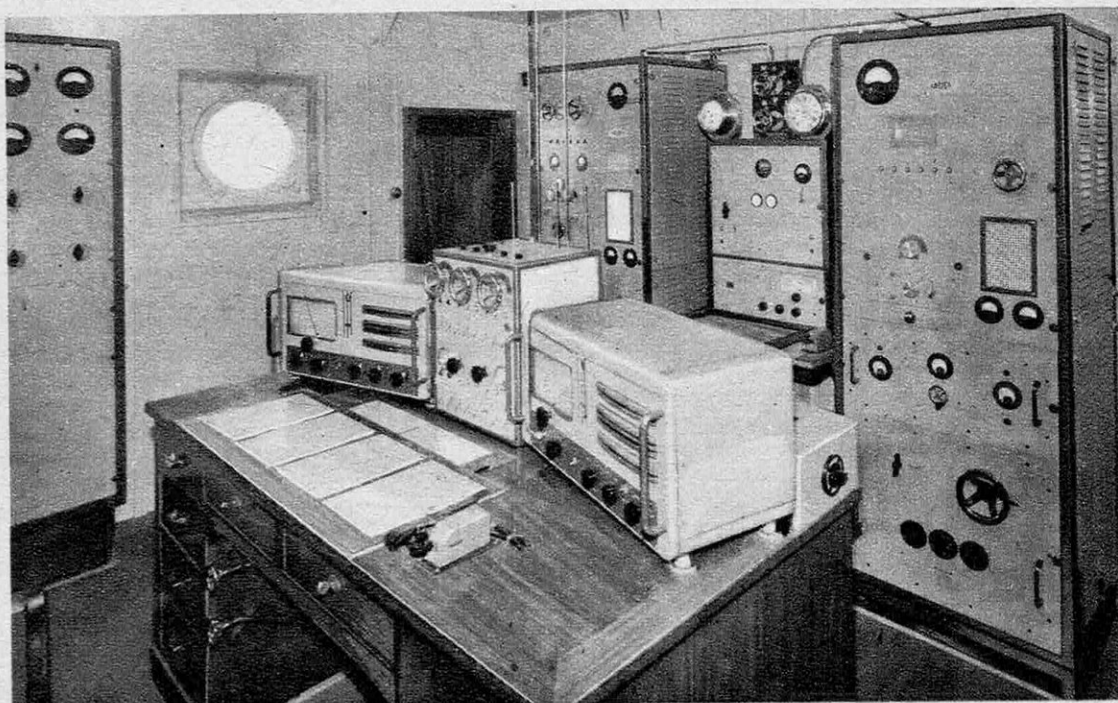
Les ondes longues sont utilisables pour les communications à grande distance ; elles s'affaiblissent très lentement sur mer, et donnent des résultats sensiblement équivalents en toute saison et à toute heure ; en revanche elles exigent des antennes importantes, et leur bande de fréquences est

étroite ; peu de communications peuvent s'échanger simultanément sur ondes longues sans brouillage. Elles sont utilisées par peu de navires ; nous verrons que les ondes courtes offrent davantage d'intérêt pour les grandes portées.

Les ondes moyennes conviennent remarquablement aux distances modérées, approximativement jusqu'à 1 000 milles ; elles se propagent d'ailleurs à plus grande distance la nuit que le jour, et cet effet est d'autant plus sensible que leur longueur d'onde est plus faible ; leur bande de fréquences est large, et la partie qui en est allouée aux mobiles maritimes permet l'établissement simultané d'assez nombreuses communications. La dimension optimum des antennes correspond bien aux possibilités qu'offrent en général la hauteur et l'espacement des mâts. La plupart des navires font surtout usage d'ondes moyennes en radiotélégraphie manuelle.

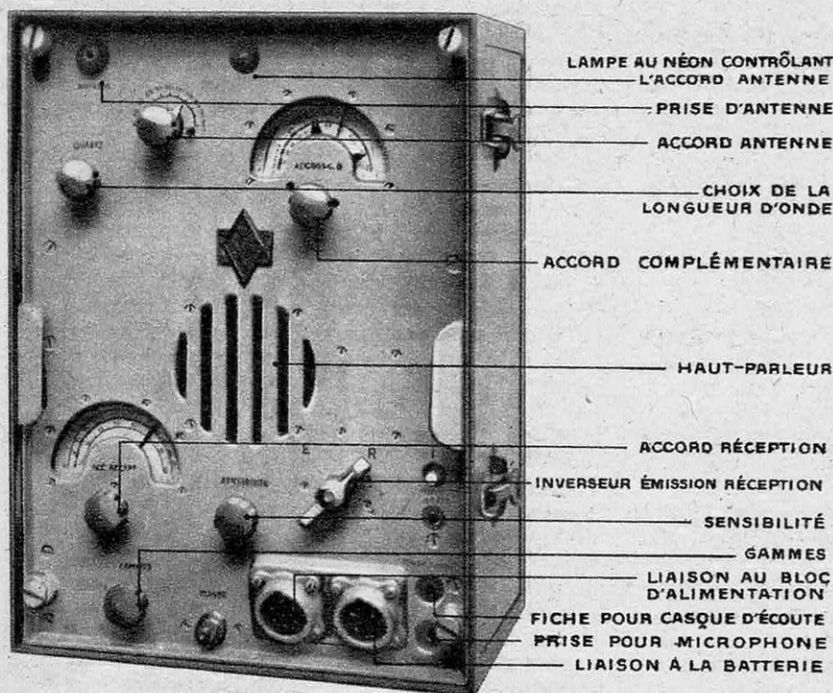
Les ondes dites intermédiaires sont plus courtes ; elles conviennent bien aux portées de quelques centaines de milles, avec une faible puissance. Elles sont réservées aux petits navires ; caboteurs, bateaux de grande pêche, garde-côtes, yachts ; les bâtiments plus importants peuvent également les utiliser à distance modérée. Le trafic se fait en radiotéléphonie : les petits bâtiments ne peuvent faire les frais d'un opérateur radiotélégraphiste.

**Station radio du paquebot « Florida » : au fond, émetteurs radiotélégraphiques sur ondes courtes et moyennes et émetteur-récepteur de secours ; sur la table, récepteurs sur ondes moyennes et courtes et télécommande pour changement automatique des fréquences des émetteurs. L'installation comprend, en outre : un radiogoniomètre, un auto-alarme, un sondeur, deux émetteurs-récepteurs d'embarcations de sauvetage (Ets Lagier, Marseille).**





## EMETTEUR-RÉCEPTEUR RADIOTÉLÉPHONIQUE POUR EMBARCATION, A 4 FRÉQUENCES PRÉRÉGLÉES (S.F.R.)



Les ondes courtes ont longtemps paru trop capricieuses pour assurer un service régulier.

On a vite constaté qu'une émission, même de très faible puissance, peut être reçue à certains moments à très grande distance, mais sans qu'on l'entende à distance plus faible ; il y a des zones de silence plus ou moins étendues.

La liaison ne se maintient pas toute la journée ; il faut employer des ondes de jour et des ondes de nuit, parfois d'autres ondes au lever et au coucher du soleil ; la liaison ne s'établit que si ces ondes sont bien choisies en fonction de la position géographique des deux points qui communiquent, et aussi en fonction de la saison, du cycle solaire, et de nombreuses conditions temporaires qui sont liées aux variations météorologiques. La complexité du problème était bien de nature à décourager les utilisateurs pour qui la régularité et la sécurité des liaisons présentent une importance primordiale. Mais des études considérables, et qui se poursuivent, ont permis d'établir des lois générales et de prévoir, plusieurs semaines à l'avance, les ondes à utiliser pour une liaison déterminée.

Les ondes courtes ont pu dès lors rendre des services immenses sur les fréquences convenables, de faibles puissances assurant des communications avec un point quelconque du globe ; les antennes sont réduites ; la bande de fréquence est très large, bien

que le développement constant des radiocommunications rende de plus en plus insuffisant le nombre de liaisons hertziennes possibles simultanément. Les ondes courtes sont utilisées essentiellement en radiotélégraphie, par les navires à grand rayon d'action.

Les ondes très courtes en permettent pas de grandes portées ; elles se propagent sensiblement comme la lumière.

Actuellement, l'emploi de la radioélectricité est général à bord des navires ; il est d'ailleurs obligatoire pour les bâtiments importants. Environ 25 000 stations de navires figurent sur les nomenclatures récentes.

De nombreuses stations radioélectriques terrestres appelées stations côtières (on en compte environ 1 500) ont été établies pour communiquer avec les navires ; elles sont reliées aux réseaux filaires terrestres dont les abonnés

peuvent participer au trafic maritime.

La radio permet aux navires de capter des émissions faites à leur intention, à des heures fixes, et qui leur transmettent des signaux horaires, des messages de presse, des avis aux navigateurs, des bulletins météorologiques.

Elle leur permet également d'établir des radiocommunications ; les stations de bord sont soumises à une réglementation qui assure la qualité et la régularité de leur trafic. Elles doivent être pourvues d'une licence, par les soins des P.T.T. ; chaque opérateur doit être également soumis à une licence. Elles sont dotées d'un indicatif (formé de 4 lettres, ce qui les distingue aisément des stations côtières dont l'indicatif est formé de 3 lettres), elles tiennent un registre de trafic, et sont classées en catégories selon qu'elles assurent un service permanent ou un service temporaire, ou encore un service très intermittent ou non déterminé.

## LE TRAFIC RADIOTÉLÉGRAPHIQUE

Sur ondes longues, moyennes et courtes, le procédé normal de liaison est la radiotélégraphie. Dans chaque bande, une longueur d'onde est réservée à la veille ; pour les ondes moyennes, c'est 600 mètres. Les appels sont émis sur l'onde de veille, mais dès le contact établi, le trafic s'écoule sur une onde différente, dite onde de travail. L'onde de veille

n'est ainsi encombrée que pendant le minimum de temps. Pour éviter d'autres causes d'encombrement peu justifiées, les radio-communications sont interdites au port; elles sont autorisées dans les eaux territoriales; le trafic radiotélégraphique en ondes entretenues pures, celui qui encombre le moins, est libre; mais le trafic en ondes modulées est limité aux transmissions strictement indispensables.

Le trafic est soumis à une procédure et à une taxation particulières. En dehors des radiotélégrammes privés, il assure les communications de service entre le navire et les autorités maritimes. Il permet également certains services spéciaux, tels que les consultations radiomédicales, et les demandes de relèvement radiogoniométrique.

## APPELS DE DÉTRESSE

L'importance de la radio pour la sécurité des navires est telle que son emploi est rendu obligatoire pour les bâtiments importants; la réglementation prévoit ses conditions d'installation (dans les hauts du navire) et ses propres moyens de secours, notamment pour son alimentation en énergie.

L'onde de veille est aussi l'onde de détresse. Un navire qui court un danger grave et demande une assistance immédiate lance des appels qui ont priorité absolue; toute émission qui peut gêner le trafic de détresse doit être suspendue.

Le navire en détresse commence son appel par l'envoi d'un signal d'alarme, formé de traits dont la durée et l'espacement sont caractérisés avec précision: ce signal est perçu par les opérateurs à l'écoute; en outre, sa cadence particulière permet de le détecter automatiquement: un appareillage spécial, l'autoalarme, branché à la sortie d'un récepteur, déclenche automatiquement une ou plusieurs sonneries (dans la cabine radio, dans la chambre du radio, du capitaine, sur la passerelle...); l'opérateur se porte alors à l'écoute.

Après le signal d'alarme, le navire en péril émet radiotélégraphiquement l'appel de détresse qui comprend une triple répétition de SOS et de son indicatif, puis il fournit son nom, sa position, et donne les précisions nécessaires; le navire qui accuse réception précise la vitesse avec laquelle il se dirige vers le bâtiment en détresse; la station côtière avise de toute urgence la Préfecture maritime de son arrondissement, l'Inscription Maritime du quartier devant lequel se trouve le bâtiment, les commandants de ports intéressés.

Des priorités moins absolues sont réservées aux avis urgents de cyclones, aux signaux d'urgence (employés lorsque la sécurité d'un navire ou d'une personne est en cause), aux signaux de sécurité (relatifs aux messages concernant la sécurité de la navigation, ou des renseignements météorologiques importants).

Pour faciliter la réception de ces divers signaux, le trafic général est suspendu sur l'onde de veille pendant quelques minutes au cours de chaque heure; les opérateurs doivent alors se tenir à l'écoute.

## LE TRAFIC RADIOTÉLÉPHONIQUE A FAIBLE DISTANCE

A bord des petits navires (chalutiers, yachts etc.) il ne saurait être question d'employer un radiotélégraphiste spécialisé. Aussi a-t-on créé pour ce besoin un service radiotéléphonique sur ondes intermédiaires (entre 100 et 200 mètres environ).

L'onde de 181,8 m est réservée à la veille et aux messages de détresse. Le signal de détresse qui correspond au SOS du trafic radiotélégraphique, est le mot MAYDAY, prononciation anglaise du français « m'aider »; le signal d'urgence est le mot PAN (panne). Les stations radiotéléphoniques du navire font l'écoute au moins une fois par heure, pendant 3 minutes à partir de l'heure ronde.

Les émetteurs sont de faible puissance: on ne dispose sur les petits bâtiments que d'une énergie limitée. Un émetteur de 50 watts permet une portée de 200 milles, de jour; la nuit, la portée est doublée ou triplée.

Le trafic s'établit généralement en alternat manuel: l'opérateur agit sur un commutateur pour passer d'émission à réception, et vice-versa; sur les nouveaux modèles américains, cette manœuvre s'effectue automatiquement sous l'action des courants vocaux.

La veille peut se faire à bord sur haut parleur; on peut également employer l'appel sélectif: l'attention de l'équipage n'est alors attirée (par une sonnerie) que lorsque la station côtière appelle le navire.

Les stations radiotéléphoniques côtières modernes sont reliées au réseau téléphonique terrestre et peuvent établir la communication entre le navire et un abonné quelconque au téléphone. Elles servent de relais pour les communications de navire à navire. Les émetteurs sont en général puissants (400 W) pour réduire la sensibilité demandée au récepteur de bord; réciproquement, les récepteurs sont installés avec un soin particulier, pour fonctionner de façon satisfaisante avec les faibles champs radioélectriques provoqués par les émetteurs de bord.

## LE MATÉRIEL DE RADIO POUR LES NAVIRES

Avant tout, le matériel destiné à la marine doit être robuste et protégé contre la corrosion. Le laiton, le maillechort, le bronze phosphoreux, le zinc, le cadmium, l'acier, ne peuvent s'employer sans protection superficielle. La « tropicalisation » des circuits électriques et radioélectriques concourt de façon importante à la robustesse; notamment, des vernis spéciaux assurent la protection contre les moisissures.



Sur les grands bâtiments de la flotte marchande et sur les navires de guerre se manifestent des problèmes spéciaux particulièrement difficiles à résoudre.

C'est ainsi que, dans l'espace restreint qu'offre un navire au matériel et aux aériens, de nombreux émetteurs et récepteurs peuvent être appelés à fonctionner simultanément. Pour protéger les récepteurs de l'action des émetteurs voisins, on ne peut que grouper dans des salles distinctes, aussi écartées que possible, les émetteurs et les récepteurs, en abandonnant la conception ancienne du groupage de l'émetteur et du récepteur assurant une même liaison. On élimine ainsi le rayonnement direct, d'autant plus complètement qu'on filtre les circuits d'énergie ; mais on ne peut éviter les inductions directes entre les antennes. Le groupement séparé des émetteurs et des récepteurs a bien pour corollaire le groupement séparé des antennes correspondantes ; mais malgré des écartements d'une trentaine de mètres, les émetteurs peuvent induire dans les aériens de réception des tensions de plusieurs dizaines de volts, alors que le récepteur doit pouvoir fonctionner, sur sa fréquence de réglage, avec des signaux d'un très petit nombre de microvolts.

On est donc amené à réaliser des matériels particulièrement étudiés : les émetteurs ne doivent rayonner que sur la fréquence de trafic, à l'exclusion d'harmoniques ou des « partiels » de l'antenne qui peuvent être excités notamment par les amorçages sur les isolateurs d'antenne, dus à l'action de la fumée et des gaz rejetés par la cheminée ; on prend de grandes précautions contre les claquements de manipulation et la surmodulation des émetteurs radiotéléphoniques. Et surtout on munit les récepteurs de circuits présélecteurs spéciaux pouvant comporter jusqu'à 4 étages. La même antenne peut alimenter plusieurs récepteurs. On arrive à faire ainsi fonctionner les récepteurs sur des fréquences voisines de 10 % d'une fréquence d'émission utilisée simultanément.

Les conditions de guerre font naître de nouveaux et impérieux problèmes. La sécurité d'un navire exige que ses émissions soient discrètes : sinon l'ennemi décelera sa présence à la mer, interceptera ses mes-

sages, et pourra le localiser par radiogoniométrie. Il est donc essentiel de ne procéder qu'à des émissions brèves, et sur des fréquences modifiées souvent. Il est fait un grand usage des ondes courtes ; des travaux très importants ont été consacrés à la prédétermination de la meilleure fréquence à employer à un instant donné pour chaque liaison à établir, de sorte que le contact s'établit de façon certaine et dans les conditions qui peuvent permettre l'emploi de procédés de transmission automatique à grande vitesse. Il faut que les émetteurs de bord puissent être réglés très rapidement sur l'une des très nombreuses fréquences possibles, entre lesquelles les conditions de propagation auront permis de faire un choix ; les circuits pilotes à quartz employés pour la marine marchande n'ont pas une souplesse suffisante ; on a mis au point des émetteurs pouvant fonctionner avec grande stabilité sur des fréquences multiples, et n'utilisant qu'un nombre de quartz très réduit.

Le rayonnement des émetteurs n'est pas seul à constituer un danger pour le navire ; les récepteurs de bord peuvent permettre également son repérage. En effet, les récepteurs normaux ont un rayonnement appréciable : les oscillations des changeurs de fréquence des superhétérodynes, comme celles des récepteurs à superréaction ou des détectrices à réaction, font subir à l'antenne une excitation parasite, qui peut être perçue et radiogoniométrée à une distance importante, sur mer ; elle constitue également une gêne mutuelle pour des récepteurs fonctionnant simultanément. Des réglementations très strictes ont été édictées, dès 1939, pour que le champ rayonné par les récepteurs devienne pratiquement négligeable (inférieur à 0,1 microvolt/mètre) à la distance d'un mille : certains des récepteurs alors utilisés provoquaient un champ 2 000 fois plus grand.

Il convient aux radioélectriciens de tenir compte d'un dernier facteur pour le temps de guerre : le matériel, étudié pour tenir compte des besoins spéciaux qui sont alors impératifs, doit être d'une fabrication simple et rapide ; son installation et son emploi doivent être faciles et sûrs, ses éléments doivent être interchangeables. Ces conditions multiples sont plus aisées à fixer qu'à satisfaire.

## RADIONAVIGATION

### RADIOGONIOMÈTRES DE BORD

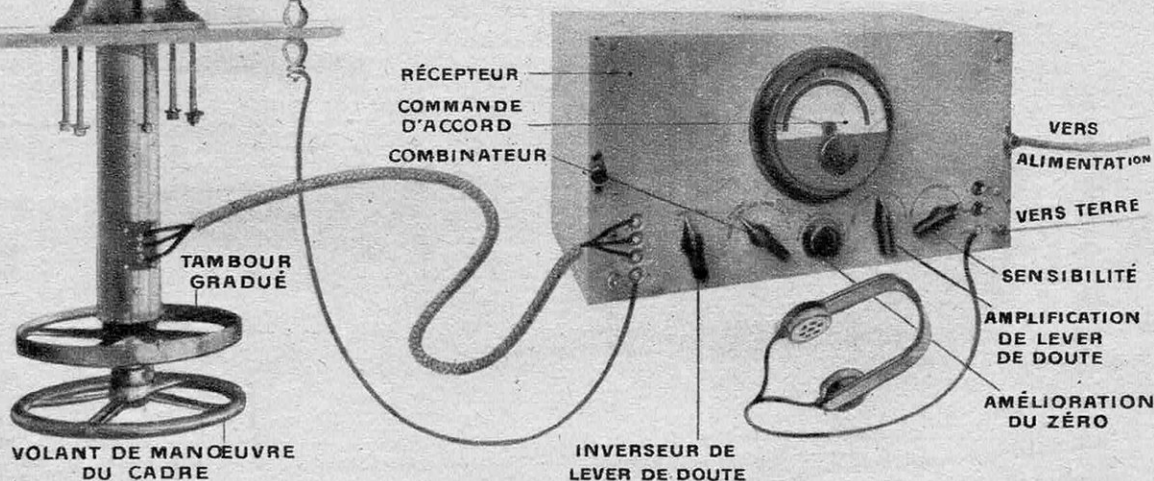
Un cadre orientable servant d'aérien à un récepteur radioélectrique permet de déterminer la direction d'un poste émetteur : la réception a le maximum d'intensité lorsque le cadre est orienté dans la direction de l'émetteur ; elle s'éteint lorsque le cadre est perpendiculaire à cette direction : l'extinction est beaucoup plus nette que le maximum, c'est elle qu'on observe dans la pratique.

Un navire muni d'un radiogoniomètre peut ainsi déterminer le gisement d'un émetteur terrestre connu et, à l'aide de la boussole, en déduire l'azimut. Par recoupement avec d'autres émetteurs il fixera son point.

Sous leur forme actuellement classique, les cadres comprennent un enroulement protégé par un écran métallique ; un ou deux isolateurs rompent la continuité de l'écran qui, sans cette précaution indispensable, placerait l'enroulement dans une cage de

ANTENNE  
AUXILIAIRE

## UN RADIOGONIOMÈTRE DE BORD RECEVANT EN TÉLÉPHONIE OU EN TÉLÉGRAPHIE (S. F. R.)



Faraday où toute réception serait impossible.

L'écran a une double utilité, il assure la protection mécanique et l'étanchéité de l'enroulement et il le protège contre, les actions électrostatiques des conducteurs voisins.

Sur l'axe du cadre, dans la cabine du radio, un cadran gradué permet les mesures de position.

Un second type de radiogoniomètre est utilisé à bord des navires : c'est le système Bellini-Tosi qui emploie deux enroulements fixes, généralement de grande surface, et montés en croix au-dessus du pont. Ces enroulements sont reliés à un chercheur, dont l'opérateur fait tourner la partie mobile, munie d'un cadran gradué, comme il ferait tourner l'axe d'un cadre orientable.

Le radiogoniomètre de bord fournit des relevements très satisfaisants, dans la mesure où les ondes lui parviennent bien exactement de la direction de l'émetteur. Or il existe plusieurs causes de déviations : les unes sont liées aux propriétés générales de la propagation des ondes hertziennes au voisinage du globe terrestre : les autres sont inhérentes aux conditions de réception sur les navires.

Un récepteur reçoit des rayons directs, qui lui parviennent correctement de l'émetteur selon la droite, ou plus exactement l'arc de grand cercle (orthodromie), qui les joint ; mais il reçoit aussi des rayons indirects, qui ne lui parviennent qu'après réfraction dans les couches ionisées de la haute atmosphère et faussent les mesures sur cadres de façon irrégulière, les rendant parfois impossibles.

L'onde directe elle-même subit des déviations au voisinage immédiat du navire ; la mâture et le gréement ainsi que les antennes peuvent introduire des erreurs très importantes, mais on peut limiter leur action en plaçant le cadre judicieusement, et en veillant à ce que les antennes du bord ne soient pas accordées sur l'onde de travail du radiogoniomètre ; on évite également le voisinage des cheminées, des manches à air, etc...

La coque métallique provoque des déviations notables qui ramènent toujours les relevements vers l'axe du navire ; il faut prévoir les corrections nécessaires lors de la mise en service d'un radiogoniomètre, et relever sa courbe quadrantale d'erreurs. Pour cela, on effectue dans toutes les directions une série d'observations, soit en faisant tourner un navire émettant autour du bâtiment en essais, soit en veillant un émetteur fixe et en faisant éviter le bâtiment.

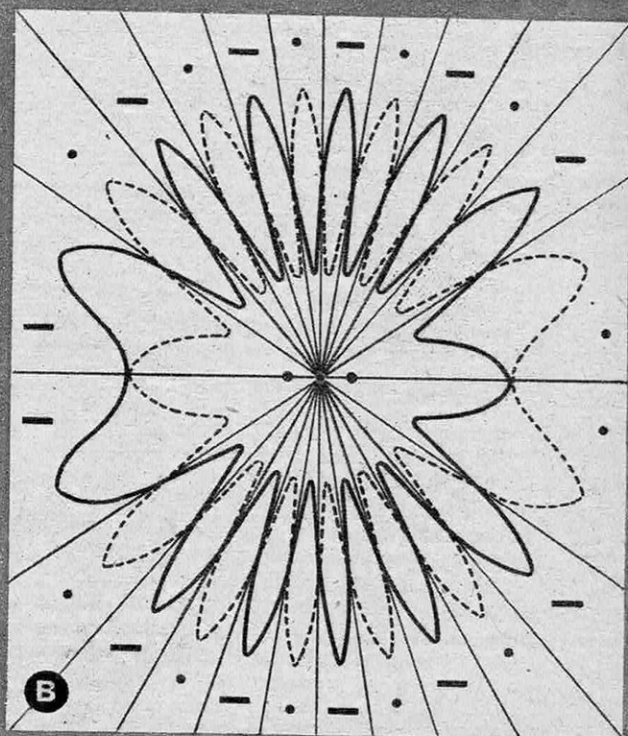
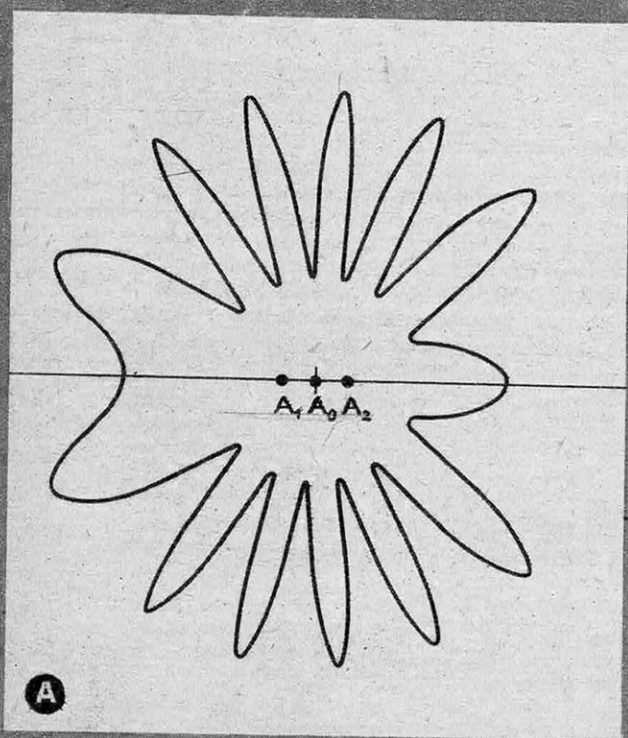
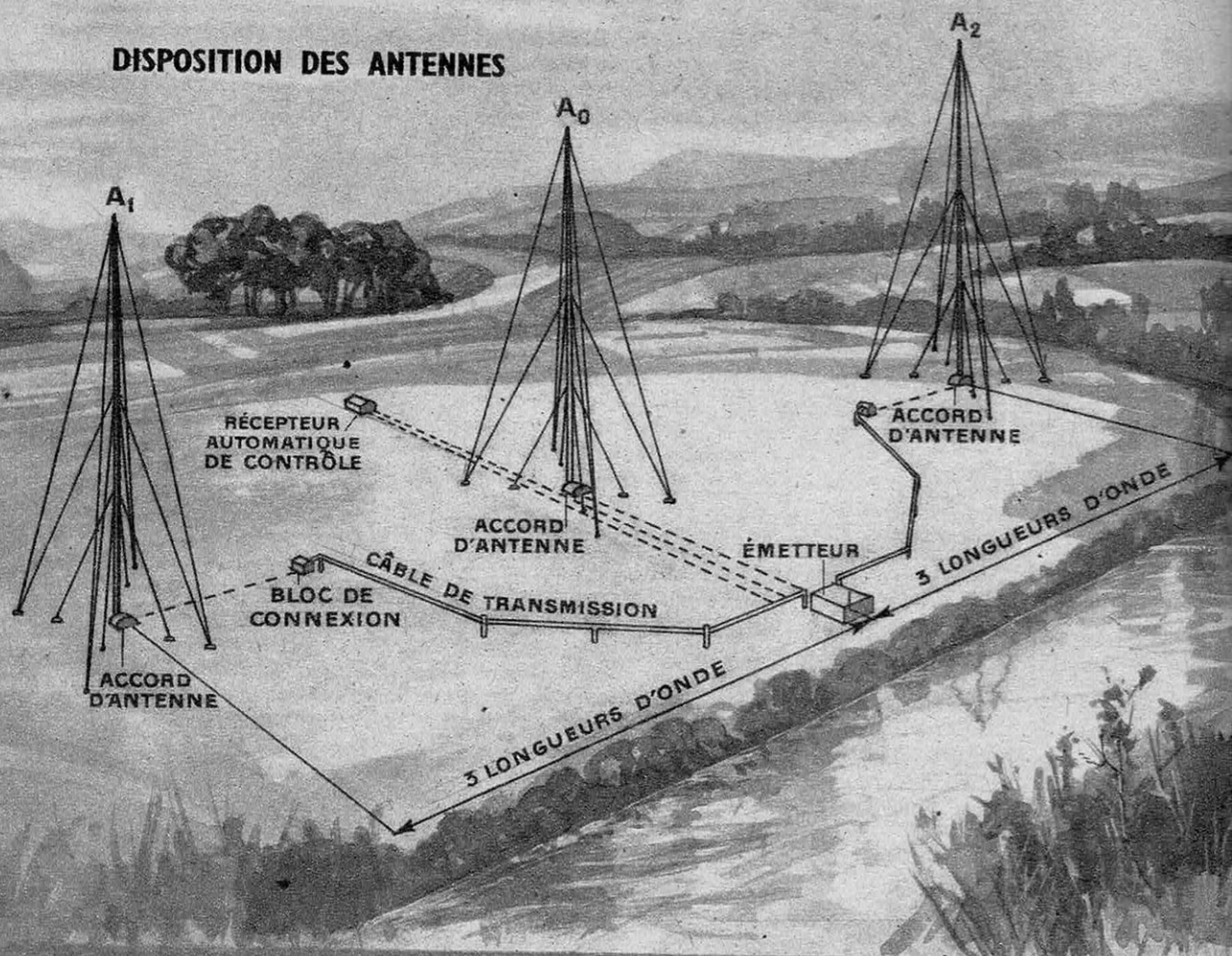
Un radiogoniomètre bien installé, bien compensé et bien utilisé permet d'obtenir des relevements corrects à un très petit nombre de degrés près. C'est donc un auxiliaire précieux de navigation ; la possibilité qu'il procure de relever n'importe quelle émission lui permet de guider vers un bâtiment en détresse, de contribuer à éviter les collisions, etc... Les opérateurs apprécient également son utilisation en récepteur de trafic, le cadre pouvant être orienté pour favoriser la réception d'un correspondant au détriment de celle d'un brouilleur.

### RADIOPHARES A RAYONNEMENT CIRCULAIRE

Des émetteurs spéciaux, appelés radiophares, sont installés près des côtes (en général dans les phares importants, ou à bord de bateaux feux) et s'offrent au relevement des radiogoniomètres de bord. Ils fonctionnent sur des longueurs d'ondes voisines de 1 000 mètres ; leur portée varie de 20 milles (pour les radiophares d'entrée au port), à 200 milles (pour les grands atterrissages). Les radiophares sont groupés par trois sur la même longueur d'onde ; chacun fonctionne seul pendant 2 minutes, puis s'interrompt pour laisser les deux autres émettre successivement. Chaque émission comprend des traits prolongés, et des répétitions d'indicatifs : l'identification par le navire est donc facile ; le radiogoniomètre procède au relevement pendant l'émission des traits, qui dure



# DISPOSITION DES ANTENNES



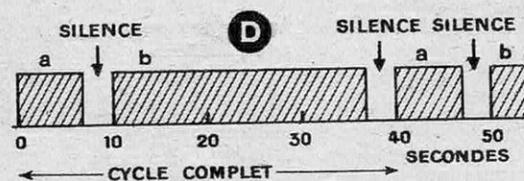
## COMMENT FONCTIONNE LE SYSTÈME DE NAVIGATION ANGLAIS "CONSOL"

**A.** Trois antennes verticales sont convenablement espacées. Leurs courants sont déphasés ; les champs se renforcent dans certaines directions dans d'autres ils se soustraient.

**B.** Lorsqu'on inverse la phase des deux antennes marginales à une cadence de points et traits complémentaires, les diagrammes s'inversent à cette cadence. On entend un son continu sur certains axes, des traits d'un côté, des points de l'autre.

**C.** On fait varier de plus le déphasage des antennes, ce qui fait tourner dans l'espace les axes d'audition continué, chacun d'eux venant occuper la position qui était celle de l'axe voisin. Suivant la direction où il se trouve, un observateur fixe entend des points et des traits en nombre variable. Il lui suffit de compter les points pour se relever avec précision par rapport à deux des axes (préalablement repérés grossièrement). L'écoute d'un second Consol fournit un deuxième relèvement qui, par intersection, fixe le « point ».

**D.** Un cycle complet d'émission dure par exemple 40 secondes. En a, l'antenne médiane émet seule un indicatif. En b, les trois antennes émettent avec déphasage croissant et inversion au rythme point-trait, c'est alors que les navigateurs se relèvent en comptant les points entendus.



30 secondes consécutives. Par beau temps, chaque groupe de radiophares fonctionne deux fois par heure ; par temps de brume, la marche est continue.

Les radiophares émettent automatiquement, par asservissement à une horloge électrique.

La simplicité de leur exploitation, en même temps que l'importance des services qu'ils rendent à la navigation, amènent à en installer un nombre important : en 1939, 28 fonctionnaient sur les côtes métropolitaines françaises ; leur nombre doit être porté à une quarantaine, plus une vingtaine en Afrique du Nord, à Dakar et à Madagascar.

## RADIOGONIOMÈTRES FIXES

L'équipement radioélectrique des navires ne comporte pas toujours un radiogoniomètre : son emploi n'est obligatoire que pour les bâtiments de plus de 5 000 tonnes.

Pour améliorer les conditions de navigation, les services maritimes ont installé à terre des radiogoniomètres fixes : le navire qui désire connaître son point en fait la demande par envoi d'un message radioélectrique ; trois radiogoniomètres fixes, convenablement espacés, sont alertés ; le navire émet un trait prolongé, au cours duquel les radiogoniomètres le relèvent ; le point est déterminé à terre, et communiqué par radio au navire.

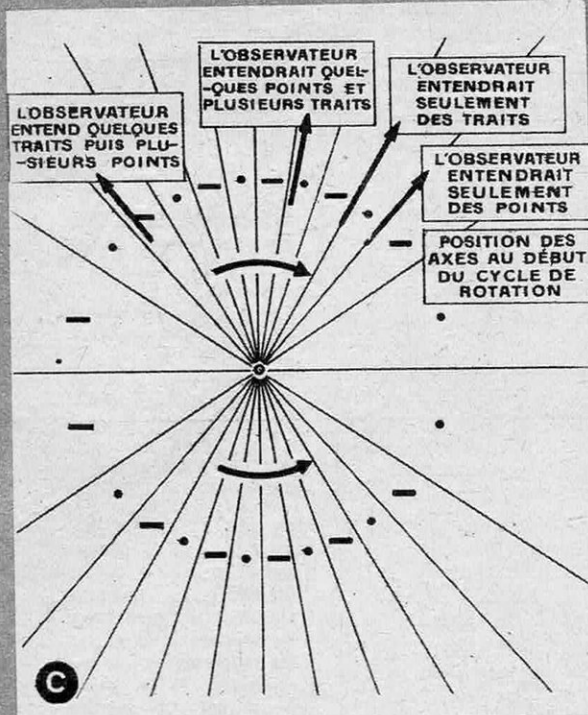
La précision et la portée peuvent être bien supérieures à celles du radiogoniomètre de bord. En effet, les radiogoniomètres fixes sont installés sur des terrains soigneusement choisis et débarrassés d'obstacles, et les aériens ne subissent pas les influences perturbatrices auxquelles sont soumis les cadres des navires. Les aériens eux-mêmes peuvent être de types plus encombrants, mais plus précis, que les cadres : on emploie notamment, dans le système Adcock, des groupes de 4 antennes verticales, montées en carré, qui permettent des relevements à grande distance, de nuit comme de jour, même avec les ondes décamétriques.

L'inconvénient des radiogoniomètres fixes est qu'ils ne peuvent relever qu'un navire à la fois ; en temps de brume, les demandes sont nombreuses et le service est encombré.

Les dispositifs radiogoniométriques conservent, et conserveront sans doute encore longtemps, une importance primordiale pour la navigation maritime, mais de nouveaux systèmes de guidage ont été développés et prennent une importance croissante.

## RADIOALIGNEMENTS FIXES ET TOURNANTS. SYSTÈME CONSOL

On sait depuis longtemps fournir à la navigation maritime ou aérienne des aides radioélectriques qui laissent au mobile une pleine liberté d'utilisation, comme le radiogoniomètre de bord, mais qui ont sur ce dernier





l'avantage de ne pas nécessiter un appareillage spécial et un personnel qualifié.

C'est ainsi qu'un axe rectiligne peut être balisé de telle sorte qu'on entende un signal morse d'un côté de l'axe et un signal complémentaire de l'autre côté ; sur l'axe, les deux signaux sont reçus avec une égale amplitude : l'observateur perçoit un son continu. Ces radioalignements fixes correspondent mal aux nécessités de la navigation maritime dans la zone côtière : les chenaux ne sont rectilignes qu'exceptionnellement, et le rassemblement des navires sur un même axe accroît les risques de collision.

Ce système, s'il est mal approprié à la détermination pratique de la route à suivre, peut être modifié de manière à faciliter l'établissement du point : on peut faire tourner le diagramme de rayonnement dans l'espace à une vitesse uniforme bien déterminée, 1 tour par minute par exemple ; au moment où l'axe passe par le Nord, l'émetteur envoie un « top » caractéristique ; à bord du navire, il suffit de mesurer la durée entre le top et le moment du passage de l'axe pour en déduire le relèvement. L'opération se fait à bord avec un récepteur de trafic courant : les avantages sont évidents, malheureusement, la précision est assez faible, l'erreur relative s'applique en effet à un angle de valeur élevée.

Les Allemands ont construit pendant la guerre des radiophares à enchevêtrement qui ont le même principe, mais dont la précision est considérablement accrue par l'emploi de plusieurs axes mobiles. Le système CONSOL est la forme de réalisation la plus satisfaisante, et son emploi a été retenu pour les besoins de la marine et de l'aéronautique. Des Consols fonctionnent à Bush Mill, Stavanger, Seville et la Corogne ; des installations sont en cours ou en projet à Stockholm, Breslau, Quimper, Marseille, Malte, en Crète, en Islande, aux Açores, à Terre Neuve ;

il s'y adjoindra peut être des stations aux Bermudes, au Labrador et au Cap Sable (Canada). L'écoute des stations de Bush Mill et de Quimper permettra en particulier de faire le point avec précision à 250 milles au large du Finistère. La portée utile atteint 1 000 milles.

De nombreuses variantes sont étudiées, tant sur ondes longues que sur ondes très courtes ; ces dernières ne sont utilisables qu'à portée optique.

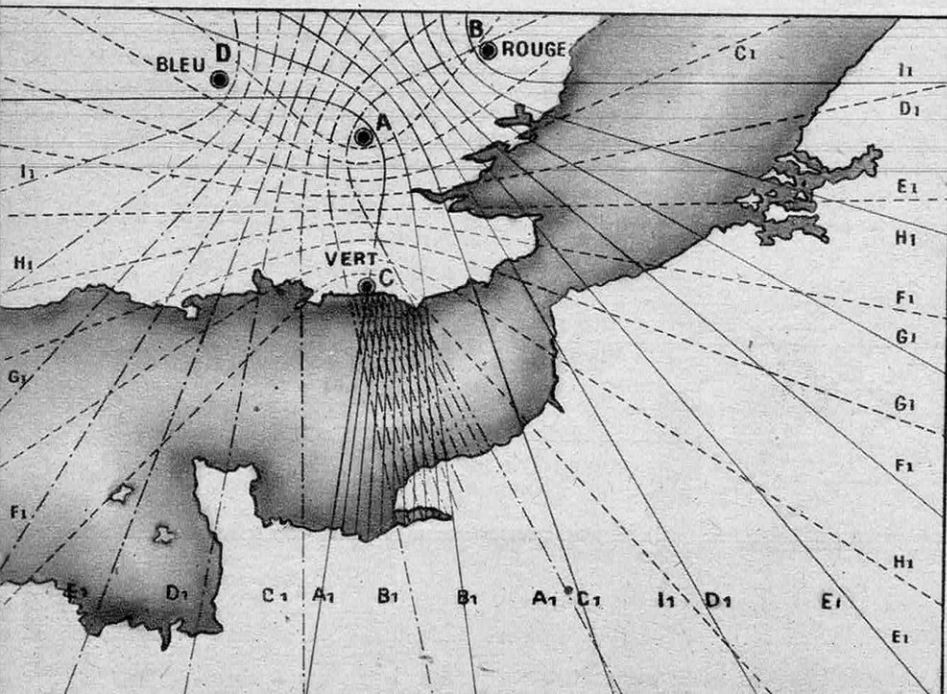
## LES SYSTÈMES TÉLÉMÉTRIQUES HYPERBOLIQUES — LE DECCA

Les dispositifs de radioguidage que nous venons d'examiner sont tous fondés sur des déterminations angulaires ; des dispositifs entièrement différents, mis au point au cours de la dernière guerre, mettent à profit la différence des distances qui séparent le mobile de plusieurs stations fixes de position connue.

Supposons mesurée la différence des distances à deux stations A et B ; l'opérateur pourra se situer sur une hyperbole ayant A et B pour foyers (la terre étant supposée plane) ; répétons la mesure avec un second couple de stations fixes : le mobile sera localisé sur une seconde hyperbole. Si l'opérateur peut discriminer celle des deux branches d'hyperbole qu'il faut considérer dans chaque cas, l'intersection lui fournira le point.

Il existe plusieurs systèmes de radioguidage hyperbolique : le G.E.E. et le LORAN ont prouvé leur validité, mais le dispositif qui paraît le mieux répondre aux besoins de la navigation maritime et aéronautique est le DECCA, dont les installations se multiplient.

Le Decca mesure, non des différences de distance, mais leur conséquence : la différence de phase acquise, en cours de trajet, par des ondes électromagnétiques entretenues



### CHAÎNE DECCA ANGLETERRE S.-E.

L'émetteur principal A et les trois stations asservies, B, C et D, réparties en étoile autour de A, fournissent trois réseaux d'hyperboles qui sont dessinées sur les cartes spéciales en couleurs différentes : rouge, vert et bleu ou violet. Ces trois couleurs correspondent aux trois indicateurs du récepteur Decca. Le navigateur se borne à effectuer les lectures, et en se reportant à la carte il obtient rapidement le point du navire.



Le navigateur Decca comporte trois indicateurs de couleurs différentes. Dans chaque indicateur, la petite aiguille est celle du phasemètre. Sa rotation complète correspond au passage d'une hyperbole zéro à la suivante et fait avancer par engrenages la grande aiguille d'une division. Une rotation complète de cette dernière correspond ici à 42 hyperboles zéro et fait avancer la lettre suivante dans le voyant central. Ici le navire se trouve sur l'hyperbole C-3.3 de la carte spéciale. Le bouton marqué zéro permet le réglage du zéro de l'indicateur au moyen d'un oscillateur de référence ; celui marqué **calage** est utilisé lors de la mise en service de l'appareil en cours de navigation.

émises par les stations fixes. Pour que les trajets interviennent seuls dans les déphasages, il est nécessaire que les émetteurs fixes soient soumis à un asservissement qui maintient constant le déphasage des ondes rayonnées par chacun d'eux. Chaque couple d'émetteurs doit comprendre une station principale et une station asservie.

Le récepteur installé sur le mobile devra amplifier séparément les signaux qui lui parviennent de chaque station fixe, puis agir sur un phasemètre à lecture directe. Les phasemètres ne donnent d'indication observable que pour les déphasages compris entre 0 et 360° : ils déterminent l'hyperbole sur laquelle se trouve le mobile, entre deux hyperboles de déphasage nul. Il existe toute une famille d'hyperboles de déphasage nul ; elles sont d'autant plus nombreuses que la longueur d'onde est plus courte, et que la distance entre les deux stations fixes est plus grande ; pratiquement leur nombre est aisément supérieur à la centaine. On munit donc le récepteur, non seulement d'un phasemètre, mais aussi d'un compteur des hyperboles de déphasage nul traversées : ce compteur peut être réglé au port, dont les coordonnées sont connues ; (un artifice récemment mis au point permet de faire le réglage en un point quelconque) ; en cours de route,

le phasemètre à cadran circulaire fait avancer (ou retarder) le compteur d'une unité chaque fois que son aiguille franchit la graduation zéro (confondue avec la graduation 360). La détermination est ainsi totale, et la précision de lecture est considérable : le phasemètre joue le rôle d'un vernier par rapport au compteur.

Dans la pratique, un réseau de navigation Decca comporte quatre émetteurs, l'émetteur pilote étant situé au centre d'un triangle équilatéral formé par les trois stations asservies. L'association de l'émetteur pilote avec chacun des trois autres fournit trois réseaux d'hyperboles figurés sur les cartes de navigation Decca, en trois couleurs différentes : rouge - vert - violet. Le récepteur comprend trois indicateurs constitués chacun par l'association d'un phasemètre et d'un compteur. Chaque indicateur est peint de la même couleur que le réseau auquel il correspond. Les phasemètres sont en fonctionnement permanent et automatique. La lecture de 2 des 3 indicateurs suffit pour faire le point, mais le navigateur pourra dans chaque cas choisir les deux réseaux qui fournissent la plus grande précision, c'est-à-dire ceux dont les hyperboles, dans la zone considérée, se coupent sous l'angle le plus voisin de 90°.



La précision fournie par les chaînes Decca est excellente. Jusqu'à une distance de 240 milles, la précision garantie est de 1/1000 de la distance aux émetteurs ; en réalité, des portées de l'ordre de 1000 milles peuvent être atteintes ; le Decca de la chaîne anglaise a déjà permis de rectifier des erreurs de navigation en Méditerranée, et de guider des avions de jour jusqu'à Gibraltar ou Colomb Béchar.

Le voisinage des côtes n'introduit pas d'erreurs importantes. Des essais très satisfaisants ont été faits à bord du **De Grasse** (Cie Générale Transatlantique) et de l'**Arromanches** (S. N. C. F.)

Les ondes utilisées par le Decca ont une propagation très régulière à moyenne distance de jour et de nuit, et même à grande distance de jour ; les réseaux d'hyperboles sont bien stables.

La grande simplicité et l'automacité du

matériel de bord Decca permettent de considérer comme normale son installation même sur de petits bâtiments comme les chalutiers.

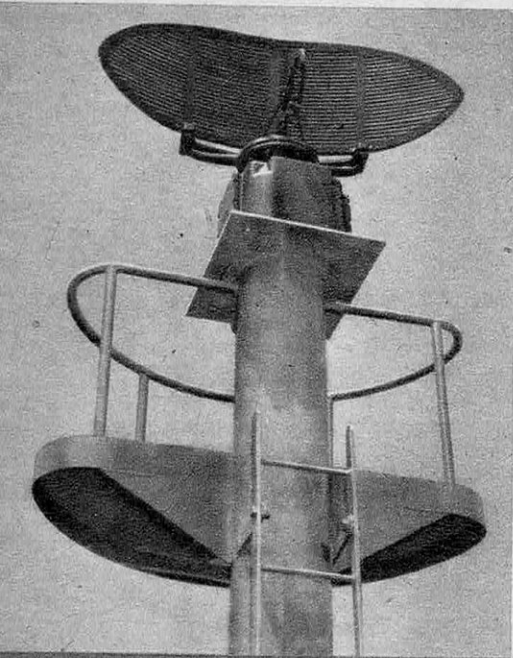
En dehors de la chaîne anglaise (en fonctionnement depuis 1947), des stations sont prévues notamment au Danemark, en Ecosse, en France, en Allemagne, en Italie, pour les besoins de la navigation jusqu'à 240 milles au minimum ; des chaînes de petite portée sont envisagées pour le balisage des entrées de ports et des estuaires. Une chaîne à très grande portée, fonctionnant sur ondes très longues (20 000 à 25 000 mètres) est prévue pour l'Océan Atlantique, avec des émetteurs de 50 kW et des pylônes de 300 m. Deux émetteurs situés respectivement au Nord et au Sud de l'Islande créeront un faisceau d'hyperboles à orientation générale Sud-Ouest ; un second faisceau sera déterminé par deux émetteurs installés respectivement aux Bermudes et en Islande (ou à Dakar).

## LE RADAR

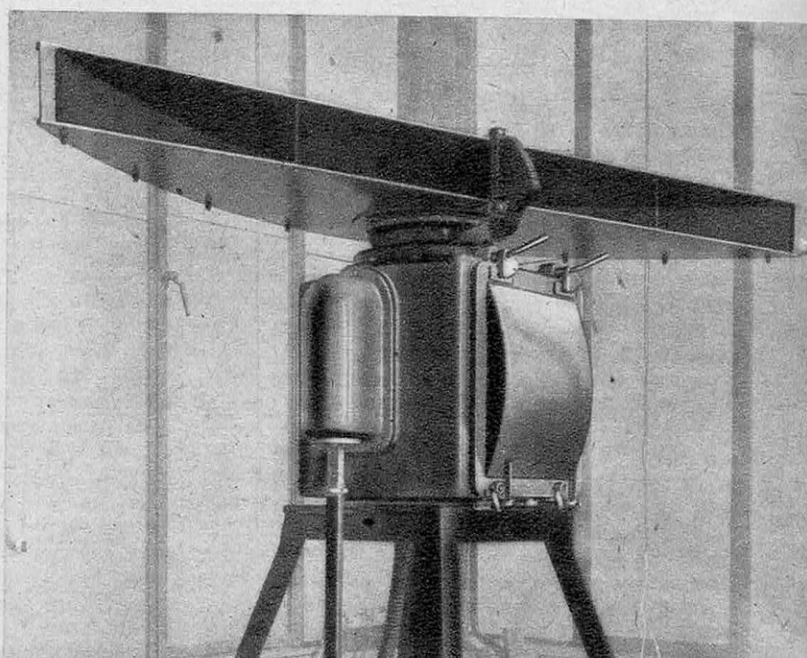
Le radar comporte un émetteur (à ondes centimétriques pour les usages maritimes) dont le rayonnement est partiellement renvoyé par les obstacles ; on dit que les obstacles émettent des échos. Les rayons sont émis en un pinceau très étroit, comparable au pinceau d'un phare lumineux et sous forme d'impulsions très brèves et régulièrement répétées. Entre deux impulsions, le radar recueille les échos qui lui parviennent dans la direction du pinceau.

On peut mesurer avec une très grande précision la durée qui s'écoule entre l'émission de l'impulsion et l'arrivée de l'écho ; comme la vitesse des ondes est constante et bien connue (300 000 km/s), on en déduit aisément la distance de l'obstacle. En outre, la direction du pinceau donne immédiatement le gisement de l'obstacle.

L'observation se fait sur l'écran circulaire d'un oscillographe. On sait que les écrans d'oscillographes sont recouverts d'une subs-



Antenne de radar au sommet d'un mât sur un navire (Sperry Gyrosc. Co).



Autre type d'antenne de radar. A la base est logé le moteur de rotation. Les ondes sont amenées par un guide d'ondes (Marine Instr. Ltd.).

tance fluorescente qui devient lumineuse lorsqu'elle est frappée par un pinceau d'électrons suffisamment intense ; la tache ou spot, provoquée par le pinceau d'électrons peut donc être rendue inobservable, ou très nette, selon la densité du pinceau.

## RADARS PANORAMIQUES

Sur les radars panoramiques, tels qu'on en emploie à bord des navires, la représentation est assurée de la façon suivante :

Au moment où le radar émet une impulsion dans une direction, le spot est au centre de l'écran ; il s'en détache et parcourt un rayon dont la direction correspond à celle de l'impulsion. Pendant cette exploration du rayon, le radar est muet : mais il est en état de capter les échos éventuels qui lui viendraient de la direction explorée.

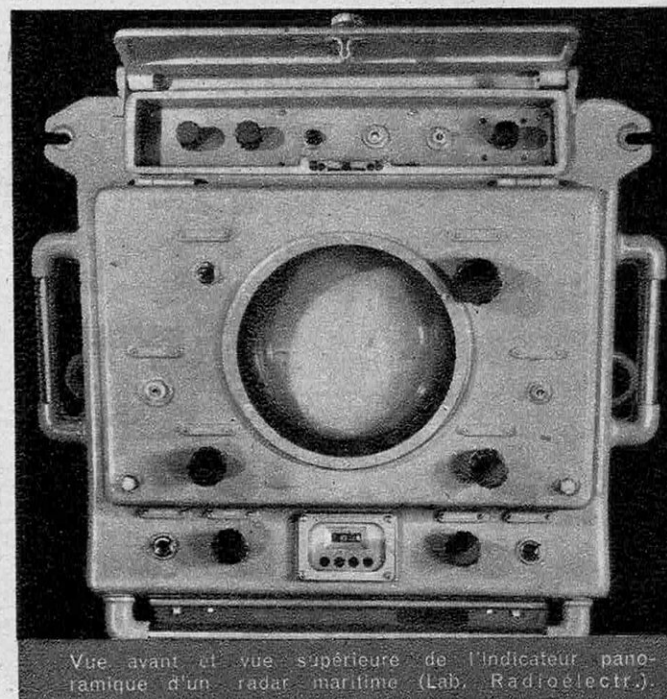
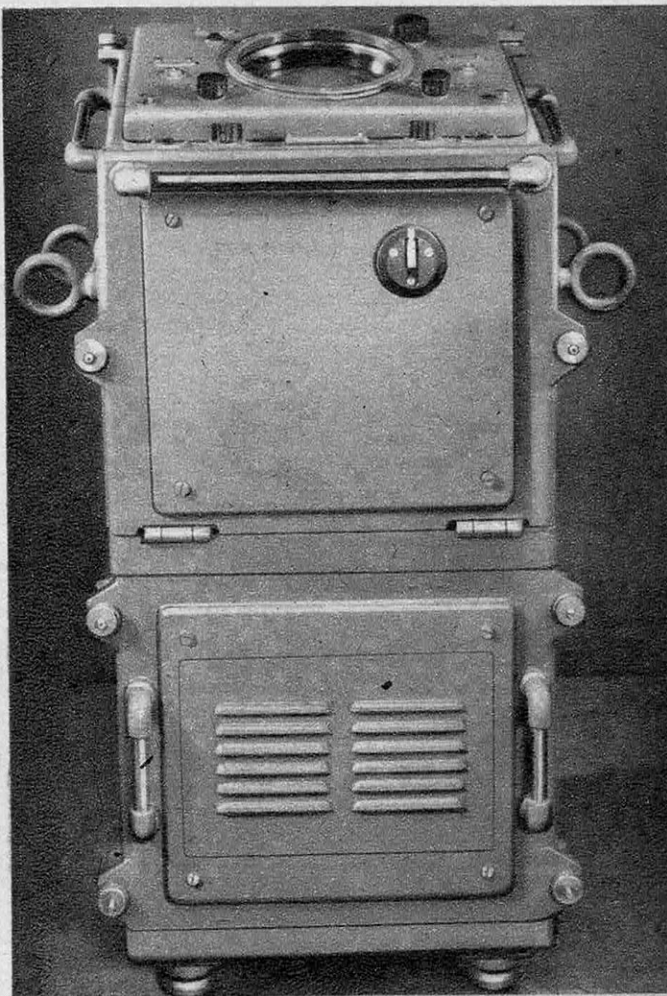
A l'arrivée d'un écho, le pinceau d'électrons augmente d'intensité ; une tache devient visible sur l'écran, en un point du rayon exploré, tel que sa distance au centre est proportionnelle à la durée de retour de l'écho, c'est-à-dire à la distance de l'obstacle. Le spot continue son exploration jusqu'au bord de l'écran, il est alors brusquement rappelé au centre, et l'exploration recommence. Si l'on fait tourner le projecteur du radar, de façon que les pinceaux qu'il rayonne balayent tout l'horizon, le rayon sur l'écran tourne en même temps : les impulsions balayent tout l'espace, et l'oscillographe donne la représentation de tous les obstacles.

Le produit fluorescent qui recouvre l'écran est doué d'une rémanence suffisante pour que les taches lumineuses subsistent pendant la durée d'une rotation ; l'observateur ne se rend pas compte du caractère ponctuel de l'exploration, il a une vision panoramique de l'espace.

## PORTÉE DES RADARS PANORAMIQUES MARITIMES

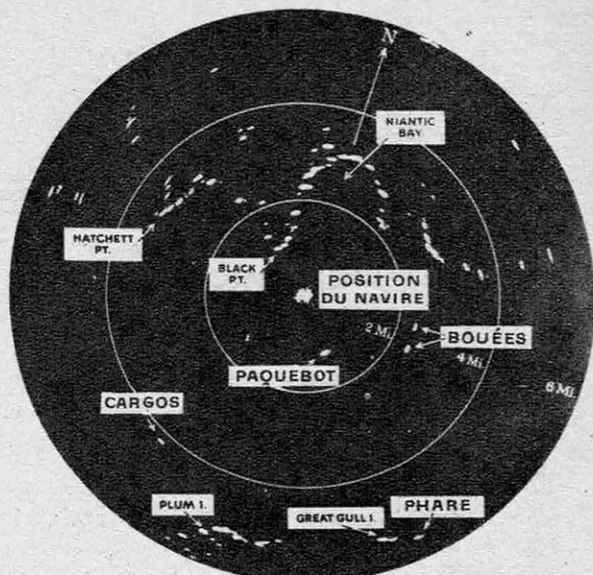
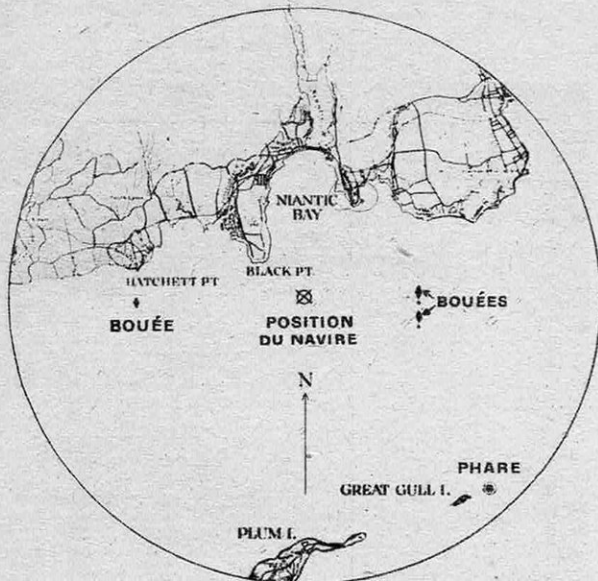
Un radar possède deux limitations de portée : une limitation maximum et une limitation minimum.

Dans les circonstances normales les ondes centrimétriques se propagent comme les ondes lumineuses, elles ne peuvent « voir » au delà de l'horizon ; la portée d'un radar de marine dépend donc de l'élévation de son aérien au-dessus du niveau de la mer. Encore faut-il qu'un obstacle à l'horizon renvoie vers le radar une quantité suffisante de rayonnement pour assurer le fonctionnement d'un récepteur ; quatre éléments entrent donc en jeu : la position de l'aérien, la puissance rayonnée dans la direction de l'obstacle, le pouvoir de diffraction (ou de réflexion) de l'obstacle, la sensibilité du récepteur.



Vue avant et vue supérieure de l'indicateur panoramique d'un radar maritime (Lab. Radioelectr.).





Grâce au radar panoramique, le navigateur peut fixer sa position par rapport aux points caractéristiques de la côte et aux phares et balises et aussi par rapport aux autres navires pour éviter tout risque de collision malgré la brume.

Si l'aérien du radar est à 12 mètres au-dessus du niveau de la mer, on obtient des indications nettes sur un tracé de côtes à 20 milles; pour une altitude de rivage de 60 mètres; à 7 milles, pour une altitude de rivage de 6 mètres; un cargo de 5 000 tonnes est observable jusqu'à 7 milles, un bateau de pêche de 9 mètres de long, jusqu'à 3 milles, un amer de faible taille (une bouée par exemple) jusqu'à 2 milles.

La limitation minimum est imposée par le fonctionnement même de l'appareil. Un radar émet une impulsion très brève, pendant laquelle son récepteur est désensibilisé; dès la fin de l'impulsion, le récepteur retrouve sa sensibilité et l'écran peut enregistrer les échos.

Mais le passage d'émission à réception n'est pas instantané; en 1 microseconde, un rayon hertzien parcourt 300 mètres, c'est-à-dire qu'il frappe un obstacle à 150 mètres et en revient. Si rapidement qu'on parvienne à établir la commutation, il y a un temps mort; on arrive toutefois à réduire à une cinquantaine de mètres la portée minimum d'observation; les distances sont mesurables avec précision à partir de quelques centaines de mètres.

Sur mer, un autre phénomène risque d'accroître la portée minimum: les vagues, au voisinage du radar, se conduisent comme des obstacles de petite taille et, par temps de houle, la zone centrale de l'écran panoramique devient lumineuse: l'énergie renvoyée vers le radar est beaucoup plus faible que celle qui serait due à une bouée ou à un navire, mais elle suffit à saturer l'écran: un amer, même important, devient alors indiscernable dans la luminosité due à la houle. On obvie à cet inconvénient en réduisant automatiquement la sensibilité du récepteur pendant que l'exploration se fait à courte distance.

Il est important de noter que les indications données par un radar sur le tracé d'une ligne de côte ne sont pas identiques à celles qui sont fournies par une carte: sur une carte, que la côte soit très basse ou bordée de falaises abruptes, elle est marquée par un trait précis. Mais un radar peut déceler très imparfaitement une côte basse, alors qu'il signalera nettement des hauteurs à l'intérieur des terres. On étudie la réalisation de nouvelles cartes côtières qui donneront une représentation plus conforme aux aspects des écrans des radars.

Un pouvoir séparateur élevé en direction est obtenu en réduisant au maximum la largeur horizontale du faisceau, mais il est indispensable de lui donner une hauteur sensiblement plus grande pour que, quels que soient le roulis et le tangage, l'obstacle continue à être « éclairé » par l'aérien.

## UTILISATION DES INDICATIONS DES ÉCRANS PANORAMIQUES

Une représentation panoramique sur un écran, si précieuse soit-elle, demande quelques adjonctions pour être d'une exploitation facile. En particulier, il faut y figurer le cap tenu par le navire. Il n'y a pas là de difficulté: chaque fois que l'aérien passe par le plan de symétrie du bâtiment, on peut provoquer un tracé lumineux sur l'écran: grâce à la rémanence de la substance fluorescente, le cap est indiqué par un rayon, lumineux en permanence. On peut asservir la présentation sur l'écran de telle sorte que le rayon lumineux qui figure le cap soit fixe: le paysage de l'écran tourne alors quand le navire change de cap ou fait une embardée, et les observations sont rendues pénibles. Il est préférable de réaliser l'asservissement à un gyrocompas: le Nord est alors toujours en haut de l'écran (supposé vertical);

Antenne tournante du radar du port de Liverpool, au sommet d'une tour de 24 m. Le réflecteur est pourvu de fentes pour réduire sa résistance au vent.



l'orientation du paysage est fixe ; seule le repère lumineux du cap tourne lorsque le navire change de direction.

On peut projeter à volonté sur l'écran de certains radars une rose lumineuse de compas, calée d'après la position du navire, et qui permet de donner immédiatement des ordres à l'homme de barre.

Comme nous l'avons indiqué, la mesure des distances des obstacles se déduit de la distance radiale d'une tache lumineuse sur l'écran. La mesure de cette distance peut se faire de façon très simple avec le dispositif suivant ; on fait apparaître sur l'écran une circonférence dont un bouton permet de régler le rayon : on tourne le bouton de manière à faire passer la circonférence par la tache lumineuse ; il suffit alors de lire un cadran associé au bouton pour connaître la distance de l'objet. On peut encore, avec un dispositif optique simple, voir en coïncidence la carte marine et le paysage de l'écran, la carte devant être déplacée à mesure que le navire avance.

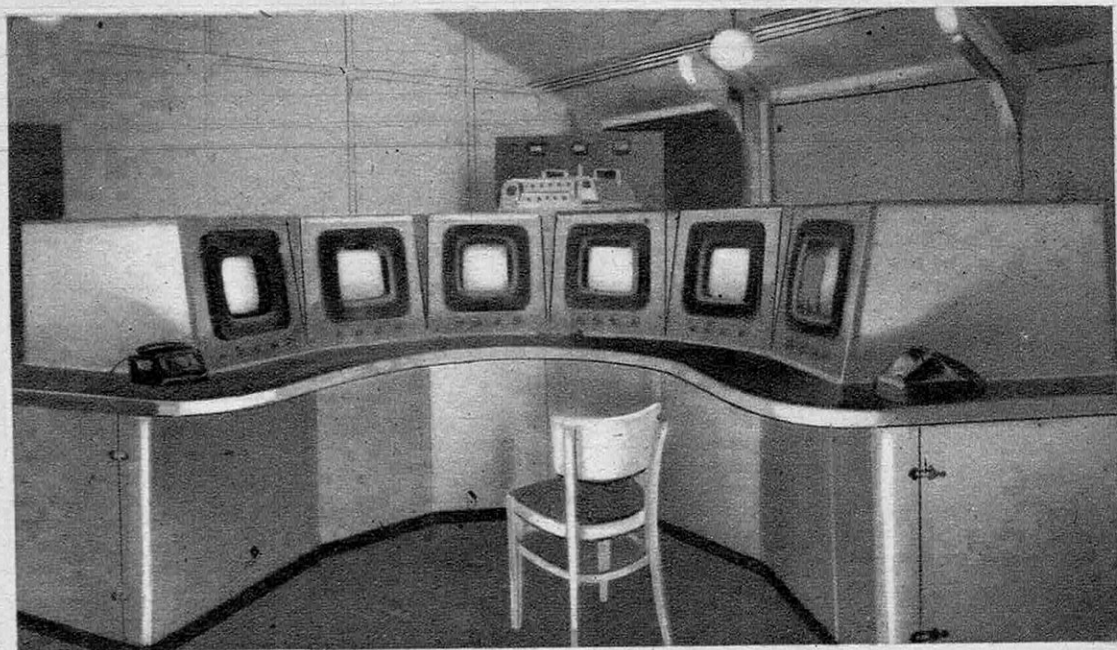
Sur certains bâtiments, on juge nécessaire de disposer simultanément, en deux ou trois points, des indications de l'écran panoramique ; par exemple, dans la chambre des cartes et sur la passerelle. Il est possible d'adjoindre à l'écran principal du radar des écrans répéteurs, qui lui sont reliés par câble, à une distance qui peut dépasser 50 mètres.

## LE RADAR ET LA MARINE MARCHANDE

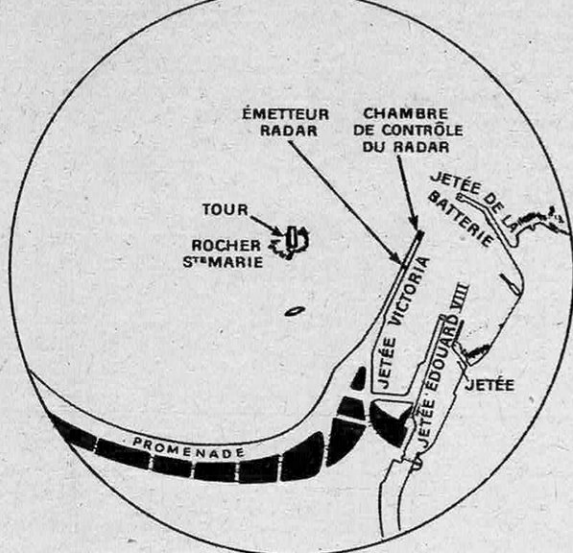
Le radar rend des services inappréciables pour la navigation en vue des côtes ou en chenal, et pour signaler les dangers de surface et prévenir les collisions. Pour ces emplois, on utilise des longueurs d'ondes de 3 cm environ, qui donnent une bonne précision. En haute mer, on préfère les ondes de 10 cm, qui donnent moins de précision, mais qui sont moins gênées par les grosses vagues et les conditions météorologiques.

Les services de phares et balises se sont préoccupés de faciliter l'utilisation des radars. Les bouées modernes sont pourvues de trièdres trirectangles, qui renvoient le rayon-

Le radar de Liverpool comporte six écrans : l'un donne une vue d'ensemble à petite échelle, quatre donnent des images partielles du chenal à plus grande échelle ; le dernier permet d'agrandir à volonté toute zone particulière.







Le port de Douglas (Ile. de Man, G. B.), tel qu'il apparaît sur l'écran cathodique du radar de port et sur la carte. Les navires donnent sur l'écran des taches lumineuses, ce qui permet de les guider malgré la brume (Cossor).

nement dans la direction d'incidence, en l'espèce vers le radar. Ce dispositif si simple augmente considérablement la portée d'observation des bouées.

Des radiobalises, à rayonnement propre, fonctionnant dans la bande de fréquences que peut capter le récepteur de radar, donnent sur l'écran des repères particulièrement nets.

## RADARS DE PORT

Les radars de bord sont parfois insuffisants : en particulier certains ports ont un chenal d'accès de grande longueur et dont une partie importante du tracé peut être masquée par la côte ou par des îles pour les navires qui approchent ou qui appareillent. Ces navires ne peuvent déterminer si le chenal est libre, et les autorités du port, consultées par radio, ne peuvent pas répondre avec précision lorsque le temps est bouché. Il en résulte des retards et des risques de collision, particulièrement graves lorsqu'il s'agit d'un port à grand trafic.

Plusieurs installations de radars ont été réalisées pour répondre à ce besoin.

L'aérien, auquel on peut donner des dimensions plus importantes que sur les navires, est placé au sommet d'une tour ou d'un mât.

La salle de radar, où sont groupés les écrans

panoramiques en nombre suffisant pour couvrir toute la longueur du chenal, communique en radiotéléphonie avec les navires, et notamment les navires de service du port et les bateaux-feux; les pilotes sont pourvus de petits postes émetteurs récepteurs portatifs individuels qui leur permettent de communiquer en toute indépendance avec la salle de radar. Les radars de port semblent appelés à un grand développement.

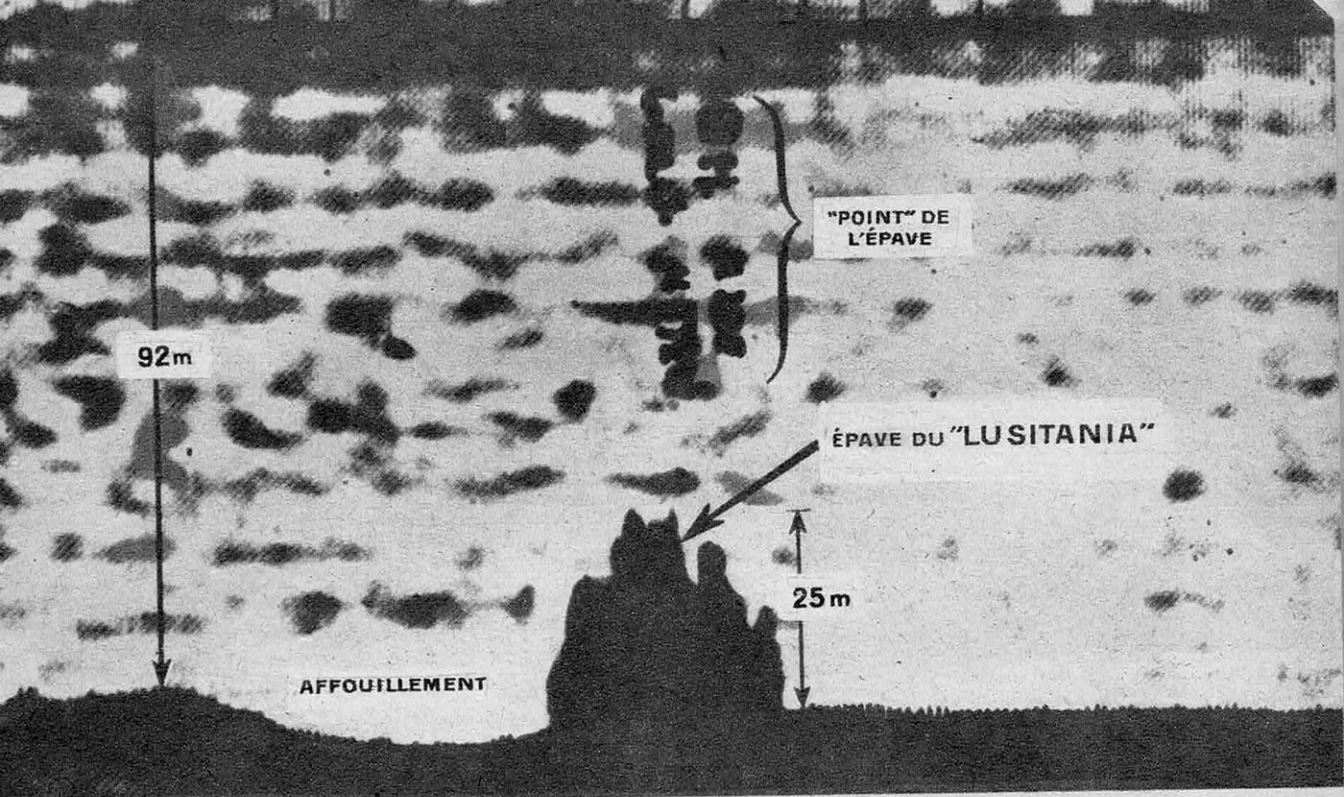
## RADARS DE GRAND ATERRISSAGE

Des radars de grande portée (50 à 100 km) installés au sol, en un point élevé, peuvent permettre la surveillance à grande distance : le contrôle d'une zone maritime importante, et notamment d'une aire de grand atterrissage, au voisinage d'un port, peut être réalisé sur un ou plusieurs écrans d'oscillographes à représentation panoramique. La surveillance permet d'observer les mouvements des navires; elle se complète par une liaison radiotéléphonique avec les bâtiments qui peuvent être appelés, identifiés, avisés des dangers de collision. On obtient, sur une plus grande échelle, les résultats que fournissent les radars de port avec une portée plus faible.

## APPLICATIONS MARITIMES DES ULTRASONS

La détermination du fond est primordiale pour la navigation; en eau peu profonde elle évite des échouages et peut contribuer à la détermination du point; elle permet la reconnaissance des lieux de pêche; elle constitue un élément essentiel des études océanographiques. Elle fournit des précisions indispensables aux navires câbliers, elle est nécessaire aux renflouages.

Depuis les temps les plus reculés, les marins utilisent la ligne de sonde, mais elle est fragile et d'un emploi lent et incertain, ses indications sont faussées par le déplacement du navire et par les courants. On a donc cherché à réaliser des dispositifs d'une exploitation plus sûre et plus efficace. Diverses tentatives furent faites, en particulier avec des ondes sonores, mais la véritable solution a été



L'épave du « Lusitania » apparaît sur la bande d'enregistrement du sondeur ultrasonore. On notera sur un de ses côtés l'affouillement du fond provoqué par les courants marins qui contournent cette épave (Marine Instr. Ltd.)

fournie par les ultrasons. De même nature physique que les ondes sonores, ils mettent en jeu des fréquences comprises entre 10 000 et 50 000 pér./s; leur absorption par l'eau est plus forte que celle des ondes sonores, mais les avantages l'emportent de beaucoup sur cet inconvénient; les fréquences élevées autorisent une grande directivité à l'émission, comme à la réception, il y a peu de bruits parasites susceptibles de brouiller l'écho, l'impulsion peut être rendue très brève, ce qui permet la mesure de très faibles fonds.

La marine est redevable de l'emploi des ultrasons à Langevin et à Florisson, qui ont réalisé l'ébranlement de l'eau à ces hautes-fréquences en utilisant les propriétés piézo-électriques des cristaux de quartz; le quartz, convenablement taillé, vibre sous l'action

d'un champ électrique variable, il possède une fréquence de résonance à laquelle on obtient des variations importantes de pression, transmissibles à l'eau pour l'émission. Réciproquement, des variations de pression exercées sur le quartz font apparaître des forces électromotrices; la réception de l'écho est assurée, et les cristaux utilisés pour l'émission peuvent être également employés pour la réception. Leur assemblage constitue un projecteur comparable aux aériens directifs du radar.

L'excitation du projecteur est obtenue par un générateur analogue à un émetteur radio-électrique, et qui fonctionne en impulsions très brèves, par exemple sous l'action d'étincelles; la réception utilise plusieurs circuits d'amplification, et fournit à volonté soit une

## SCIENCE ET VIE

Magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne

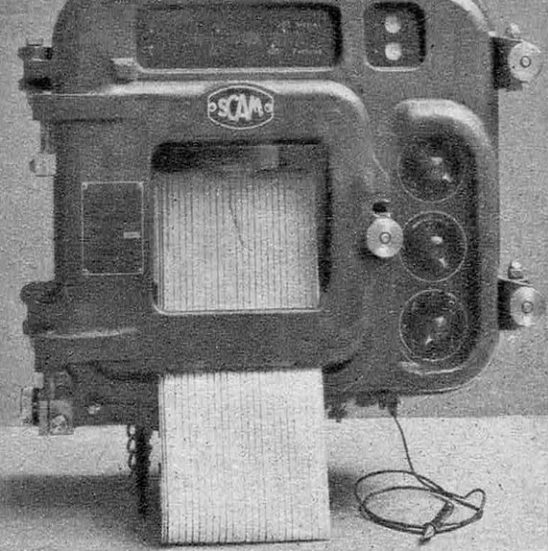
### ABONNEMENTS

AFFRANCHISSEMENT SIMPLE :		RECOMMANDÉ :	
France et Colonies. ....	600 fr.	France et Colonies. ....	1100 fr.
Etranger .....	900 fr.	Etranger .....	1300 fr.

Règlements par chèque postal ou bancaire — Compte Chèques Postaux : PARIS 91-07

ADMINISTRATION, RÉDACTION: 5, Rue de La Baume, PARIS (VIII<sup>e</sup>). Tél.: ELY. 26-69





Sur la bande s'inscrivent les échos ultrasonores donnant le profil du fond de la mer.



Le sondage par ultrasons révèle la présence de bancs de poissons et indique leur profondeur ainsi que leur épaisseur (S.C.A.M.).

indication visuelle, soit un enregistrement sur bande. L'indicateur visuel est constitué par une lampe au néon, qui devient lumineuse lorsqu'elle est soumise à une différence de potentiel suffisante, produite par l'arrivée de l'écho; la lampe tourne sous un cadran gradué, un masque ne laisse filtrer, quand la lampe s'illumine, qu'un trait de lumière dont la position sur la cadran permet la lecture directe du fond.

La précision atteint le centième, et le sondage est possible à partir d'une profondeur inférieure à 2 m. L'emploi d'impulsions répétées permet un sondage continu; pour le sondage à moins de 100 m, plusieurs centaines d'impulsions sont émises par seconde; pour les grandes profondeurs, les impulsions sont suffisamment espacées pour que l'écho ait le temps de revenir avant l'émission de l'impulsion suivante.

Le projecteur est fixé dans les fonds du navire; la face émettrice, disposée horizontalement, affleure le bordé, près de la quille; on choisit une position qui évite les remous qui provoquent des échos parasites; cet effet est surtout sensible aux grandes vitesses. D'ailleurs, quand le navire se déplace, il ne reçoit pas l'écho à la verticale; une partie de l'énergie est perdue. L'efficacité du sondeur est plus grande à l'arrêt qu'en marche; un sondeur d'une portée de plus de 8 000 m peut voir ses performances réduites à moins de 5 000 m à une vitesse de 10 nœuds. Le faisceau ultrasonore ne doit donc pas être trop étroitement concentré; son ouverture doit tenir compte du roulis et du tangage.

Les sondeurs piézoélectriques se construisent en divers modèles selon la profondeur maximum à mesurer, des modèles portatifs peuvent être utilisés à bord d'embarcations.

Les vibrations ultrasonores peuvent être produites par un autre phénomène que la piézoélectricité; la magnétostriction donne des résultats analogues. Une barre de nickel se dilate et se contracte sous l'influence d'un champ magnétique alternatif; le phénomène est réversible, et permet donc la réception des échos. On emploie plusieurs éléments groupés sur une base unique et conjuguant leur effet; comme pour les appareils piézoélectriques, la résonance est utilisée.

Les ondes ultrasonores peuvent être émises horizontalement, et non plus verticalement, pour d'autres applications que le sondage, et en particulier pour déceler et suivre les sous-marins; on sait les services rendus par l'asdic, pendant la dernière guerre, pour la détection des sous-marins.

La technique des ultrasons rend également et rendra de plus en plus de services, dans un domaine nouveau: l'aide aux pêcheurs, les bancs de poissons donnant des échos aisément utilisables. Peu de bateaux de pêche sont encore pourvus d'appareils à ultrasons, mais ils peuvent bénéficier des renseignements recueillis au cours de croisières d'études faites par des bâtiments spéciaux. C'est ainsi qu'en France, depuis la guerre, l'escorteur **Grenadier** s'est livré à des détectations méthodiques des sardines et des thons sur les côtes de Bretagne et des harengs dans la Manche. Il a ramené un grand nombre de renseignements sur l'abondance des bancs, leur répartition en surface et en profondeur; une carte harengière a pu être dressée le long de la côte française. Le banc de harengs le plus important qui ait été rencontré avait 13 km de long et 4 km de large, plusieurs couches se superposaient parfois entre 6 et 18 m de profondeur.

Certaines des photographies de bâtiments de guerre et marchands publiées dans cet ouvrage ont été communiquées par M. H. Le Masson et extraites de " Les flottes de combat " (Soc. d'éd. géogr., maritimes et coloniales),

# Des possibilités illimitées

PUBLICITES REUNIES

S'OFFRENT A VOUS, quelles que soient les situations civiles et militaires auxquelles vous aspirez.

**Plus de 70% des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves de l'E.C.T.S.F.**

IL N'EXISTE PAS D'AUTRE ÉCOLE POUVANT VOUS DONNER LA GARANTIE D'UN PAREIL COEFFICIENT DE RÉUSSITE.



## ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F.

12, RUE DE LA LUNE PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

*Demandez le Guide des Carrières gratuit*

## RÉUSSIR

Pour obtenir une situation lucrative ou améliorer votre emploi actuel, votre intérêt est de suivre les cours par correspondance de l'E. N. E. C. Vous **RÉUSSIREZ** grâce à des méthodes d'enseignement modernes et rationnelles appliquées par d'éminents Professeurs. Demandez l'envoi gratuit de la brochure que vous désirez (précisez le N°).

Broch. 48.820 : Orthographe, Rédaction.

Broch. 48.821 : Calcul, Mathématiques.

Broch. 48.824 : Electricité.

Broch. 48.825 : Radio.

Broch. 48.826 : Mécanique.

Broch. 48.827 : Automobile.

Broch. 48.830 : Dessin Industriel.

Broch. 48.833 : Sténo-Dactylographie.

Broch. 48.834 : Secrétariat.

Broch. 48.835 : Comptabilité.

Broch. 48.836 : Langues (Anglais).

Broch. 48.837 : C. A. P. — B. P. Commerce

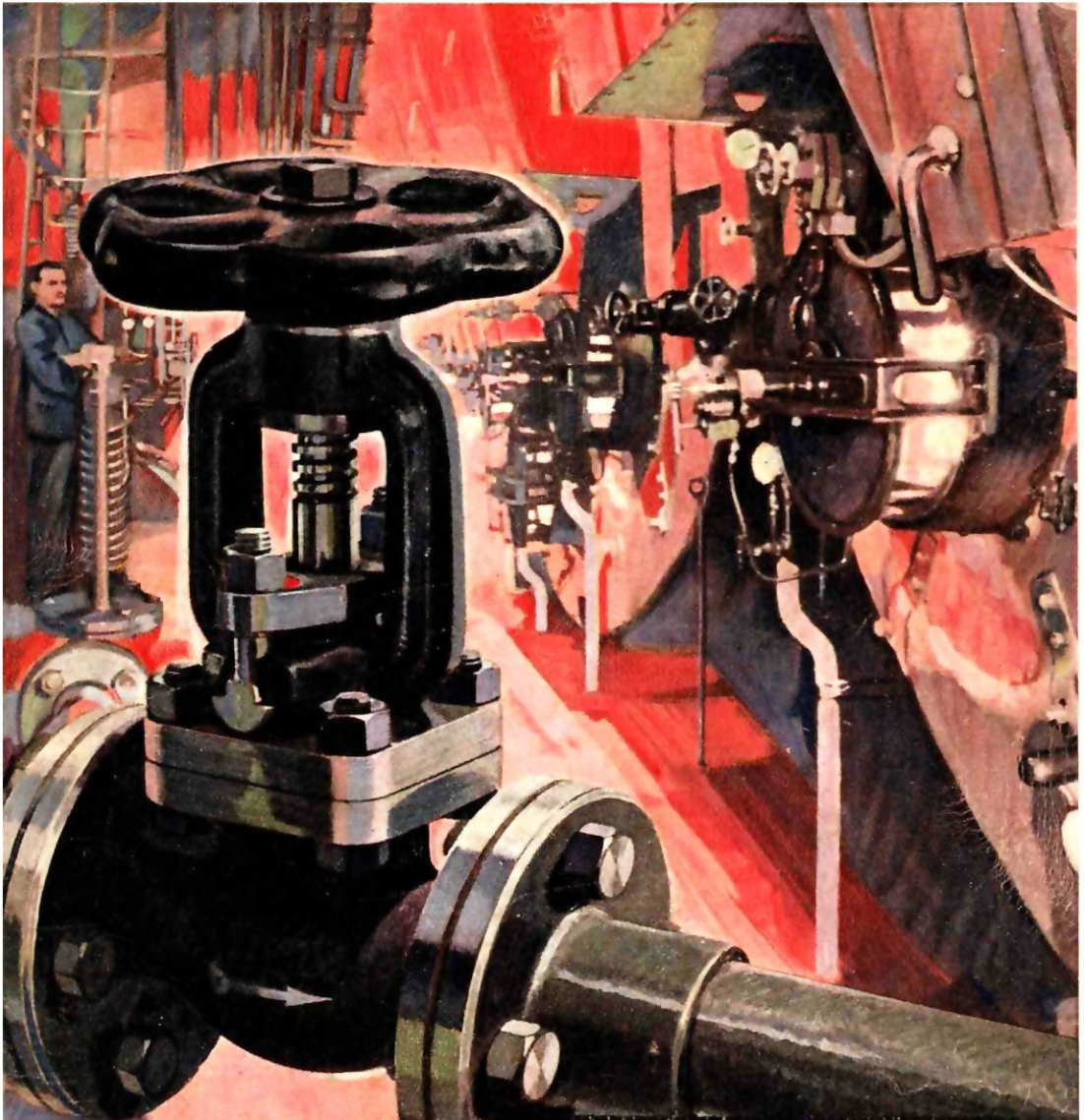
Broch. 48.838 : Carrières Commerciales.

Broch. 48.841 : Préparation aux baccalauréats, 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> parties (2<sup>e</sup> session).

Broch. 48.842 : Préparation au Brevet élémentaire et Brevet d'Études du 1<sup>er</sup> cycle (2<sup>e</sup> session).

**ÉCOLE NORMALE  
D'ENSEIGNEMENT  
PAR CORRESPONDANCE  
28, RUE D'ASSAS, PARIS (6<sup>e</sup>)**





**LA**  
**ROBINETTERIE JULIEN**  
*équipe les installations*  
**de CHAUFFE AU MAZOUT**  
**( licence COEN )**

R. GERL

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS  
**JULIEN et C<sup>ie</sup>**  
50, Boulevard des Dames. MARSEILLE - COLBERT 27-38

C<sup>ie</sup> FRANÇAISE DES FOYERS TURBINE  
4, Place de la Libération, SÈVRES (S.-et-O.)  
OBS. 20-03