

SCIENCE ET VIE

JANVIER 1947

N° 352

30 FRANCS



Pelle
Kavo

Partout...

les techniciens capables sont très recherchés. Les grandes entreprises réclament des praticiens entraînés.

Jeunes gens, jeunes filles, notez que 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

Demandez le Guide des Carrières gratuit

ÉCOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE - PARIS
COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

PUBLICITES REUNIES



Croquis d'élève

"UN CRAYON, DU PAPIER..."

...sont mes meilleurs compagnons depuis que j'apprends **LE DESSIN**" écrivent à Marc Saurel de nombreux élèves. Vous embellirez, vous aussi, votre existence en apprenant à dessiner, facilement, chez vous, **PAR CORRESPONDANCE**.

"LE DESSIN FACILE", inventé par Marc Saurel qui a su conquérir et garder depuis 35 ans l'estime et la confiance de milliers d'élèves, ne vous demandera que quelques heures par semaine. Guidé par un tel maître, vous serez surpris de vos rapides progrès. Du reste, demandez à un ancien élève de Marc Saurel ce qu'il pense de son enseignement.

bon

- LE DESSIN FACILE
 - LA PEINTURE FACILE
 - LE DESSIN DE MODE
 - LE DESSIN D'ILLUSTRATION
 - LE DESSIN DE PUBLICITÉ
 - LE DESSIN ANIMÉ
 - LE DESSIN DE LETTRES
 - LE DESSIN INDUSTRIEL
- et un cours pour enfants de 6 à 12 ans "JE DESSINE"

★ Découpez et envoyez nous ce bon avec 12 frs en timbres. Vous recevrez cette brochure illustrée SV 92 qui sera pour vous une véritable initiation à l'art du dessin.



"LE DESSIN FACILE"
11, rue Kepler, Paris (16°)

UN DE CES COURS VOUS INTÉRESSE!!!

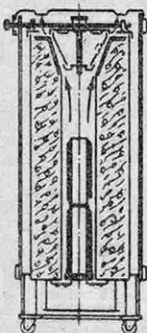


VOUS adopterez le chauffage à l'électricité, car c'est le plus sain, le plus souple et le plus économique.

Vous choisirez les radiateurs **NORDIA** - brevetés - pour leur technique rationnelle, leur rendement élevé et leur garantie de trois années.

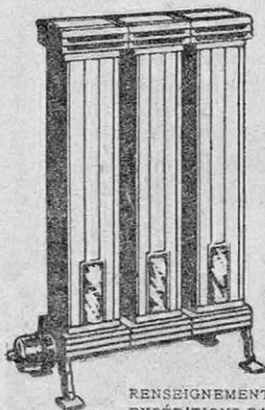
LES RADIATEURS A ACCUMULATION

Ne brûlent que du courant de nuit, jamais limité, et vendu au tiers du tarif normal. Composés d'éléments juxtaposables de 1 000, 1 500 ou 1 800 watts. Spécialement conçus pour cet usage : maniables, entièrement calorifugés, obturation à cône, résistances accessibles.



LES RADIATEURS A CHAUFFAGE DIRECT

Ce sont de véritables "POÊLES ÉLECTRIQUES" en fonte, chauffant par radiation et par brassage de l'air ambiant. Formés d'éléments juxtaposables de 500 ou 800 watts. Ils apportent le chauffage d'appoint pendant les demi-saisons et les grands froids.



RENSEIGNEMENTS ET PRIX SUR DEMANDE
EXPÉDITIONS RAPIDES DANS TOUTE LA FRANCE

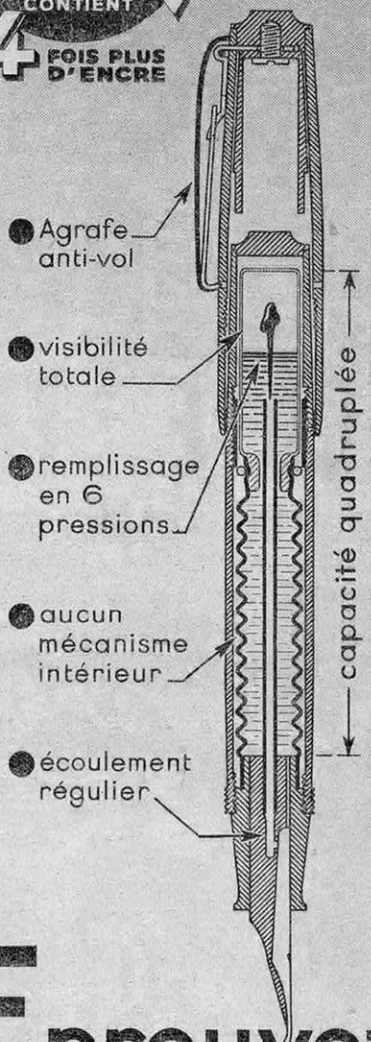
A partir d'un compteur de 10 ampères

NORDIA

ATELIER 30

4, CITÉ GRISET, PARIS - XI^E

OBERKAMPF 10-27



E prouvez la réelle supériorité technique du **303**
Breveté par les Établissements

STYLOMINE

Usines et Bureaux : 2, rue de Nice Paris

Les 3 Grands de la Radio

POLYMESUREUR
Prix (port en sus) 15.500.

SUPER-CONTRÔLEUR
Prix (port en sus) 4.975.

POLYMETRE
Prix (port en sus) 9.975.

Expéditions FRANCE, COLONIES et ÉTRANGER
Catalogue avec prix contre 10 francs

CIRQUE - RADIO

24, boulevard des Filles-du-Calvaire, PARIS (11^e)
Tél. : ROquette 61-08 C. C. PARIS 445-66

Tréraid

11
LARGEURS DE PLUMES

pour
CADRES
FILETS
TITRES
DESSINS

APPRECIÉZ
la plume
TRÉRAID
en réclamant
spécimen
à
SERGENT - MAJOR
42, r. d'Enghien, Paris
Joindre 6 francs en timbres
pour frais
Spécifier : moy. gros,
ou très gros

A PLUME DE FRANCE
CON. GAULOIS

Gilbert & Blanzzy-Poure

FABRIC. EXCLUSIFS DE LA PLUME SERGENT-MAJOR

Vous qui jouez
au **LEXICON**
et au **MONOPOLY**
vous serez emballé
par

ASCOT

Ce nouveau jeu où vous retrouverez
l'atmosphère passionnante des courses,
où vous serez à la fois
l'entraîneur
le jockey
le gagnant

* Demandez ASCOT dans les
Grands Magasins et maisons de jouets

MIRO COMPANY
Editeur - 7, Rue Talleyrand - PARIS
(pour le gros seulement)

Le Cordon Élastique de téléphone

ELASTOPHONE

BREVETÉ
300%
Extensible
est tellement pratique!

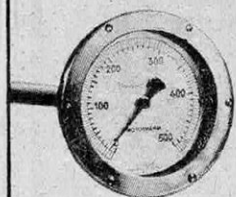
un câble
et
c'est tout

Toute
correspondance
ELASTOPHONE
42 rue X. Simon
SAINT-ETIENNE
TÉL: 39-48
Tous renseignements
sur demande

300% d'élasticité

Cables pour tous appareils

THERMOMÈTRE INDUSTRIEL



Appareil robuste, insensible aux chocs et aux vibrations.

Étanche aux gaz et aux liquides.

THERMOSTAT



Muni de contacts électriques réglables sur toute l'échelle de graduation.

Fonctionne sous tous courants.

RÉGULATEUR-INDICATEUR

GALTIER ET C^{IE}

20, rue de La Condamine, PARIS (17^e)

Tél. : MAR 55-47

LYNX



Le Succès

est certain, grâce au Lynx, le plus simple, le plus précis des appareils 3x4.

Corps métallique rigide ;
Objectif ultra-lumineux
"Flor" Berthiot F/3,5 ou F/2,8 ;
Obturateur focal à 1/500'

Pour tous les amateurs
L'APPAREIL IDEAL

PHOTO-RAYLU

8, Avenue de la G^e-Armée, PARIS

AUTOMOBILISTES

*Ne gaspillez plus l'essence
qui coûte si cher !..*



C'est le moment plus que jamais d'économiser l'essence qui est rare. Faites donc poser par votre mécanicien - garagiste le **remède de carburation SPIR** vous réaliserez une meilleure

SOUPLESSE

PUISSANCE

ECONOMIE

Établissements **SPIR**

153, rue Legendre, PARIS-17^e

Téléphone : MARCADET 52-10

Campez...

CAMPING
VETEMENTS
NAUTISME
ARTICLES SPORT

SPECIAL CAMPING
16B^e VOLTAIRE
PARIS
SUCURSALE MARSEILLE
11 COURS DEUTAUD

TARIF VETEMENTS OU CAMPING . 5 F

EN STOCK

LE PLUS GRAND CHOIX D'OUVRAGES
TECHNIQUES DE TOUTE LA FRANCE

Voici quelques ouvrages sélectionnés :

NOUVEAU MANUEL DE L'AUTOMOBILISTE. Toute la technique moderne de l'automobile. Important chapitre sur les pannes et les réparations **150**

LES TRAVAUX MANUELS ÉDUCATIFS. Tout ce que l'on peut faire soi-même avec le papier et le carton. Reliure, album, sous-mains, etc. Les 2 tomes . . . **183**

TOURS DE MAIN. Recueil de travaux d'amateurs décrits par un praticien : plans en relief, bateaux de pêche, métiers à tisser, armure de chevalier, etc. **75**

MAINS HABILES. Recueil de travaux manuels de plein air : bûcheronnage, bois sculptés, vestiaires rustiques, huttes, bouées, plongeurs, etc., etc. **75**

MON LOCAL. Installation et décoration du logis : sièges, tables, bibliothèques, installations électriques, cheville de bois, encadrements, frises décoratives, etc. **75**

OUVRAGES EN CUIR. Généralités sur les cuirs et l'outillage. Quelques ouvrages faciles : reliure, étuis, portemonnaie, liseuses, sous-mains, sacs, fauteuils, etc. . . . **75**

JE SUIS UN INITIÉ ou la clé des grands mystères. Notions métaphysiques. L'homme. Les lois universelles. L'initiation. Tradition et modernisme. **60**

J'ENSEIGNE L'ART DE VOULOIR ET L'ART D'AGIR. Le succès et la réussite par l'éducation de la volonté. La guérison de la timidité, de l'appréhension et du cafard. **60**

L'ART D'AIMER. Petit précis d'éducation sexuelle et d'hygiène conjugale. La procréation volontaire. . . . **90**

LES CLÉS DU BONHEUR. Le libre arbitre. Les leviers spirituels du monde. La lutte et l'effort. Tout ce qu'il faut faire pour vivre heureux. **60**

LE MYSTÉRIEUX DOMAINE DES SONGES. Lexique alphabétique des rêves et leur interprétation prophétique **75**

MÉTHODE PRATIQUE POUR DÉVELOPPER LA MÉMOIRE. L'art d'apprendre, de retenir et de se rappeler exactement. **75**

L'ART DE VENDRE. Conseils aux représentants. La valeur personnelle. Préparation physique et morale. Préparation professionnelle. Nombreux conseils pratiques. . . **50**

UN RUCHER NAÏT. Cours complet d'apiculture avec exposé des dernières méthodes scientifiques. Tirage en héliogravure sur papier couché. Cartonné. **200**

LA T. S. F. A LA PORTÉE DE TOUS. Cours complet de radio théorique et pratique à l'usage des débutants. **180**

THÉORIE ET PRATIQUE DE LA RADIOÉLECTRICITÉ. Cours professé à l'École Centrale de T. S. F. Bases, théorie et pratique de la radio. Les 3 tomes (plus de 1 200 pages). **690**

FORMULAIRE PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ ET DE RADIO. Toutes les formules, tous les calculs usuels. **75**

DICTIONNAIRE DE RADIOÉLECTRICITÉ. Tous les termes, tous les symboles avec leurs explications. . . **60**

SCHEMAS DE RADIORÉCEPTEURS. 15 schémas complets de récepteurs modernes à l'usage des amateurs. **60**

RÈGLES A CALCUL DE POCHE " MARC ". long. 140. Complète avec étui et mode d'emploi, franco. **415**

CATALOGUE GÉNÉRAL N° 12 (Édition octobre 1946) contenant les sommaires d'un millier d'ouvrages sélectionnés (Automobile, Électricité, Radio, Mécanique, Aviation, Dessin, Photo, Sciences Occultes, Bricolage, etc.). . . . **15**

Expéditions immédiates contre mandat à la commande.
Port et emballage : 30% jusqu'à 100 francs avec minimum de 20 francs, 20% de 100 à 300 et ensuite 15%.

SCIENCES & LOISIRS

17, av. de la République, PARIS-XI^e

C. C. P. PARIS 3793.13



AVIATION **AIRMER** MARINE
CHEMINS DE FER

Tout peut être reproduit à petite échelle...

En vous instruisant, vous aurez la satisfaction de réaliser de petits chefs-d'œuvre dont vous serez fiers.

Le modèle réduit est un délassement sain et instructif ; grâce à lui, nombreux sont les jeunes qui ont découvert « leur voie ».

Mais, pour réussir, vous devez vous adresser à une firme spécialisée qui vous procurera des plans très précis, des pièces détachées variées et de toute première qualité, un outillage sérieux ainsi qu'une documentation comprenant la description de tous les modèles récents.

Envoyez aujourd'hui même

10 francs en timbres-poste qui vous seront remboursés à votre premier achat à AIRMER (Service SV) et vous recevrez son importante documentation générale.

17, rue de Belzunce
PARIS (9^e)

Téléphone :
TRU 72-44

PUBLICIS

VENTE PAR
CORRESPONDANCE

AU SEC
AU CHAUD
A L'AISE
DANS UNE
CANADIENNE

DOUBLÉE
MOUTON
PLEINE
PEAU

V9J

Valentin
LE ROI DES CAOUTCHOUCS

6 Avenue de CLICHY-Métro Pl. Clichy
158 Rue LAFAYETTE-Près G. du Nord

Lyon ROUEN LILLE STRASBOURG

Demandez
le Catalogue
illustré
N° 4

BOR.

Les cours par correspondance DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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

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

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

BROCHURE L. 18.600. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

BROCHURE L. 18.601. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 18.602. — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

BROCHURE L. 18.603. — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

BROCHURE L. 18.604. — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

BROCHURE L. 18.605. — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 18.606. — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

BROCHURE L. 18.607. — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

BROCHURE L. 18.608. — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

BROCHURE L. 18.609. — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

BROCHURE L. 18.610. — CARRIÈRES DE L'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

BROCHURE L. 18.611. — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

BROCHURE L. 18.612. — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

BROCHURE L. 18.613. — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, Bibliothèque, etc...).

BROCHURE L. 18.614. — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

BROCHURE L. 18.615. — ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

BROCHURE L. 18.616. — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc...

BROCHURE L. 18.617. — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

BROCHURE L. 18.618. — CARRIÈRES DU CINÉMA.

ÉCOLE UNIVERSELLE
59, boulevard Exelmans, PARIS

DESSINER *c'est amusant* et ça rapporte

Le dessin n'offre pas seulement des joies personnelles, les bons dessins sont rares, recherchés et bien payés. Quelle que soit votre occupation actuelle, le dessin peut vous rapporter des gains supplémentaires. Il peut même être pour vous le début d'une nouvelle carrière dans l'illustration, la publicité, la mode, le dessin humoristique, la décoration, le portrait, le paysage, etc...



Songez à assurer dès maintenant votre avenir. Préparez-vous à une carrière indépendante, et lucrative. L'École

*Joli bois gravé
réussi par un de nos
bons élèves devenu
professionnel.*

A. B. C. vous enseignera le dessin par correspondance, d'une manière à la fois amusante et pratique, que vous habitiez une grande ville ou le plus petit des hameaux. Dès la première leçon vous ferez des dessins qui vous étonneront. Vous n'auriez jamais pensé obtenir de tels résultats aussi rapidement.

La caractéristique de la méthode est de faire travailler tout de suite d'après nature : objets, animaux, personnages, paysages.

DEMANDEZ LA NOUVELLE BROCHURE DE RENSEIGNEMENTS



*Ce remarquable
croquis plein de vie
qui témoigne de
réelles qualités d'ob-
servation a été pris
sur le vif par un de
nos élèves.*

Un luxueux album abondamment illustré est offert gratuitement, pour vous renseigner sur la méthode, le programme et les cours de spécialisation. Vous y trouverez une documentation complète ainsi que le témoignage de nombreux élèves enthousiastes et reconnaissants. En écrivant, donnez-nous des détails ; avez-vous déjà dessiné ? Quel but voulez-vous atteindre ? (Joindre 6 fr. pour frais.)

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

(Studio 64), 12, rue Lincoln (Ch.-Élys.), PARIS (8^e)

Il existe un cours par correspondance spécial pour enfants de 8 à 13 ans. Demandez l'album « ENFANTS ».



Ax3

**3 fois plus
adhésive...**

ADHÉSINE A REPRIS SA
FABRICATION D'AVANT-GUERRE

Sa formule bien spéciale
à un pouvoir adhésif triple
de la colle blanche ordinaire

et le

FLEXO

vaut mieux qu'un pinceau pour amollir
la surface de la colle et pour l'étendre

Sans augmentation
de prix, tous les pots

ADHÉSINE

sont livrés avec un

FLEXO

B^e S.G.D.G. *Corrector*



Exigez bien un pot

d'après
REB

ADHÉSINE

la triple colle blanche parfumée

CH. LEMONNIER 514



Un poste de radio gratuit

Comme avant la guerre...

L'ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE

fournit gratuitement, à tous ses élèves, le matériel
nécessaire à la construction d'un récepteur moderne.

Ainsi les **COURS TECHNIQUES** par correspondance

sont complétés par des **TRAVAUX PRATIQUES**

Vous-même, dirigé par votre Professeur Géo MOUSSERON,

construirez un poste de T. S. F.

CE POSTE, TERMINÉ, RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ

Documentation gratuite affranchie philatéliquement sur demande :

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE

51, BOULEVARD MAGENTA - PARIS 10^e

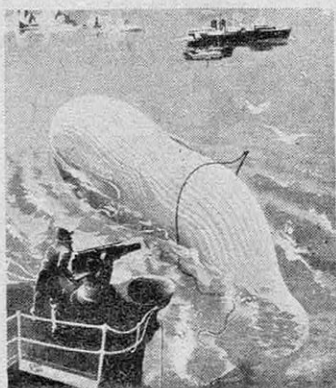
SCIENCE ET VIE

Tome LXXI - N° 352

Janvier 1947

SOMMAIRE

- ★ L'industrie baleinière, par Henri Le Masson..... 3
- ★ La science du sol, par H. Mais..... 13
- ★ Vers la météorologie radioélectrique, par A. Haubert..... 21
- ★ L'avion prospecteur des richesses minières, par M. Dérivé..... 26
- ★ Le renflouement des navires, par Pierre Chaumois..... 31
- ★ Le camouflage à la mer, par Jacques Brédat..... 43
- ★ A côté de la Science, par V. Rubor..... 47

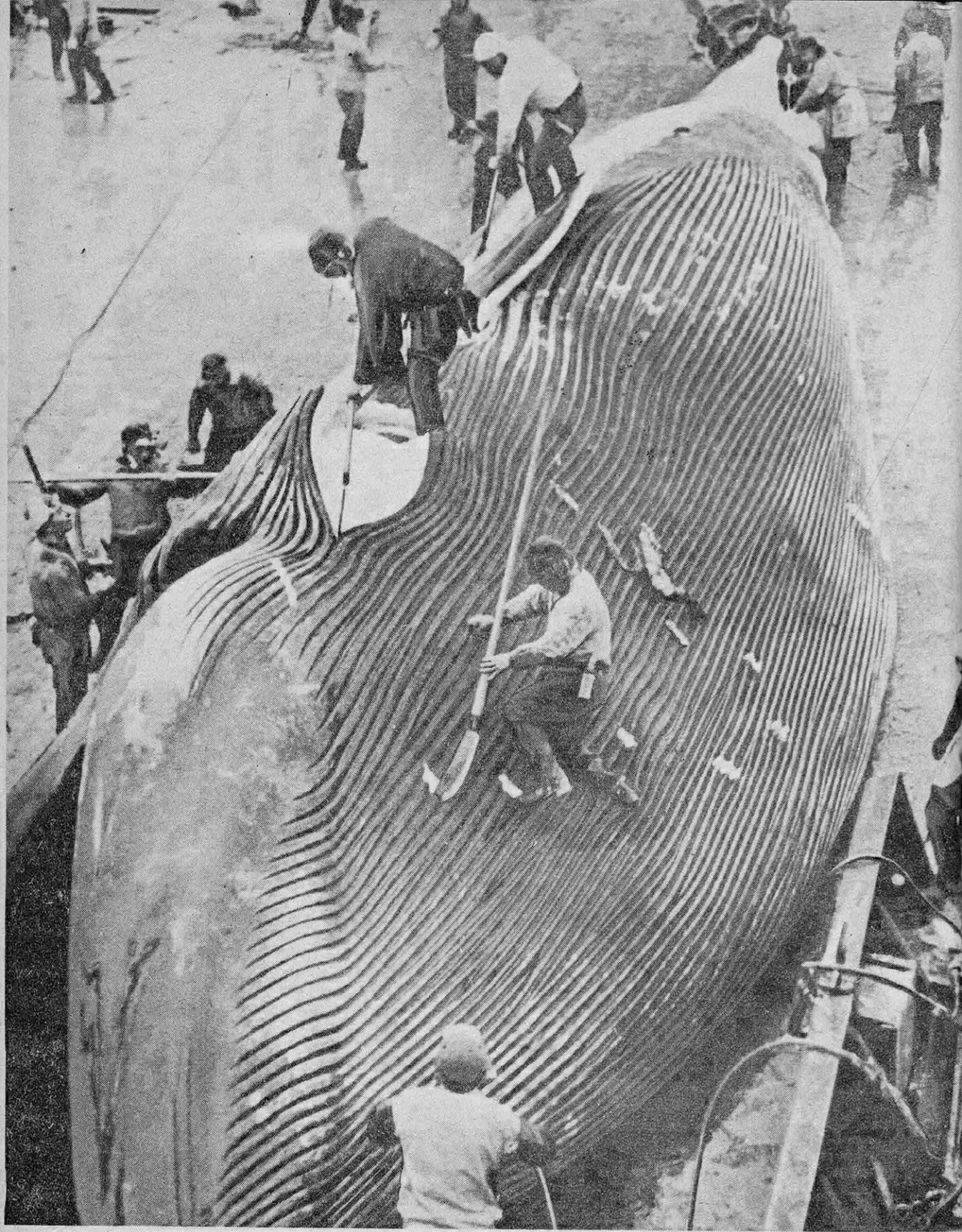


Les baleines constituent une véritable mine de produits alimentaires et industriels de toutes sortes : l'huile est utilisée pour la fabrication de la margarine et des savons ; la viande, convenablement traitée, pour la consommation humaine ; la poudre d'os et le guano pour l'alimentation du bétail ; le spermaceti et l'ambre gris, pour la parfumerie ; les fanons ou les dents (suivant les espèces), pour des usages divers. Les antiques baleiniers à voiles ont maintenant fait place à d'immenses navires-usines où sont traités tous ces produits et sous-produits, et qui servent de bases flottantes à de flottilles de petits vapeurs chargés de la chasse et à des hydravions ayant pour mission la reconnaissance des troupeaux de cétacés. La couverture de ce numéro représente la prise d'une baleine, au moment où, venant d'être harponnée, elle va être remorquée par le chasseur jusqu'au navire-usine sur le pont duquel s'effectuera le dépeçage. (Voir l'article en page 3 de ce numéro.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la Vie moderne. Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris (VIII^e). Téléphone : Élysées 26-69. — Publicité : 24, rue Chauchat, Paris (IX^e). Téléphone : Provence 70-54. Chèque postal : 91-07 Paris. Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « Science et Vie », janvier mil neuf cent quarante-sept.

ABONNEMENTS. — A franchise simple : France et Colonies, 300 francs ; Étranger, 450 francs. Recommandé : France et Colonies, 400 francs ; Étranger : 600 francs. Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virements) sont acceptés. Compte de chèques postaux : PARIS 91-07.

Tout changement d'adresse doit être accompagné de 5 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi.



LE DÉPEÇAGE D'UNE BALEINE : LA BALEINE, APRÈS AVOIR ÉTÉ HISSÉE SUR LE PONT DU BALEINIER, EST DÉPECÉE : LA TÊTE EST COUPÉE, LES FANONS RETIRÉS, PUIS LE LARD, QUI SE TROUVE EN ÉPAISSEUR SOUS LA PEAU, EST DÉCOUPÉ EN BANDES

L'INDUSTRIE BALEINIÈRE

par Henri LE MASSON

La pêche à la baleine compte parmi les plus anciennes activités maritimes de notre globe. Ce sont des marins français qui, il y a quelque douze cents ans, furent les premiers à chasser les cétacés. Pendant longtemps, cette pêche fit la fortune de nombreux armements basques, puis normands et dunkerquois ; mais, depuis une centaine d'années, elle n'est plus pratiquée par notre pays. Sa technique a évolué récemment d'une manière considérable ; les entreprises qui s'y livrent aujourd'hui non seulement mettent en jeu d'importants capitaux, mais aussi font appel à un personnel et un matériel très spécialisés. Les navires-usines ont un déplacement atteignant 32 000 t, autant que certains grands paquebots, et sont équipés d'hydravions et de radars.

Aux temps de la marine à voiles

LES moyens dont disposaient encore la plupart des baleiniers de la fin du XIX^e siècle n'étaient pas très différents de ceux des premiers « chasseurs » de baleines. Les navires qu'ils montaient, les « baleiniers », étaient de robustes voiliers, généralement des trois-mâts de 300 à 400 tonneaux (1) portant des équipages d'une quarantaine d'hommes et embarquant des approvisionnements pour deux à trois ans, durée de certaines campagnes. On utilisait, pour attaquer la baleine, des embarcations à rames, légères, rapides — les « baleinières », — à l'avant desquelles se tenait debout le harponneur.

Indiquons que le dernier voilier baleinier, l'*Andrew Hicks*, appartenant à l'armement américain William Wings, a été retiré du service, après une active carrière de cinquante ans, en 1917 seulement.

Le métier était pénible et dangereux non seulement parce que l'animal devait être approché de très près — on lançait le harpon à la main, — mais aussi parce que les parages fréquentés étaient hostiles, avec des brumes et des tempêtes fréquentes.

Les moyens de dépeçage étaient primitifs : le corps une fois remorqué le long du bord était retenu par une chaîne passée sous la queue et pivotait lentement sur lui-même tandis qu'au moyen de palans à bras on détachait des bandes de peau et de graisse. Sur le pont, était installée la « cabousse », sorte de fourneau en briques, et plusieurs chaudières, trois généralement, servaient à la préparation de l'huile que l'on emmagasinait dans des barils de bois.

Si les méthodes de « chasse » n'avaient pas beaucoup évolué pendant plusieurs siècles, les zones de pêche, par contre, avaient beaucoup varié. Au X^e siècle de notre ère, on pourchassait surtout le cétacé dans le golfe de Gascogne ; à la fin du XV^e siècle, les armements anglais et français commencèrent à remonter dans les parages du Spitzberg et à s'intéresser à la baleine dite du Groenland, beaucoup plus grosse que la baleine

franche ou cachalot qui avait été pêchée jusque-là ; cette baleine du Groenland mesurait en moyenne 20 m de long, mais elle atteignait parfois 30 m et son enveloppe grasseuse, épaisse de 60 cm, pouvait, dans le cas d'animaux de 12 m de circonférence, peser jusqu'à 30 t. A la fin du XVII^e siècle, des centaines d'équipages pêchaient la baleine : on a évalué à plus de 10 000 le nombre des baleines harponnées entre 1679 et 1688, et on sait qu'en 1697 188 baleiniers en capturèrent 1 059.

L'évolution des zones de chasse : l'Antarctique, royaume du cétacé

La pêche à la baleine s'intensifia au début du XIX^e siècle, lorsque de nouvelles zones de chasse furent découvertes dans les parages des Aléoutiennes et du détroit de Davis. A la fin des guerres napoléoniennes, Aberdeen, Peterhead et Dundee en Angleterre étaient les principaux centres de cette industrie en Europe, et on signalait comme remarquables les résultats de la campagne d'un baleinier de Peterhead, en 1814, avec 44 baleines. Aux États-Unis, les premiers baleiniers apparurent en 1712 sur la côte de l'Atlantique, mais les ports d'armement les plus importants devinrent rapidement San Francisco et Seattle sur le Pacifique (époque 1840-1850). A la fin du XIX^e siècle, les baleiniers opéraient principalement dans les eaux septentrionales de l'Atlantique et du Pacifique, ou encore dans les parages avoisinant la côte occidentale d'Afrique, à hauteur du Gabon.

Depuis une cinquantaine d'années, cependant, c'est l'Antarctique qui est devenu la zone de chasse la plus fructueuse. Un capitaine norvégien, Carl Anton Larsen, s'y intéressa le premier en 1892 (campagne du *Jason* dans la mer de Weddel) et, quelques années plus tard, après quelques premières campagnes infructueuses, il devint assez heureux dans ses entreprises pour que ses armateurs qui, les premiers, voulurent monter une affaire sur des bases puissantes, pussent distribuer un dividende de 100 %. En 1902, Larsen accompagna l'explorateur polaire Nordenskjöld dans son exploration de la terre de Graham, au sud du cap Horn, pour reconnaître les possibilités de cette zone. Ces parages, ainsi que ceux de la mer de Ross, sont actuellement considérés comme les zones les plus intéres-

(1) Rappelons que le tonneau de jauge, unité de volume servant à évaluer la capacité intérieure ou tonnage brut d'un navire marchand, vaut 2,83 m³, tandis que le déplacement, ou poids d'un navire, s'exprime en tonnes.

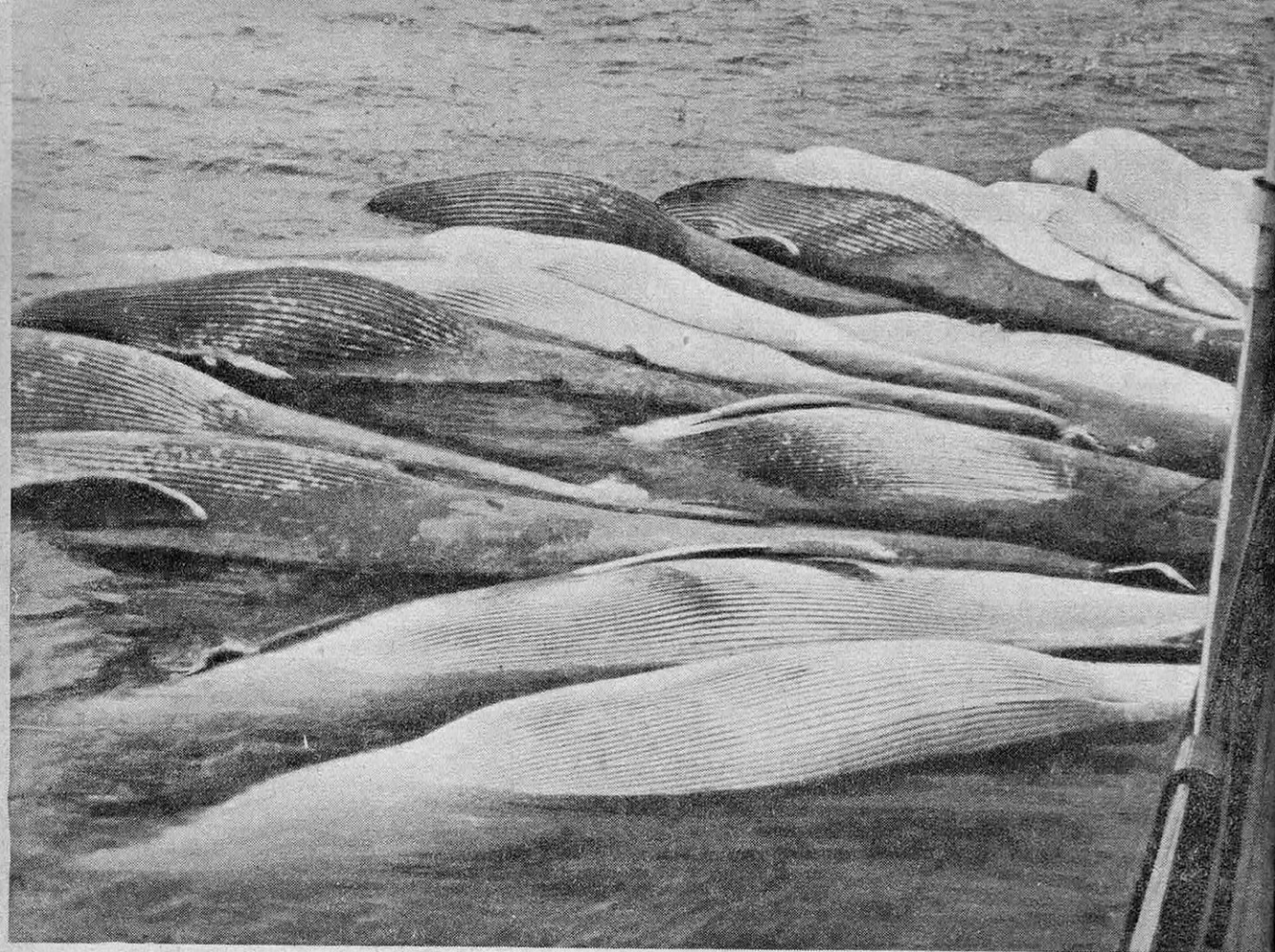


FIG. 1. — BALEINES ATTACHÉES AU NAVIRE-USINE EN ATTENDANT D'ÊTRE HISSÉES A BORD POUR LE DÉPEÇAGE
 Les chasseurs qui escortent le navire-usine lui amènent leurs prises pour être dépecées à bord. Un navire-usine peut traiter vingt-quatre « baleines bleues » par jour.

santes, la minuscule île de la Géorgie du Sud, située au large du cap Horn et sur les confins de l'océan Antarctique étant devenue le grand centre fixe de l'industrie baleinière contemporaine. Possession anglaise et terre longtemps inhabitée, la Géorgie du Sud est devenue une colonie norvégienne de fait. En 1939, une petite population sédentaire d'environ 750 habitants, dont seulement sept femmes, y résidait, comprenant, en dehors des pêcheurs, le personnel d'une station météorologique et scientifique, ainsi que les ingénieurs et ouvriers de quelques ateliers ouverts pour l'entretien des navires baleiniers basés sur l'île.

A elle seule, la zone antarctique a assuré, pendant les vingt-cinq années qui ont précédé la dernière guerre, plus de 90 % de la production mondiale en huile de baleine et produits annexes, tandis qu'en 1906, 10 % seulement des baleines capturées provenaient de cette région très lointaine.

Les espèces pourchassées Les conventions internationales de contingentement

Les animaux chassés comprennent de nombreuses espèces. Jusqu'au siècle dernier, on n'en

pouvait capturer facilement que deux : la *baleine franche* et le *cachalot* dont les cadavres, à l'inverse de ceux des autres cétacés, ont la propriété de flotter, ce qui permettait de les amener facilement jusqu'aux baleiniers pour les dépecer (fig. 1). Depuis que l'on dispose de moyens perfectionnés et qu'il est possible aux « chasseurs » d'insuffler de l'air comprimé dans les cadavres pour les maintenir à la surface de la mer, les baleiniers modernes pourchassent également les autres espèces dont les corps coulent après leur mort : *baleines bleues*, *baleines à ailerons*, etc., désignées généralement sous l'appellation de « baleinoptères ». Nous avons déjà indiqué les dimensions que peuvent atteindre les baleines proprement dites. Les cachalots et d'autres espèces sont beaucoup plus petits : les cachalots, par exemple, dépassent rarement la longueur de 14 m ; ils ont d'ailleurs des dents et non des fanons, et l'huile que l'on en extrait, moins abondante que celle d'une baleine, est, par contre, de meilleure qualité. Il a fallu tenir compte des dimensions très variables de ces animaux pour la détermination des statistiques de pêche. C'est ainsi qu'on compte deux baleines à ailerons ou deux baleines et demie « Humpback » ou six baleines « Sei » pour une baleine « bleue ».

Ces proportions ont été établies à l'occasion de conférences « baleinières » qu'il fallut bien se décider à réunir pour réglementer cette industrie lorsqu'on commença à craindre, il y a une vingtaine d'années, un trop rapide dépeuplement des zones de chasse. Un premier cri d'alarme avait été poussé dès 1924, et plusieurs expéditions scientifiques montrèrent au cours des années suivantes que la longueur moyenne des baleines capturées était tombée d'un peu plus de 25 m de longueur à moins de 24 m, et que ce phénomène allait en s'accroissant rapidement. Une première convention conclue à Genève en 1931 dut promulguer l'interdiction de s'attaquer aux mères ou aux baleineaux. D'autres conventions — celle de 1937 en particulier — devaient ultérieurement limiter le nombre

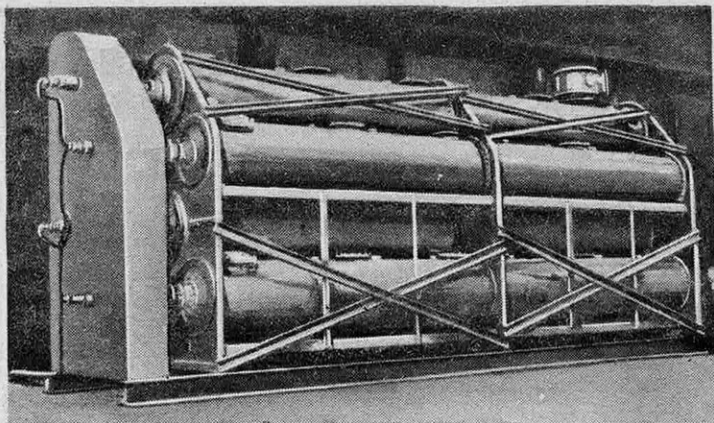


FIG. 2. — DESSICATEUR POUR LES FOIES DE CÉTACÉS

L'huile de foie de cétacé a une haute valeur nutritive, supérieure à celle de l'huile de foie de morue. On la prépare en faisant subir aux foies, préalablement déshydratés par le vide, un procédé d'extraction par dissolution. La figure représente un dessiccateur comprenant quatre cylindres horizontaux dans lesquels des agitateurs malaxent sous un vide poussé les foies hachés.

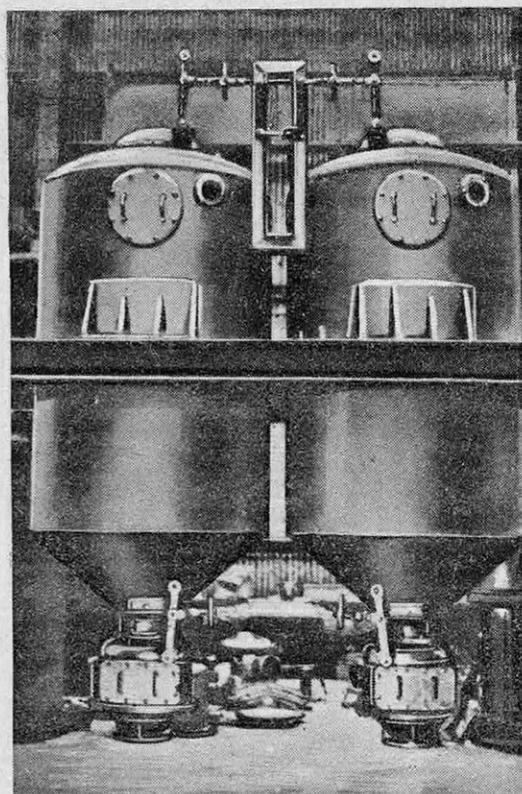


FIG. 3. — TRÉMIES-RÉSEROIRS POUR LE TRAITEMENT DES FOIES DE CÉTACÉS

A la sortie des dessiccateurs, les foies passent dans ces trémies-réservoirs qui desservent les appareils dans lesquels l'huile est extraite par l'emploi d'un solvant inflammable.

des cétacés qu'il était permis de capturer au cours d'une saison de pêche, cela toujours dans l'intention de préserver l'espèce.

Les produits extraits de la baleine et leur emploi

Le matériel utilisé pour le dépeçage, l'extraction de l'huile et la transformation de tous les sous-produits de la baleine est extrêmement varié et important ; mais, tout d'abord, quels sont ces produits ? On peut les cataloguer de la façon suivante :

1° L'huile, tirée des couches de graisse qui enveloppent, sous la peau, la charpente et la chair de l'animal, et dont on distingue cinq qualités suivant le degré de pureté, la valeur de l'huile n° 1 atteignant environ le quintuple de celle de l'huile moyenne. Ces huiles intéressent dans une notable proportion la fabrication de la margarine alimentaire ; elles sont utilisées aussi dans les savonneries et les tanneries ;

2° La poudre d'os et le guano provenant du traitement de la charpente de l'animal et de sa partie musculaire, dont on fait une poudre de viande et des tourteaux pour l'alimentation du bétail, ou qui servent d'engrais dans l'agriculture. Une baleine de taille moyenne peut en fournir jusqu'à quatre tonnes ;

3° Le spermaceti, qui existe dans la tête des cachalots, matière grasse de grande valeur pour la fabrication des bougies de luxe, des cosmétiques et des parfums ;

4° L'ambre gris, sécrétion d'origine morbide recueillie dans les intestins. Soluble dans l'alcool et l'éther, l'ambre gris est très employé dans la fabrication des parfums. C'est une substance d'une valeur considérable, et l'on cite encore un marchand anglais qui, en 1898, en vendit un bloc de 111,5 kg pour 18 360 livres, soit environ 9 millions de francs ;

5° Les fanons ou les dents suivant les espèces. Certaines baleines des mers australes fournissent jusqu'à un millier de fanons mesurant parfois

	« Southern Venturer » et « Norhval »	« Balaena »
Déplacement	32 383 t	32 000 t
Tonnage brut	14 066 tx	15 000 tx
Longueur	163,06 m	163,07 m
Largeur	19,50 m	23,47 m (1)
Tirant d'eau (en charge)	10,51 m	10 m (environ)
Appareil moteur	Machines alternatives	Machines alternatives
Puissance	5 000 ch	8 000 ch
Vitesse	10-11 nœuds	11,5 nœuds
Auxiliaires	2 010 kW	2 172 kW
	(six génératrices à diesel et une à vapeur)	(deux turbo-génératrices, deux génératrices à diesel)
Équipage	402 hommes	444 hommes

(1) A hauteur du pont de dépeçage et de l'entrepont-usine qui débordent de la coque proprement dite. La largeur à la flottaison atteint 22,55 m.

FIG. 4. — CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES TROIS NAVIRES-USINES SORTIS DES CHANTIERS ANGLAIS DEPUIS LA FIN DES HOSTILITÉS

Le Southern Venturer et le Balaena battent pavillon britannique, tandis que le Norhval est armé par la Norvège. L'équipement du Balaena est complété par trois hydravions destinés à reconnaître les troupeaux de cétacés.

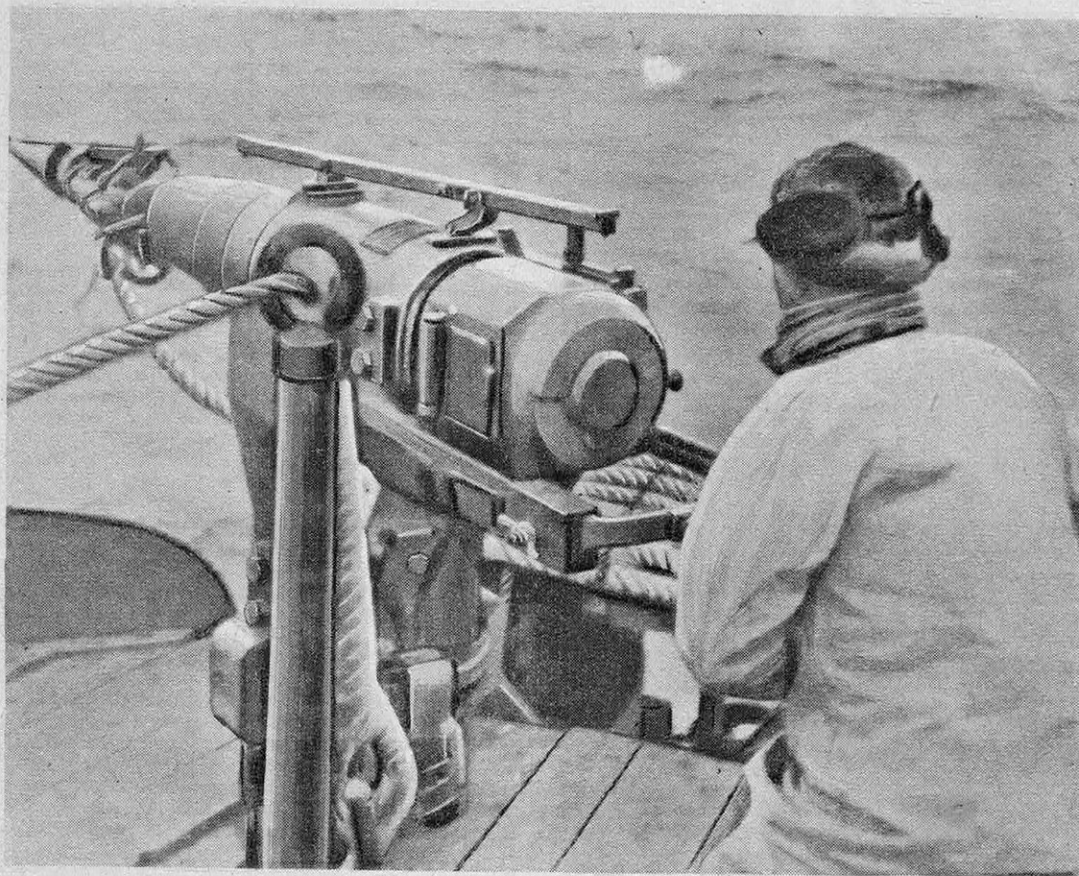


FIG. 5. — UN HARPONNEUR AUX AGUETS

Le canon lance-harpon est placé à l'avant du navire chasseur. Le harpon porte à sa pointe des arpillons qui s'écartent après avoir pénétré dans le corps du cétacé, lorsque se tend la corde qui, en se déroulant, permet de suivre l'animal dans sa fuite. La pointe du harpon renferme une charge qui explose à l'intérieur de l'animal pour le tuer.

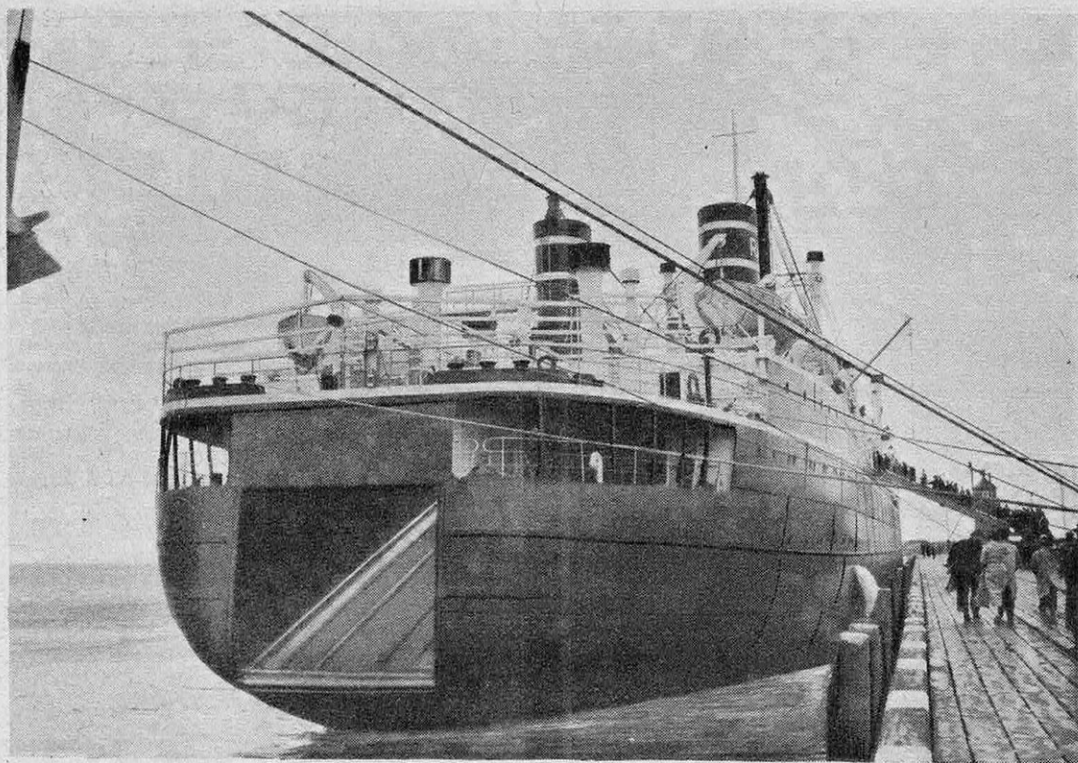


FIG. 6. — LE BALEINIER « KOSMOS-IV »

Ce navire-usine de 14 000 t est l'ex-Walter Rau allemand, lancé en 1937 et réarmé par la Norvège. On remarque le plan incliné qui s'ouvre dans la poupe par un tunnel et sert à hisser les baleines sur le pont pour les dépecer.

2,40 m de hauteur ; quant aux dents ou défenses des cachalots, leur ivoire fin est très apprécié.

Tous ces produits étaient les seuls qui fussent traités avant 1939. On s'est rendu compte depuis que la viande de baleine convenait à la consommation humaine à la condition d'être purgée de l'eau et de l'huile dont elle est imprégnée : elle aurait un goût se rapprochant de celui du veau. On a donc prévu sur les nouveaux navires-usines des appareils pour déshydrater la chair préalablement découpée en tranches, et d'autres pour la déshuiler et la congeler. La viande, qui contient 85 % de protéines et qui peut être rôtie ou grillée, est ensuite mise en boîte ou conservée dans des chambres froides pour être vendue, au retour, dans les boucheries anglaises. On traite aussi séparément les foies de baleine pour en extraire une huile très supérieure à l'huile de foie de morue et particulièrement riche en vitamine A (fig. 2 et 3). Notons en passant qu'un foie de baleine pèse entre 350 et 750 kg.

La situation de l'industrie baleinière en 1939

Au cours de la saison de pêche 1910-1911, on a capturé environ 6 500 baleines ; en 1924-1925, on a atteint le chiffre de 10 500 ; en 1928-1929, celui de 20 000 ; le chiffre record des captures fut de 40 000 en 1930-1931. Depuis, et jusqu'à la guerre de 1939, la moyenne annuelle s'est fixée aux alentours de 27 000 ; la production d'huile s'est élevée, pendant les dernières

campagnes d'avant 1940, à 470 000 t en moyenne.

Ces résultats ont été obtenus avec un nombre relativement peu élevé de bâtiments, puisqu'on n'arma en 1939 que 37 navires-usines, chaque navire-usine servant de base flottante à une flottille de « chasseurs », petits vapeurs de 150 à 400 t filant 12 à 15 nœuds et armés d'un canon lance-harpon. Plusieurs flottilles de chasseurs étaient, en outre, rattachées à des établissements terrestres installés en Nouvelle-Géorgie, en Afrique du Sud, en Australie et en quelques points du Labrador. Ces chasseurs opèrent autour de leur base flottante ou terrestre dans un rayon de 100 km environ. Le tireur, un spécialiste, est payé par des primes qui atteignent avant 1939 jusqu'à 10 ou 12 livres par animal capturé. Le harpon utilisé comme projectile est une courte lance comportant à la pointe des arillons robustes qui s'écartent après qu'ils ont pénétré dans le corps de l'animal, lorsque le câble qui le relie au « chasseur » se tend. La pointe du harpon renferme également une charge explosive pour tuer le cétacé ; elle agit à l'intérieur de l'animal (fig. 5).

La situation de l'industrie baleinière en 1947

Les 37 navires-usines de 1939, dont la plupart avaient un déplacement de 15 000 à 32 000 t, appartenaient : 12 à la Norvège, 10 à l'Angleterre, 5 à l'Allemagne, 6 au Japon, 4 à des consortiums chilo-argentin.

La flotte baleinière de 1939 a été très éprouvée par la guerre, proportionnellement plus que n'importe quelle autre catégorie de navires. Des 37 navires-usines existant alors, il ne subsiste que 9, dont 3 norvégiens, 3 allemands, 2 japonais et 1 argentin. Certaines des unités anglaises et norvégiennes disparues ont été torpillées, d'autres ont été détruites au cours d'un raid entrepris en 1941 par un ou plusieurs croiseurs auxiliaires allemands aux confins de l'Antarctique. Pratiquement, toute la flotte de pêche fut coulée ou capturée et des équipages de prise réussirent même à ramener dans des ports français de l'Atlantique, en dépit de la surveillance des croisières anglaises, plusieurs navires-usines lourdement chargés d'huile, car l'opération avait été adroitement déclenchée en fin de campagne de pêche.

La possibilité de recommencer les opérations de pêche à la baleine dépendait donc de la reconstitution rapide d'une flotte, et c'est pourquoi, dès la fin des hostilités, des navires-usines ont été parmi les premiers bâtiments spécialisés à être mis sur cale en Grande-Bretagne. Trois de ces bâtiments ont été récemment livrés : le *Southern Venturer*, le *Balaena* et le *Norhval*, ce dernier à la Norvège.

Six expéditions de pêche ont pu être organisées par les Norvégiens en 1945-1946, cinq par les Anglais et deux autres par les Argentins. Ce sont les Anglais et les Norvégiens qui se sont partagé les baleiniers allemands survivants : les Anglais arment sous le nom d'*Empire Victory* l'ex-*Unitas* (1937), bâtiment de 30 000 t, et sous celui d'*Empire Venturer* l'ex-*Wiking* (1929, 16 930 t) ; les Norvégiens ont pris possession du *Walter Rau* (1937, 14 000 t) rebaptisé *Kosmos IV* (fig. 6).

Il y a, d'autre part, sur cale 5 navires-usines pour le compte norvégien (3 en Angleterre, 1 en Suède, 1 au Danemark, tous de 21 500 ou 23 500 tonneaux, le plus important mesurant 195 m de longueur) et 1 pour le

compte anglais ou plutôt sud-africain (bâtiment de 30 000 t, mesurant 210 m de longueur, 24 m de largeur et qui aura un tirant d'eau de 10,70 m).

Un autre bâtiment-usine est en cours d'installation pour le compte de la Hollande, qui s'était désintéressée de l'industrie baleinière depuis 1870, mais où une société d'exploitation a été récemment constituée au capital de 15 millions de florins. Cette compagnie a acheté un pétrolier suédois, le *Pan Gothia*, de 14 155 tonneaux, construit en 1931, et rebaptisé *Wilhelm Barentz* ; les travaux de transformation sont en cours dans un chantier d'Amsterdam.

Le Canada projette de son côté la formation d'une compagnie baleinière au capital de 30 millions de livres et envisage la construction de deux navires-usines dont il escompte une production annuelle de 40 000 t. Il y aurait des projets analogues en Amérique du Sud où un groupement chilo-argentin commanderait bientôt deux navires-usines. Il n'est pas impossible, enfin, que l'Australie et l'Espagne s'intéressent, dans un avenir plus ou moins lointain, à cette industrie. Une mission de recherche australienne opère actuellement dans l'Antarctique et des négociations auraient été entreprises pour l'achat de navires-baleiniers. L'Espagne enfin fait construire 14 « chasseurs » : on peut donc inférer qu'elle pense à participer, elle aussi, d'une manière active, à ce genre de pêche (1).

Les nouveaux navires-usines

On trouvera dans le tableau de la figure 4 les caractéristiques principales des navires-usines sortis depuis moins d'un an des chantiers anglais : le *Southern Venturer* et le *Balaena* battent

(1) L'U. R. S. S. enfin vient d'obtenir de la Norvège l'affectation à ses services de pêche de plusieurs spécialistes de la baleine. On peut donc penser que les Soviets, qui montèrent quelques armements à partir de 1931, envisagent la reprise de la pêche à la baleine sous leur pavillon.

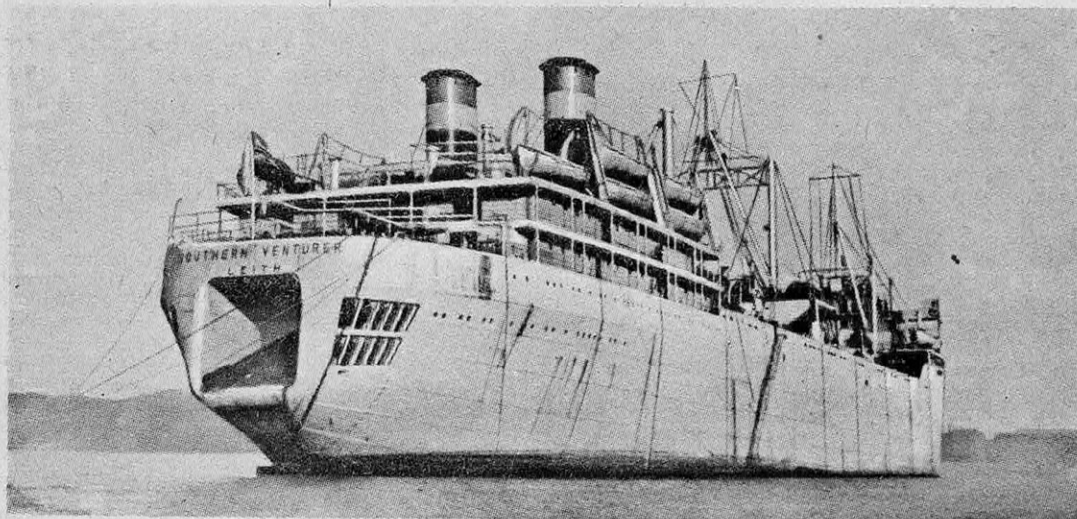


FIG. 7. — LE BALEINIER « SOUTHERN VENTURER »

Ce navire-usine de 32 000 t contient trente-six réservoirs d'huile d'une capacité totale de 20 000 t. A bord de ce navire, vingt-quatre cétacés peuvent être dépecés par jour, soit douze cents pour une campagne de pêche.

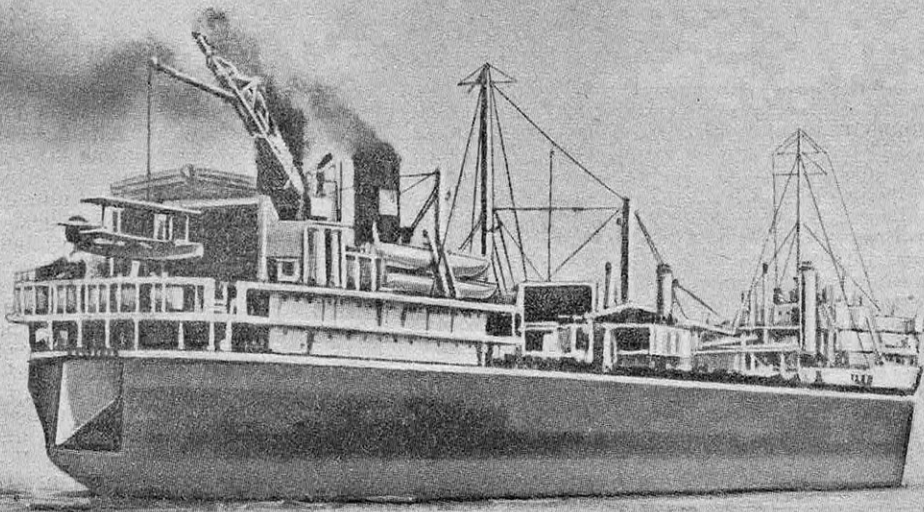


FIG. 8. — LE NAVIRE-USINE « BALAENA »

Ce baleinier de 32 000 t comporte un hangar pouvant contenir trois hydravions et une catapulte de lancement. Hangar et catapulte sont visibles sur cette photographie, où l'on aperçoit un des appareils amphibies « Walrus » employés pour reconnaître les troupeaux de cétacés et les icebergs.

pavillon britannique ; le *Norhval* qui est identique au *Southern Venturer*, à quelques détails près d'aménagement, est un bâtiment norvégien.

Le *Southern Venturer* et le *Norhval* ont été achevés dans un délai très rapide parce qu'ils étaient déjà sur cale comme pétroliers quand la décision fut prise de les aménager en navires-usines. On leur ajouta un entrepont d'une hauteur de 6,60 m pour l'installation des services particuliers à ce type de navire (fig. 7).

On remarquera sur les figures 6, 7 et 8, le plan incliné, sous tunnel, mesurant environ 6 m de largeur, existant dans la poupe : il sert à hisser les cadavres de baleines qui sont, ensuite, dépecés sur le pont supérieur. Cette disposition du plan incliné de hissage, aujourd'hui générale à bord des navires-usines, n'a pas toujours été la seule pratiquée. Lorsqu'on envisagea pour la première fois ce dispositif, au moment de la transformation du *C. A. Larsen* (ex-pétrolier *San Gregorio*, aménagé après la première guerre mondiale), on plaça le plan incliné dans l'étrave, dans des conditions telles qu'il pût être facilement obstrué par une porte étanche épousant les formes de l'avant. On peut aussi citer le baleinier *Solglimi* de 14 000 t, où le plan incliné avait été installé sur le côté, à l'intérieur de la coque. Il était masqué, en période de navigation normale, par un panneau mobile, relevable au moyen d'une grue.

Étant donné le poids considérable de la plupart des cétacés capturés (certains pèsent jusqu'à 150 t), les treuils de hissage et de manutention sur le pont sont extrêmement puissants (fig. 9). Il existe fréquemment sur un grand navire-usine deux treuils de 40 t, deux de 25 t, deux de 20 t, deux de 10 t dont l'action peut être conjuguée. On prévoit aussi de robustes cabestans et des mâts de charge à grosse puissance

de levage, car la *drome* (1) des baleiniers modernes comprend presque toujours un petit remorqueur ou, tout au moins, de grosses vedettes utilisées, lors du retour des « chasseurs », pour manœuvrer les cadavres des cétacés. Le *Balaena* totalise ainsi 9 mâts de charge d'une puissance unitaire de 10 t, deux treuils de 40 t, 25 autres de puissances diverses, dont 16 à vapeur et 9 électriques, et 10 cabestans.

L'équipement de navigation, l'appareil moteur et l'équipage d'un navire-usine

La coque d'un baleinier doit être robuste : ces bâtiments n'évoluent pas dans les glaces à proprement parler, mais leur construction doit être celle des navires opérant dans les mers polaires ; aussi l'étrave et les tôles avant de la coque sont-elles renforcées. La sécurité est d'ailleurs considérablement accrue par la perfection des installations de navigation et des moyens de transmission. Ceux-ci comportent, à bord des unités armées en 1945 et 1946, un gyrocompas, des appareils de radio à ondes longues et courtes, la radiotéléphonie, un radiogoniomètre, un sondeur automatique à ultrasons, différents modèles de signaux d'alarme à fonctionnement automatique en cas de brume, deux appareils radar. Ceux-ci peuvent servir aussi bien pour la détection des glaces que pour celle des baleines, mais sont surtout utilisés pour la veille-navigation.

Bien qu'il y ait eu des navires-usines propulsés au moyen de moteurs diesels — c'étaient

(1) On désigne sous le terme de *drome* l'ensemble des embarcations qui prennent place à bord d'un navire.

des bâtiments transformés qui avaient été à l'origine des paquebots ou des pétroliers — les baleiniers modernes sont habituellement dotés de machines alternatives à triple ou quadruple expansion d'une puissance de 6 000 à 8 000 ch, qui leur assurent une vitesse de 11 à 12 nœuds, amplement suffisante. La chauffe au mazout est maintenant d'un emploi généralisé. Quoique beaucoup d'auxiliaires fonctionnent à la vapeur, leur nombre et leur variété exigent néanmoins la présence d'une centrale électrique assez importante : à bord du *Balaena*, il existe un turbo-générateur de 1 500 kW, un autre de 72 kW et deux groupes diesel-dynamos de 300 kW chacun.

Le personnel d'un baleinier est nécessairement très nombreux : en général 400 à 500 personnes dont une partie seulement sont des marins, c'est-à-dire le personnel nécessaire pour la navigation et la manœuvre des remorqueurs et des vedettes ; un plus grand nombre sont des chauffeurs et des mécaniciens pour la conduite de l'appareil moteur et des auxiliaires ; plus de deux cent cinquante personnes représentent le personnel de l'usine proprement dite, et l'état-major comprend, en dehors des officiers de pont, de la machine ou de la radio comme sur n'importe quel navire, des ingénieurs et des chimistes. Presque toujours enfin, les navires-usines possèdent les logements nécessaires pour le personnel des « chasseurs » auxquels on ne saurait imposer de vivre dans ces rudes parages à bord de leurs petits bâtiments. On voit ainsi que ces bâtiments s'apparentent dans une large mesure aux convoyeurs ou ravitailleurs de sous-marins ou de destroyers dans les marines de guerre ; il existe, en effet, à bord des navires-usines des ateliers (forge, chaudronnerie, etc.) pour assurer l'entretien de la flottille des chasseurs.

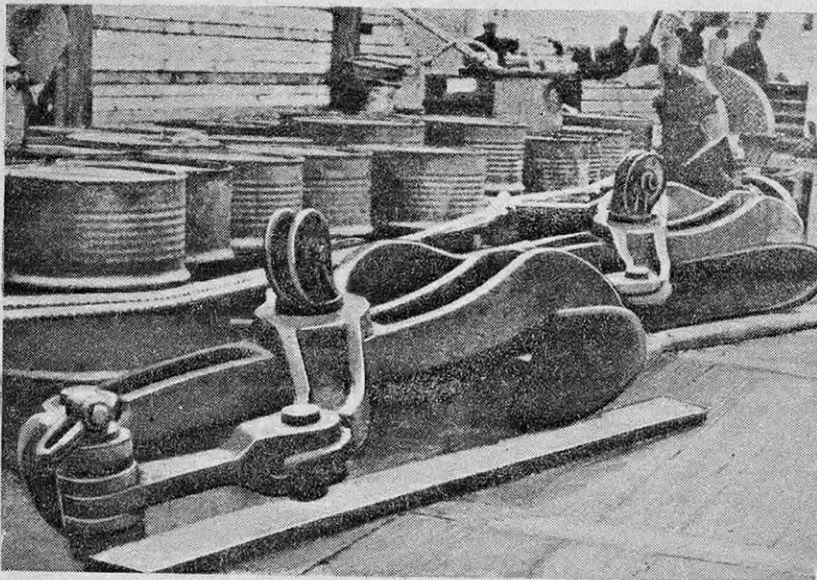


FIG. 9. — LES TENAILLES QUI SERVENT À HISSER LES CÉTACÉS À BORD DU NAVIRE-USINE
La baleine dite du Groenland pèse jusqu'à 150 t. Les tenailles représentées sur cette photographie permettent de saisir le cétacé par la queue et de le hisser sur le pont supérieur par le plan incliné de poupe, grâce à des treuils de 40 t installés au-dessus de ce pont.

L'installation aéronautique des baleiniers

À propos du *Balaena*, la grande presse a signalé comme une innovation l'embarquement d'hydravions destinés à la reconnaissance aérienne des troupeaux de cétacés : il n'en est rien. Bien avant la dernière guerre, les mâts de charge de certains navires-usines servaient déjà à mettre à l'eau ou à relever un hydravion ; ces installations aéronautiques, dont la première date de 1929 et fut réalisée à l'initiative du capitaine norvégien Lars-Christensen, à bord du *Norvegia*, avaient cependant été réalisées avec des moyens de fortune.

La nouveauté du *Balaena* réside dans l'aménagement d'un hangar sur la poupe et d'une catapulte de lancement (fig. 8). Le hangar est équipé pour recevoir trois hydravions, et ceux-ci sont manœuvrés au moyen d'une grue spéciale semblable à celles qui existaient à bord des navires de ligne et croiseurs anglais. La catapulte et la grue proviennent d'ailleurs du *Pegasus*, ancien pétrolier qui, sous le nom d'*Ark Royal* fut, en 1914, le premier bâtiment spécialement aménagé par l'amirauté britannique comme porte-hydravions et qui, récemment encore, servait de bâtiment d'expériences pour l'aéronautique navale. L'installation du *Balaena* a donc bénéficié de l'expérience considérable acquise par l'aviation navale britannique (la *Fleet Air Arm*).

L'équipement de l'« usine » à bord d'un baleinier moderne

Sur le pont supérieur du pont de dépeçage, en bois de chêne presque toujours, on trouve, en dehors des treuils déjà signalés, des scies à découper fonctionnant le plus souvent à la vapeur — quatre sur le *Balaena*. — À bord de ce bâtiment, le pont de dépeçage mesure 97,25 m de long et 23,5 m de largeur. Immédiatement en dessous, dans un vaste entrepont qui mesure — toujours sur le *Balaena* — 114 m de long, 23,5 m de largeur et 6,7 m de hauteur, sont installées les chaudières autoclaves pour la préparation de l'huile, au nombre de vingt-deux, les extracteurs, les condenseurs, les séparateurs et les broyeurs (fig. 10). Certains de ces appareils sont volumineux et leur longueur atteint une dizaine de mètres. Les manutentions sont facilitées par un transporteur à courroies qui dessert toute la longueur du pont, et à chaque extrémité de celui-ci existe un élévateur. La « matière pre-

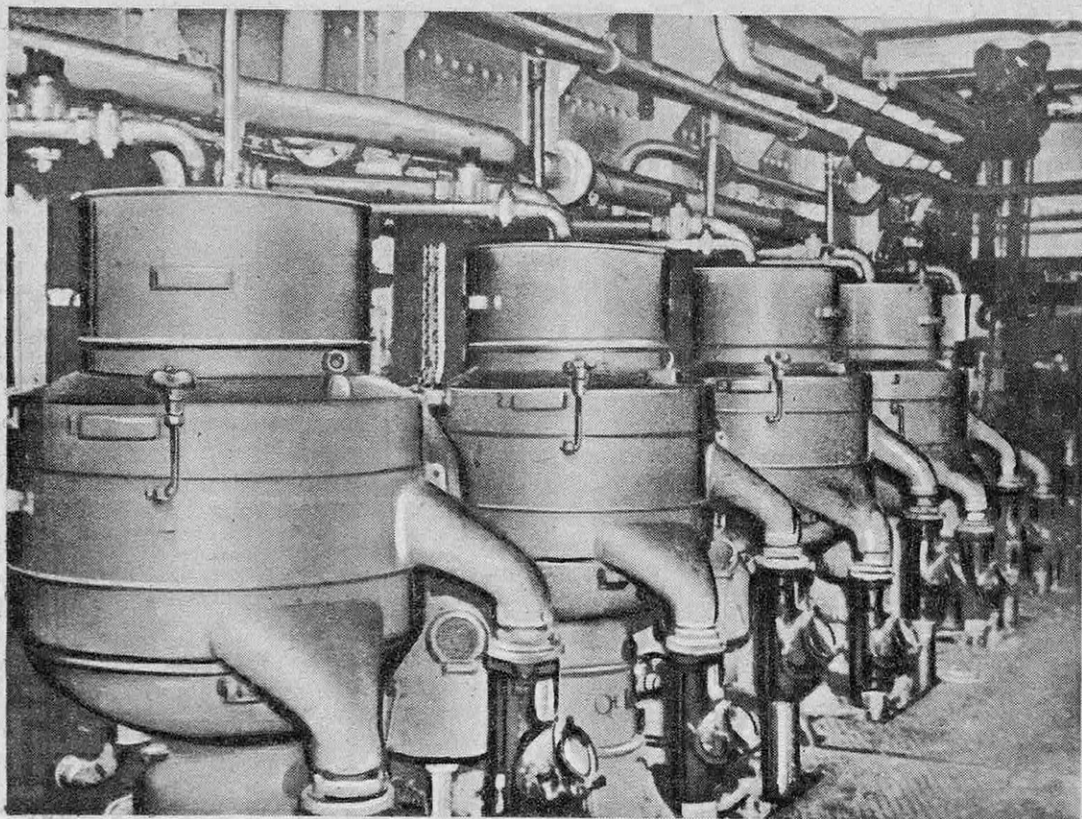


FIG. 10. — LES APPAREILS DE PURIFICATION POUR L'HUILE DE BALEINE

mière » provenant du pont de dépeçage est approvisionnée dans les appareils de l'« usine » au moyen de trappes s'ouvrant dans le pont supérieur. La fabrication des tourteaux et de la poudre d'os exige la dessiccation préalable de la chair pour assurer la destruction des microbes nuisibles à la conservation, en même temps que la coagulation de l'albumine.

L'huile est recueillie finalement dans des réservoirs qui occupent les fonds, à l'instar de ceux d'un pétrolier. A bord du *Southern Venture*, il en existe trente-six d'une capacité totale de 20 000 t. A bord de ce bâtiment, les installations de déshydratation de la chair permettent de traiter 25 t par heure, soit 24 baleines « bleues » par jour et près de 1 300 t pour une campagne de pêche. Rappelons qu'avant 1914, il fallait trois ou quatre jours de travail pour dépecer une baleine de taille moyenne, fournissant 60 à 70 barils d'huile ; aujourd'hui, un navire-usine dépèce couramment 15 à 20 cétaçés par jour ; à cette cadence, trois ou quatre mois suffisent pour remplir réservoirs et chambres froides ; en fait, la durée d'une campagne atteint, compte tenu des trajets et des temps morts, jusqu'à une dizaine de mois.

La propreté de tous les appareils de l'usine exige un important tonnage d'eau douce ; les appareils de distillation, compris dans les nombreux auxiliaires de tous genres que comporte un baleinier moderne, sont donc particulièrement puissants : le *Balaena*, par exemple, dis-

pose de trois ensembles distillateurs pouvant produire quotidiennement 750 t et d'une réserve d'eau douce de 2 240 t.

Les spécialistes norvégiens

Il est difficile de prévoir ce qu'il adviendra des projets d'armement des diverses nations dont nous avons parlé plus haut, en raison de l'avance prise par ces deux « puissances » baleinières que sont l'Angleterre et la Norvège, et surtout de l'attitude prise par la Norvège dont la position est d'autant plus forte que, depuis de nombreuses années, ce pays a fourni à tous les armements de pêche à la baleine, norvégiens ou non, la plus grande partie des spécialistes indispensables et certains équipements, les canons lance-harpons en particulier, qu'il était seul à fabriquer en 1939. Or, le gouvernement d'Oslo vient de promulguer une loi interdisant aux sociétés norvégiennes de fournir du personnel et des équipements aux armements étrangers, exception faite pour les Anglais. La Norvège, en effet, ne peut se passer des chantiers britanniques pour la construction des navires-usines. On peut se demander, par contre, ce qui sera répondu au nouvel armement hollandais. Celui-ci, en effet, cherche à négocier avec les Norvégiens pour obtenir des spécialistes dont la présence faciliterait la mise en route de son premier bâtiment-usine. Dans un ordre d'idées analogues et pour éviter entre elles une compétition qui pourrait être nuisible aux intérêts

généraux du pays, les compagnies baleinières norvégiennes ont conclu un accord d'assistance mutuelle, aux termes duquel leur industrie sera, pendant un certain temps tout au moins, une entreprise nationale commune.

Les projets anglais de limitation de l'industrie baleinière

On se préoccupe également en Angleterre des mesures à prendre pour « contingenter », comme avant la guerre et sur la base des accords de 1937 révisés en 1938, le nombre des cétacés qu'il sera possible de capturer au cours d'une saison de pêche et, par voie de conséquence, de déterminer le nombre des bâtiments-usines qui seraient nécessaires.

Le Comité des armateurs britanniques a soumis aux autorités responsables de Grande-Bretagne une étude d'ensemble d'où il résulte que vingt bâtiments-usines suffiraient pour assurer les besoins mondiaux. Le Comité propose de limiter à neuf le nombre des bâtiments anglais ; chacun d'eux disposerait d'une flottille de neuf « chasseurs » ; en outre, il existerait en territoire britannique sept stations terrestres équipées au total avec trente-neuf « chasseurs » : une en Géorgie du Sud, une en Afrique du Sud, une au Labrador, deux en Colombie britannique, une à Terre-Neuve et une en Australie.

Ces vingt navires et ces établissements suffiraient pour assurer une production annuelle de l'ordre de 400 000 t d'huile, sensiblement de même importance, par conséquent, que la production d'avant la guerre. Pour la saison de pêche 1945-1946, la production a été limitée par les participants à 300 000 t environ, correspondant en gros à 16 000 baleines « bleues » et à 16 000 baleines à ailerons. Il paraît douteux, cependant, en raison du nombre des expéditions qui ont pu être montées, que le rendement de la campagne ait même atteint 200 000 t, car les Norvégiens, qui assuraient plus de la moitié des armements, auraient été gênés par un temps particulièrement mauvais et n'auraient pas rapporté tout à fait 100 000 t.

Le rendement financier de l'industrie baleinière

Ces mesures de contingentement sont également voulues pour garantir aux armements intéressés un revenu raisonnable. Le rendement de l'industrie baleinière a connu, en effet, des fluctuations considérables. Six années de suite,

par exemple, un seul d'entre eux distribua, entre 1923 et 1928, successivement, 40, 50, 50, 90, 50 et 50 % de dividendes... Ces résultats expliquent le développement des flottes baleinières pendant les années suivantes. En 1930, 42 navires-usines, 20 « transports », 230 chasseurs appareillèrent pour le seul océan Antarctique, dont 35 usines et 178 chasseurs, appartenant à 28 sociétés différentes, battaient pavillon norvégien. L'entrée en lice d'importants armements allemands (à partir de 1935) et japonais, menaça de porter un coup fatal à cette industrie, car Allemands et Japonais ne respectèrent pas les engagements de contingentement pris et, en lançant sur le marché des quantités d'huile inattendues firent tomber les prix et menacèrent de ruiner leurs concurrents. Immédiatement avant 1939, beaucoup d'armements baleiniers ne faisaient plus de bénéfices ou distribuaient seulement de très faibles dividendes, et la situation financière de beaucoup était assez menacée.

On comprend, dans ces conditions, la protestation qui vient d'être élevée contre la décision du général MacArthur d'autoriser le Japon à prendre part à la prochaine campagne baleinière avec les deux navires-usines dont ce pays dispose encore, décision que le général américain justifie par la situation critique du Japon en matières grasses. Un inspecteur allié sera embarqué sur chacun de ces bâtiments pour veiller au respect des prescriptions de la convention internationale et s'assurer que les Nippons ne recommencent pas à massacrer délibérément, comme ils le faisaient avant la guerre, mères et baleineaux.

Dans le même ordre d'idées, on pense déjà à déterminer les conditions de la campagne 1947-1948 : les décisions la concernant devaient être prises par la session de l'« International Whaling Conference » dont une session a été convoquée en novembre 1946 à Washington.

Ainsi se présente la physiologie de l'industrie baleinière moderne. On ne peut qu'y regretter l'absence de tout armement français, depuis le milieu du XIX^e siècle. Rappelons cependant, pour être complet, que, vers 1925, une firme havraise possédant une concession aux Kerguelen arma un cargo pour en rapporter, plusieurs années de suite, l'huile extraite surtout des phoques pourchassés sur les rivages de cet archipel. L'incertitude des résultats, le naufrage du cargo mirent fin à cette entreprise demeurée sans lendemain.

H. LE MASSON

On a publié récemment les résultats du premier examen radiographique systématique de la population d'une ville française en vue du dépistage de la tuberculose. Ce sont les habitants de la ville de Montreuil-sous-Bois qui furent les sujets de cette vaste enquête, laquelle fut menée en utilisant le procédé de la « radiographie miniature » ou microradiophotographie. 32 823 Montreuillois, soit 53 % des habitants, âgés de plus de six ans furent examinés. Le pourcentage des tuberculeux évolutifs méconnus que l'on dépista fut de 0,27, à quoi il convient d'ajouter 0,37 % de sujets non évolutifs présentant des symptômes à surveiller. Le coût total de l'expérience de Montreuil s'est élevé à près d'un million et demi de francs. Chaque microfilm est revenu à 45 francs, soit presque dix fois moins cher qu'un cliché ordinaire.

LA SCIENCE DU SOL

par H. MAÏS

Ingénieur agronome

Si la géologie renseigne de façon précise sur la nature et la succession des différentes roches que l'on rencontre en effectuant dans un terrain des coupes profondes, l'agriculteur a besoin de connaître les propriétés de la couche superficielle qui constitue la terre arable proprement dite, les terrains de profondeur supérieure à un ou deux mètres l'intéressant peu. La géologie est, en général, impuissante à le renseigner, car la teneur de cette couche superficielle en sels, en matières organiques et en bactéries, tous éléments d'importance capitale, varie d'un lieu à l'autre, suivant l'exposition, la pente et le climat, pour un terrain identique du point de vue géologique. C'est ce qui justifie la naissance d'une science nouvelle, la pédologie (1), qui, étudiant l'évolution de la couche superficielle en fonction de la nature de la roche mère et du climat, donne une classification des terres suivant des catégories facilement identifiables et, par suite, permet de réaliser leur amendement rationnel et de déterminer leur vocation culturale.

Le sol arable, qui constitue la couche superficielle de tout terrain, résulte de la conjonction de deux éléments : la roche mère qui le supporte, et le climat qui le baigne. La roche mère, définie géologiquement, lui apporte en effet ses constituants chimiques, mais le climat, conditionnant la vie des microbes et des plantes, peut seul expliquer la texture des terrains et leur évolution, de sorte que le sol, engendré par l'action du climat sur la roche mère, tient ses qualités de l'un et l'autre, l'influence de l'un ou de l'autre pouvant d'ailleurs être prépondérante. De plus, aux qualités « innées » du sol viennent s'ajouter celles résultant de son « éducation » par l'homme qui l'a pris en main : l'homme défriche, engraisse, amende et du sol naturel fait une terre cultivée.

La pédologie, science du sol naturel

La pédologie n'est pas la science des terres cultivées, mais celle du sol naturel, c'est-à-dire de la résultante : climat-roche mère.

La pédologie fut fondée en 1880, en Russie, par Dokoutchaïev. C'est le professeur Agafonoff qui tenta le premier d'appliquer aux sols de France les méthodes de Dokoutchaïev. « Le sol, dit Agafonoff, est un corps créé par la rencontre de deux mondes : le monde minéral et le monde vivant. »

Le monde vivant, nous venons de le dire, dépend du climat. En climat chaud et humide, les microbes pullulent, et les décompositions sont rapides. En climat froid et sec, la flore bactérienne est moins active.

Un climat donnera des terres assez semblables entre elles, malgré la diversité des sédimentations sur lesquelles il agit, mais de richesse variable avec l'affleurement, ce qui explique que, dans une ferme et, par suite, sous un même ciel, il y ait des parcelles fertiles et d'autres très maigres. On a donc été conduit à distinguer les sols zonaux, les sols azonaux et les sols intrazonaux. Les sols zonaux sont ceux où l'action du

climat a complètement marqué son empreinte. Ils occupent les régions plates et depuis très longtemps soumises à l'influence climatique. L'absence d'érosion permet leur développement complet, comme dans les immenses plaines russes et comme dans nos Landes de Gascogne.

Les sols azonaux sont, par contre, des terrains de régions accidentées où l'érosion est plus rapide que la formation climatique. L'influence de la roche mère est dominante dans ces sols, qui sont fréquents en France.

Enfin les sols intrazonaux sont des sols que l'on trouve intercalés au milieu d'une zone climatique générale, dont ils sont différenciés à cause d'un climat local actuel ou ancien : c'est le cas des « loëss » alsaciens, et celui des limons des plateaux du Nord de la France.

Profils

On étudie le sol en y creusant une tranchée de 1 à 2 m de profondeur, de façon à couper ce terrain par un plan vertical. Cette section porte le nom de profil. En général, rien que par la différence des couleurs, il est facile d'y distinguer plusieurs horizons (fig. 1).

L'horizon supérieur a subi, évidemment, l'action la plus vive de la part du climat. Il porte le nom d'horizon éluvial, et on le désigne par la lettre A.

Entre la roche mère géologique et l'horizon A,

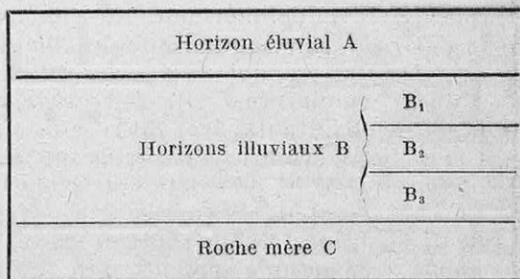


FIG. 1. — LES DIVERS HORIZONS PÉDOLOGIQUES

(1) Voir « Comment la pédologie contribue-t-elle à la connaissance des sols ? » (Science et Vie, n° 227, mai 1936).

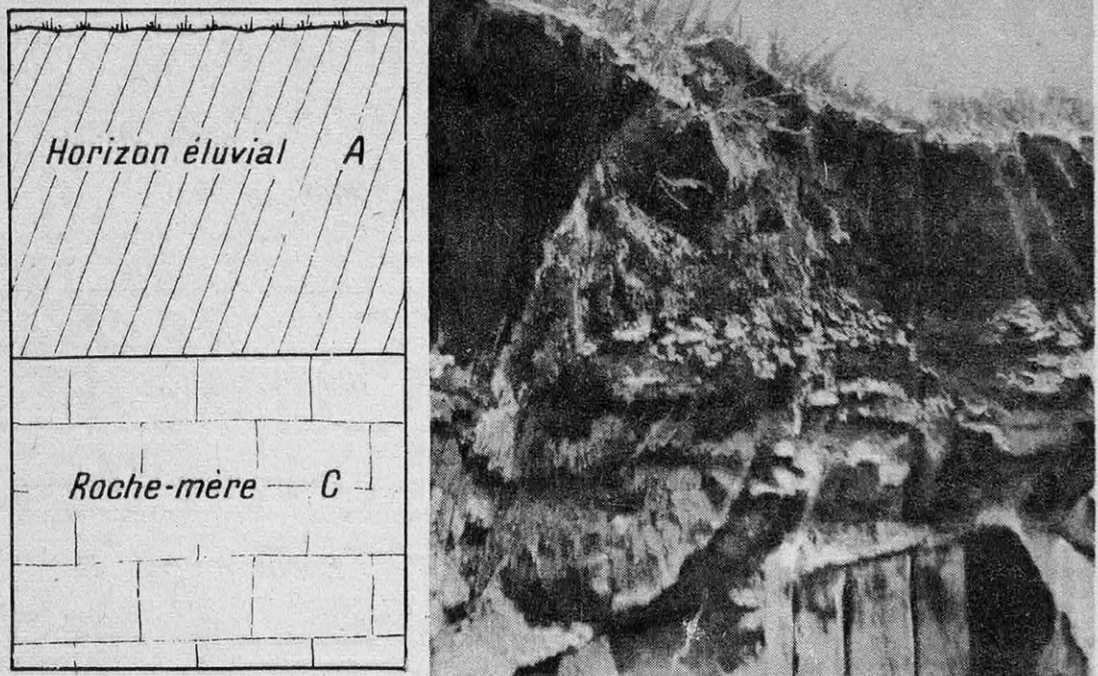


FIG. 2. — PROFIL DE SOL BRUN : CARRIÈRES DE BOURG

A, horizon éluvial (argile restant après décalcification partielle); — C, roche mère formée par du calcaire à astéries.

il y a fréquemment un horizon moyen, qui se subdivise souvent en plusieurs autres; nous verrons que ces horizons résultent de l'évolution de A. Appelés *horizons illuviaux*, ils sont désignés par la lettre B, affectée de différents indices.

Enfin on arrive à la couche d'origine non transformée; c'est l'horizon C: la *roche mère*.

Sols zonaux

Nous nous bornerons, dans cette étude, à étudier les sols zonaux, les plus intéressants du point de vue pédologique, puisque les sols zonaux, où l'influence du climat est infime, relèvent davantage de la géologie que de la pédologie.

Parmi les sols zonaux, qui résultent de l'action climatique, nous citerons ceux qui se forment:

1° Dans les régions humides (tempérées ou chaudes): ce sont les sols bruns, les podzols, les sols latériques.

2° Dans les régions sèches: ce sont les tchernozems, les sols châtaîns, les sols rouges et jaunes.

Cas des climats humides et tempérés: terreforts, podzols

Examinons ce qui peut résulter pour le sol d'une forte pluviosité et d'une chaleur moyenne: c'est le cas, par exemple, pour la région bordelaise, et, en général, pour la zone française atlantique.

En Gironde, le climat a travaillé sur des roches tertiaires et sur des alluvions quaternaires. Les affleurements tertiaires sont fortement morcelés par l'érosion et contiennent du sable, de l'argile avec beaucoup de calcaire

(mollasses); il s'y trouve, en outre, du quartz et de l'hydroxyde de fer. Quant aux alluvions, elles sont formées par un mélange de graviers et de cailloux roulés avec des limons et de l'argile.

Le climat lui-même est caractérisé par de fortes chutes de pluie sur une grande partie de l'année (octobre à juin) et par des étés chauds. Ce climat va peu à peu modifier la roche d'origine au point de la rendre presque méconnaissable.

Supposons d'abord que ce sédiment original soit constitué par les mollasses du tertiaire. L'eau de pluie, chargée de gaz carbonique, va en dissoudre le calcaire et l'entraîner vers les profondeurs. L'hydroxyde de fer, l'argile, le sable, insolubles, resteront en place tant qu'il y aura, à la partie supérieure, assez d'ions métalliques (calcium) pour neutraliser les charges des colloïdes en suspension et les coaguler. Donc, tant qu'il reste encore du calcaire, soit assez d'ions calcium dans l'horizon superficiel, on a des *terreforts* où l'argile domine. Le fer donne à ces terrains superficiels une teinte rouge brun caractéristique qui distingue très nettement l'horizon éluvial A de la roche mère, beaucoup plus claire. Ce sont des *sols bruns* (fig. 2).

Mais les pluies très abondantes continuent de dissoudre et d'entraîner les ions calcium: il arrive fatalement un moment où ces derniers se trouvent en quantité insuffisante pour maintenir la coagulation, et les colloïdes argileux, mis par l'eau en fausse solution, sont à leur tour exportés par le ruissellement ou l'infiltration. L'horizon éluvial supérieur, s'appauvrissant en argile, s'enrichira alors peu à peu en sable, ce qui donne naissance à un *sol brun lessivé*.

Le phénomène est encore plus marqué si, au

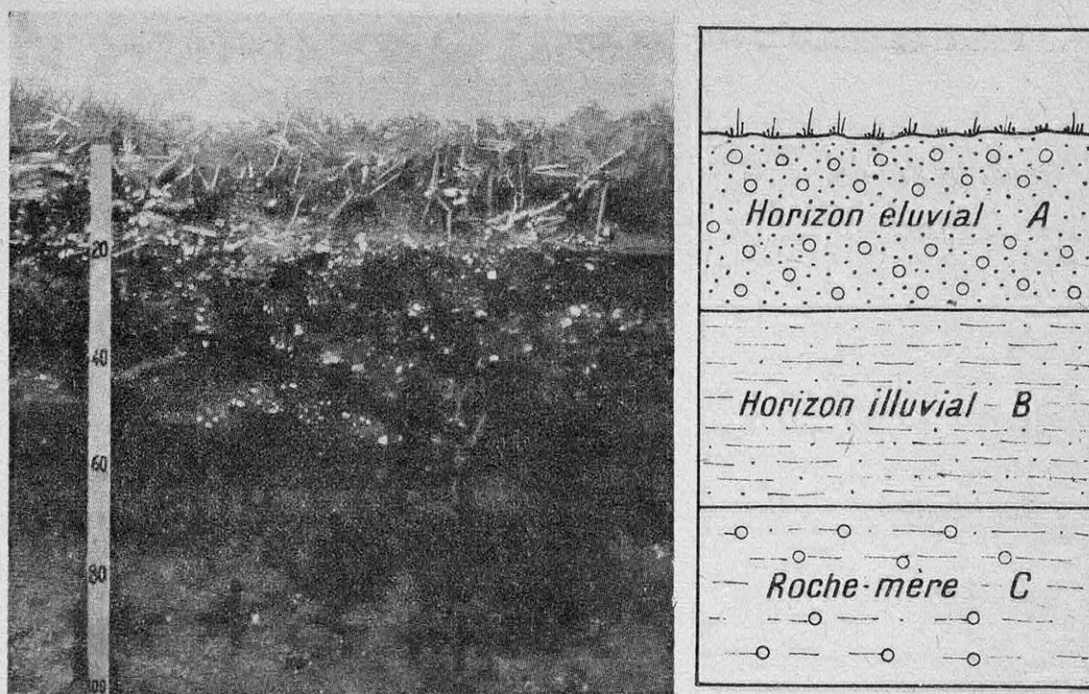


FIG. 3. — PROFIL DE SOL BRUN LESSIVÉ : GRAVES D'EYSINES (GIRONDE)

A, horizon éluvial pauvre en argile; — B, horizon illuvial argileux; — C, roche mère.

lieu d'une roche mère géologique calcaire, nous avons des alluvions comme point de départ. Dans ce milieu, le calcaire, qui peut exister en petite quantité, est plus rapidement dissout. L'entraînement des colloïdes suit par le processus décrit plus haut : il se produit un véritable lessivage, qui ne laissera en « haut lieu » que de la silice; le sol résiduel final sera un véritable *podzol*.

Dans les deux cas, les colloïdes en suspension ont tendance à se déposer entre l'horizon supérieur A et la roche mère, ces colloïdes retenant des ions minéraux de calcium, magnésium, potassium. Des phosphates se trouvent également bloqués dans cet horizon intermédiaire B, riche en colloïdes et éléments basiques (fig. 3).

Mais, dans cette terre qui s'appauvrit sans cesse en argile, l'humus, fourni par les débris des plantes « spontanées », et le sable qui reste forment un milieu de plus en plus acide, d'où départ des sels de fer. Ces derniers sont entraînés par l'infiltration jusqu'à ce qu'ils rencontrent la couche imperméable formée par l'horizon B argileux, que nous allons désigner à présent par le symbole B₂. A la saison estivale, la dessiccation provoque leur précipitation, et, peu à peu, se constituera, au-dessus de B₂, un autre horizon B₁, rougeâtre, riche en bioxyde de fer et qu'on nomme *alios* (fig. 4).

Or les pluies reviennent et continuent leur patiente et éternelle action. Les colloïdes humiques superficiels à leur tour sont mobilisés, puis bloqués par le barrage ferrugineux; au-dessus de l'*alios* ferrugineux, il se forme un troisième sous-horizon illuvial, de plus en plus riche en matière noire, un véritable *alios humique* (fig. 5).

Quant à l'horizon A, il comportera, tout à fait

en surface, une zone brune A₀ due aux débris végétaux organiques (sable noir). Au-dessous, la teinte est claire, cendreuse. Nous avons abouti à un *podzol* (*podzol*, en russe, signifie cendre). La figure 6 représente le profil final.

Maintenant, à cause des pentes, des pluies et des vents, il peut arriver que le sable des horizons supérieurs soit enlevé. Le groupe illuvial B finira par affleurer et, à son tour lessivé, sera podzolisé. Le cycle recommence, le cycle éternel de la vie transformant sans cesse le sol pour aboutir à un équilibre toujours détruit et toujours poursuivi. Ces processus sont résumés par le tableau de la figure 7.

Cas des climats humides et très chauds : sols latériques

Envisageons maintenant le cas d'une forte humidité jointe à une très grande chaleur, comme cela se produit dans les régions tropicales (Guinée, Madagascar). Les fermentations sont intenses et l'humus disparaît. La cellulose des matières organiques, par exemple, est littéralement brûlée. Les silicates et les feldspaths sont décomposés et donnent de l'argile; mais cette dernière aussi est attaquée, décomposée en alumine et acide silicique; c'est ce qu'on appelle la *décomposition latérique*, qui se fait à partir des sédiments ou des roches éruptives, à partir des granits ou des basaltes.

On observe, en général, la latérite alumineuse mélangée à du quartz et à des oxydes de fer, qui donnent à l'horizon supérieur une teinte très rouge de brique cuite. De tels sols, pauvres en humus, pauvres en argile, sont médiocres pour la culture.

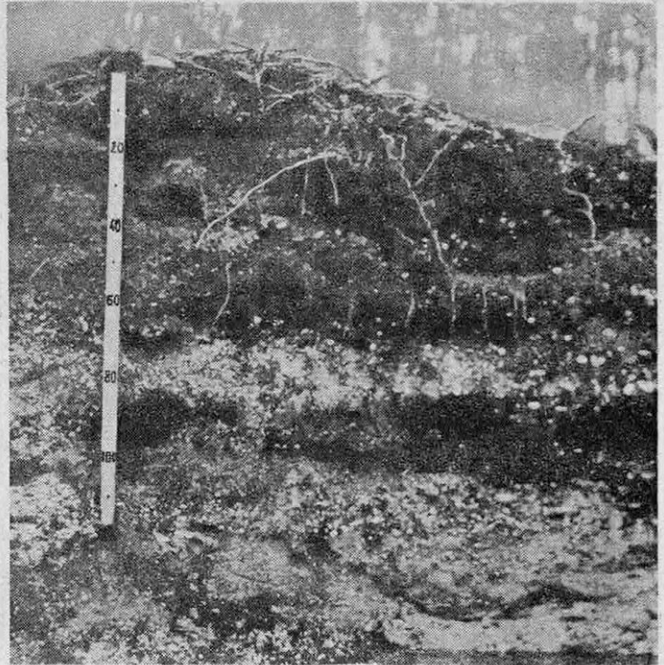
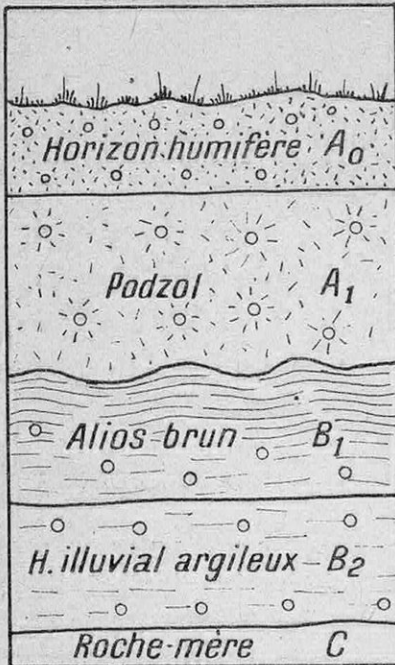


FIG. 4. — PROFIL DE SOL PODZOLIQUE SOUS FORÊT DE PINS : CAP ROUX, PRÈS D'EYSINES (GIRONDE)

A₀, horizon humifère (sable noir); — A₁, horizon éluvial (podzol ou sable gris); — B₁, horizon illuvial alliotique (alios brun); — B₂, horizon illuvial argileux; — C, roche mère (sables argileux micacés ocre mêlés de graves blanches).

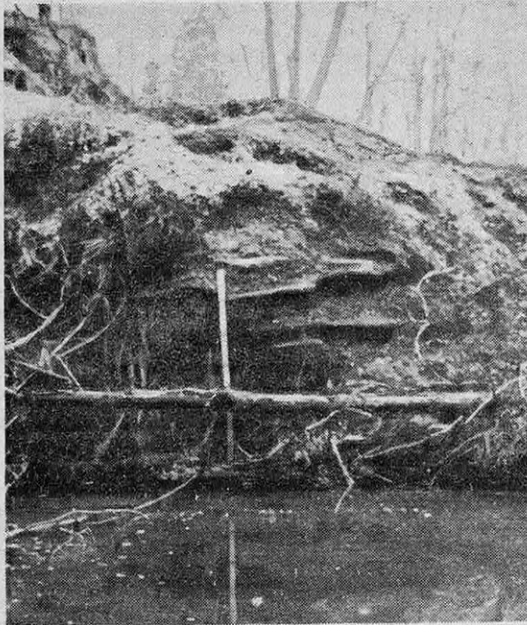


FIG. 5. — PROFIL DE SOL PODZOLIQUE PRÉSENTANT DES CONCRÉTIONS HÉMATITEUSES EN PLAQUES (FORÊT LANDAISE)

Ces concrétions ferrugineuses sont formées par les dépôts des eaux ferrugineuses conduites par les veines d'argile et occupant souvent l'emplacement des anciennes racines.

Naturellement, il s'agit toujours ici de sols zonaux, arrivés rapidement à leur stade « sénile ».

Dans les régions tropicales comme ailleurs, on rencontre, en effet, des pentes où l'érosion ralentit l'action du climat; l'évolution étant alors incomplète, on peut avoir des sols argileux et fertiles; sur les laves des régions volcaniques, on a des sols noirs, riches en humus et fort bons. Comme le dit M. Demolon: « Ce sont assurément les régions tropicales qui offrent au pédologue la gamme de sols la plus riche, la plus instructive au point de vue scientifique et celle dont la connaissance est la plus nécessaire au point de vue pratique. »

Cas des climats secs : tchernozems, sols châtaîns, sols rouges et jaunes

Si nous passons, au contraire, à des climats relativement secs et froids, comme c'est, par exemple, le cas pour l'immense région russe des steppes, nous obtenons des terrains dont le profil est noir ou *chocolat* sur une profondeur de 1 m à 1,50 m. Les herbes, en mourant, subissent un commencement de décomposition, mais, comme l'humidité manque, cette fermentation est incomplète, et l'humus s'est accumulé au cours des siècles; le taux en varie entre 30 et 160 ‰ et plus. Souvent, la magnésie et la chaux abondent et neutralisent les acides humiques; comme la pluie tombe en quantité réduite, ces bases ne peuvent subir d'entraînement. Quant à la roche mère, elle se trouve à une profondeur relativement grande. Ici aussi, c'est bien le climat qui fait la terre arable superficielle. On trouve ces sols noirs ou *tchernozems* en Asie,

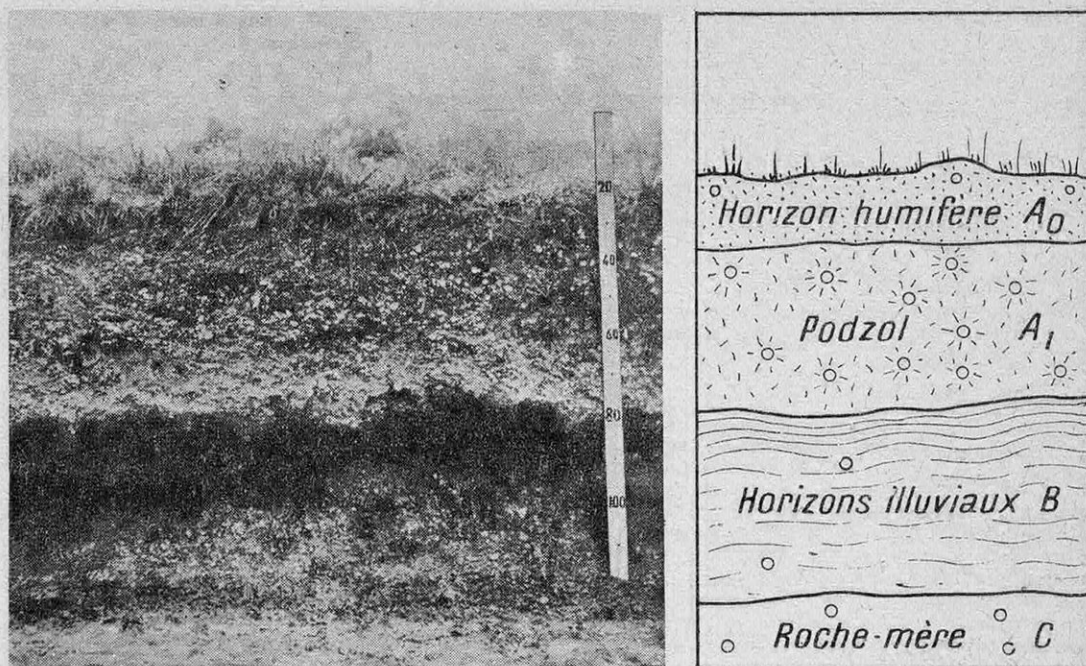


FIG. 6. — PROFIL DE PODZOL : LANDE GRAVELEUSE DE L'HIPPODROME DU BOUSCAT (GIRONDE)

A_0 , horizon humifère ; — A_1 , horizon éluvial ou podzol (sables gris) ; — B, horizons illuviaux, comprenant un horizon illuvial d'humus (alias humique noir), un horizon illuvial de fer (alias ferrugineux rougeâtre) et un horizon illuvial d'argile ; — C, roche mère (alluvions originelles).

en Argentine, dans l'Amérique du Nord (Texas, Dakota). En Europe, ces terrains reposent sur les calcaires du Dévonien, sur les argiles du Jurassique et surtout sur l'œss. Les steppes russes sont couvertes de sols noirs.

Les sols châtaîns ont une origine analogue aux précédents et correspondent à un régime de pluie un peu supérieur, comme par exemple dans les climats continentaux de l'Est de la France ; la teneur en humus reste forte : 30 à 50 ‰. Le profil de ces terrains, en allant de la surface aux couches profondes, passe du brun au brun clair, puis au gris ou au jaune. L'humidité étant un peu plus forte que dans la zone des tchernozems, le gaz carbonique des fermentations organiques attaque les roches calcaires ; l'infiltration étant cependant faible à cause de la petite quantité des pluies, le carbonate de chaux formé n'est guère drainé ; il floccule les colloïdes superficiels, qui sont ainsi stabilisés. Les sols châtaîns sont donc souvent des sols basiques.

Les terres rouges et jaunes sont formées aussi par les climats secs, mais dont la quantité de chaleur annuelle a considérablement augmenté par rapport aux divers cas précédents. On les trouve dans la région algérienne et aussi, en France, sur la côte méditerranéenne ; le mécanisme de l'évolution ressemble à celui des sols châtaîns ; comme la hauteur des pluies est faible, le calcaire n'est pas entraîné et maintient l'argile dans l'horizon éluvial A. Mais un phénomène de capillarité intervient, la roche mère étant généralement calcaire ; en effet, pendant la saison chaude, les eaux du sous-sol remontent, entraînant vers la surface les bases du sous-sol.

Ces terrains sont souvent basiques et riches en potasse assimilable ; comme des sels de sodium montent aussi, il en résulte une coagulation, un glaçage intense de l'argile, et les mottes sont d'une extrême dureté. Ces sols sont rouges ou jaunes à cause de l'argile et de l'oxyde de fer.

Conséquences pratiques de la pédologie

Ayant ainsi exposé pour divers climats la vivante évolution des sols, il reste à en tirer les conclusions valables pour la pratique agricole. Comme MM. Lafforgue, Riedel et Franc de Ferrière l'ont fait pour la région des Graves, en Gironde (« Les Graves de Bordeaux »), il est souhaitable que les services compétents établissent soigneusement la carte pédologique de chaque département, en la complétant par des légendes, par des résultats d'analyses et d'expériences. Le praticien en déduirait des améliorations à tenter et la vocation du sol.

Considérons, par exemple, un exploitant habitant en Gironde, sur un bord de plateau, à Eysines ; en consultant la carte pédologique de l'ouvrage cité plus haut, il voit que sa terre fait partie des sols bruns lessivés. Le même ouvrage lui indique la composition d'un échantillon d'un de ces sols. Remarquons, en passant, qu'un tel tableau ne doit pas dispenser l'agriculteur de faire analyser sa terre par une station agronomique ; en effet, on sait que la composition d'un terrain est extrêmement variable, pour des causes diverses, d'un point à un autre, même si ces points ne sont séparés que par une centaine de mètres. Les résultats donnés figure 9 n'ont donc qu'un caractère indicatif et

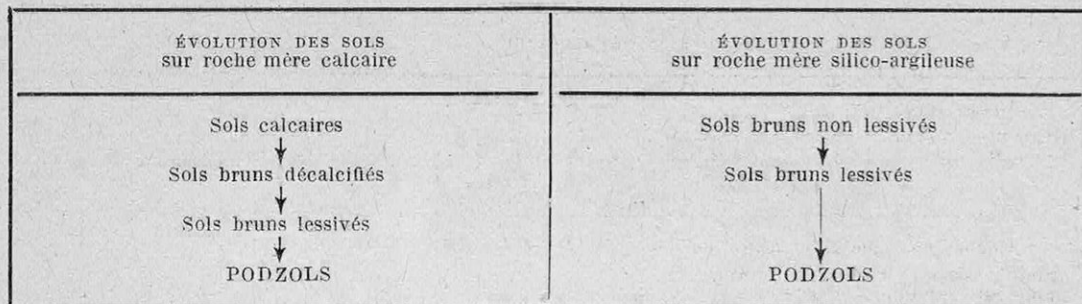


FIG. 7. — PROCESSUS D'ÉVOLUTION DES SOLS EN CLIMATS HUMIDES ET TEMPÉRÉS

local (1). On constate, sur ce tableau, que l'horizon supérieur A est très riche en sable (près de 93 %), pauvre en argile (4 % environ), pauvre en éléments fertilisants, et ne contient pas de calcaire. Le sous-sol (horizon illuvial B) contient beaucoup plus d'argile (près de 20 %) et est bien pourvu de potasse (1,63 %, dont 0,17 assimilable) ; il reste moins acide que la couche arable. Quelles améliorations sera-t-il possible d'apporter au terrain ?

1° *Amendements calcaires.* — On apportera du calcaire broyé à doses modérées, mais régulières, pour flocculer l'argile qui reste et pour retenir aussi les colloïdes humiques fournis par le fumier ou autres engrais organiques. Ces apports, d'ailleurs, doivent être variables suivant le degré d'acidité.

On sait que le pH, fonction de la concentration en ions hydrogène, est une indication qualitative : un pH égal à 7 correspond à la neutralité ; au fur et à mesure que le chiffre du pH diminue, on a l'indication d'un milieu de plus en plus acide ; le milieu est, au contraire, de plus en plus basique lorsque ce chiffre croît à partir de 7.

L'acidité hydrolytique est une mesure qualitative. On place un poids connu de terre en présence d'une solution neutre d'acétate de chaux ; les acides du sol se combinent à la chaux, et il reste de l'acide acétique, que l'on dose avec une solution décimale de soude (2). Le nombre de centimètres cubes nécessaires pour la neutralisation caractérise l'acidité hydrolytique de la terre.

L'ouvrage accompagnant la carte pédologique contient le tableau ci-contre (fig. 8), qui indique les besoins en calcaire correspondant à une acidité hydrolytique donnée (par hectare de terre). Les chiffres, se rapportant à la terre fine, doivent être réduits dans la mesure où la terre contient des éléments grossiers, tels que cailloux et débris de roches.

Dans le cas considéré, où l'analyse du sol a donné environ 60 % d'éléments fins, et où l'acidité hydrolytique est indiquée par le chiffre 15,8 cm³, le calcaire à apporter serait à peu près :

$$\frac{4,5 \times 60}{100} = 2,7 \text{ t par hectare.}$$

On préférera le calcaire broyé à la chaux, dont

(1) L'analyse ci-dessus a été effectuée au laboratoire du service scientifique et agricole de la Société commerciale des Potasses d'Alsace, à Mulhouse.

(2) Une solution normale d'acide ou de base pour dosage volumétrique est une solution contenant par litre une molécule-gramme d'acide monoacide ou de base monobasique, ou une demi-molécule d'acide diacide ou de base dibasique, etc. Une solution décimale (N/10) est dix fois moins concentrée.

l'action est plus brutale ; l'apport de calcaire sera surtout indispensable dans les terres acides que l'on fumera aux engrais minéraux ; certains d'entre eux, comme les sels ammoniacaux, provoquent une accentuation de l'acidité naturelle du sol, phénomène s'accompagnant souvent d'une baisse des rendements des récoltes, à laquelle on parera par l'emploi des amendements calcaires.

2° *Fumures organiques.* — Ces fumures seront d'une importance considérable dans notre sol brun lessivé, appauvri en colloïdes de toutes sortes. Le fumier bien décomposé apportera de l'humus doux ou *müll* des pédologues. Cette matière provient de l'action microbienne : il y a destruction des hydrates de carbone et formation de protéines riches en azote ; l'humus doux contient, en outre, des sels minéraux de potassium, de calcium, d'ammonium. Sa réaction est basique ou neutre.

En outre, les engrais organiques et, en particulier, le fumier très décomposé à des doses de 40 à 60 t à l'hectare, cèdent à la plante toute une gamme d'aliments et donnent au sable de la consistance. On enfouit ce fumier en fin février, et d'autant plus profondément que l'on désire voir son action se prolonger plus longtemps durant l'été (culture du maïs, par exemple).

3° *Fumures chimiques.* — Le lessivage ayant entraîné l'acide phosphorique et la potasse vers les horizons inférieurs, ces sols se trouveront bien d'apports de superphosphates et de sels de potasse, sulfate ou même chlorure.

Il faut, en effet, tenir compte du rôle très important de la potasse dans les rendements ; or la solubilisation de la potasse du sol est fonction de la richesse en eau. Un sol peut contenir beaucoup de potasse, être qualifié de « riche »

ACIDITÉ HYDROLYTIQUE	APPORTS DE CALCAIRE
40 cm ³	3 tonnes/ha
15 —	4,5 —
20 —	6 —
30 —	9 —
40 —	12 —
50 —	15 —

FIG. 8. — BESOIN D'UNE TERRE EN CALCAIRE SUIVANT SON ACIDITÉ

Ces chiffres, se rapportant à la terre fine, doivent être réduits dans la mesure où la terre contient des éléments grossiers, tels que cailloux et débris de roches.

ORIGINE ET HORIZON PÉDOLOGIQUE :	SOL A	SOUS-SOL B
<i>Finesse de la terre :</i>		
Éléments grossiers (supérieurs à 2 mm)	39,5 %	31,4 %
Éléments fins	60,5 %	68,6 %
	100	100
<i>Analyse physique de la terre fine :</i>		
Sable grossier (2 mm à 0,2 mm)	56,1 %	54,0 %
Sable fin (0,2 mm à 0,02 mm)	36,2 %	21,1 %
Limon (0,02 mm à 0,002 mm)	3,0 %	4,6 %
Argile (inférieur à 0,002 mm)	4,1 %	19,3 %
Sesquioxides solubilisés	0,1 %	0,2 %
Humidité	0,3 %	0,8 %
Humus et divers solubilisés	0,2 %	0 %
	100	100
<i>Analyse chimique de la terre fine :</i>		
Réaction	Acide.	Acide.
pH	5,6	6,2
Acide hydrolytique (en cm ³ N/10) pour 100 g de terre fine	15,8	6
Azote total	0,45 ‰	0,20 ‰
Acide phosphorique (P ₂ O ₅) total	0,30 ‰	0,13 ‰
— — assimilable	0,14 ‰	0,02 ‰
Potasse (K ₂ O) totale	0,43 ‰	1,63 ‰
— — assimilable	0,10 ‰	0,17 ‰

FIG. 9. — L'ANALYSE D'UN SOL : SOL BRUN LESSIVÉ DE BORD DE PLATEAU A EYSINES (GIRONDE)

d'après les analyses et ne pas en fournir cependant assez au végétal parce que l'eau manque. On peut même aller plus loin et affirmer que l'eau, dans les terres, doit circuler au « bon moment » pour que l'effet de la potasse soit maximum. M. Chabanier a pu affirmer : « S'il pleuvait en Argentine, ou dans le Far West (U. S. A.), ou sur la terre noire de l'Ukraine, au moment de la formation de l'épi, la récolte pourrait doubler. » En effet, c'est à ce moment que la pluie permet l'absorption par la plante des aliments indispensables à la formation des grains. Par suite, si les pluies manquent à ce moment, la récolte s'en ressentira.

On peut pallier ces inconvénients par des apports de potasse soluble, qui avancent l'époque de l'épiage et évitent fréquemment les accidents d'échaudage. Les irrigations, exécutées au moment favorable, rendent aussi de très grands services quand elles sont possibles.

4° *Façons culturales.* — L'exploitant exécutera, en outre, au début de l'hiver, des labours moyens accompagnés de fouillages, pour favoriser ainsi la pénétration des racines jusqu'aux couches inférieures riches en potasse. Pendant les mois chauds, il multipliera si possible les façons superficielles afin de briser la capillarité ; par suite, l'eau sera conservée, et les microbes fixateurs d'azote atmosphérique travailleront au maximum.

Vocation culturale

A chaque type de sol correspondent des végétaux adaptés à ce milieu ; par exemple, dans notre Sud-Est, la lavande vraie ne prospère que dans des terres calcaires et perméables ; or la qualité d'un végétal résulte surtout de cette adaptation au milieu : à ce point de vue, la pédologie permet des généralisations sans lesquelles

il n'y a pas de science agronomique, car la vocation culturale des sols est fonction de leur degré d'évolution.

Les sols bruns lessivés, par exemple, sont appauvris en colloïdes en surface. Ils sont très sableux et ont, de ce fait, un pouvoir absorbant médiocre, ce qui les rend sensibles à la sécheresse et peu propices aux cultures exigeantes, à moins qu'il n'y ait de grandes facilités pour l'arrosage ; il ne faut pas oublier que les fortes récoltes nécessitent des quantités d'eau considérables, soit environ 280 à 320 t par hectare pour les céréales, 450 à 550 t pour les plantes fourragères ; dans les sols bruns lessivés et un peu trop filtrants, l'approvisionnement en eau est limité. A cause de cela, on choisira des cultures à coefficient de transpiration plutôt faible : maïs, pommes de terre, graminées, légumineuses peu exigeantes comme le lotier, la luzerne lupuline ; l'avoine, le seigle, le topinambour réussiront aussi ; parmi ces espèces, on préférera les variétés précoces, afin qu'elles mûrissent avant une trop grande dessiccation de la couche arable ; toujours dans le même but, on sèmera de bonne heure. En climat méridional, et surtout dans la région bordelaise, les sols bruns lessivés sont indiqués pour la vigne, qui, grâce à ses racines nombreuses et longues, exploitera bien l'horizon moyen B, qui est le plus riche (1).

Les ouvrages pédologiques

On voit le gros avantage qu'aurait, pour l'amélioration comme pour la vocation culturale des terres, l'établissement d'une carte pédo-

(1) Pour le terrain pris en exemple au paragraphe précédent, l'ouvrage pédologique déjà cité indiquerait comme porte-greffe le plus avantageux : *Riparia rupestris* 3309.

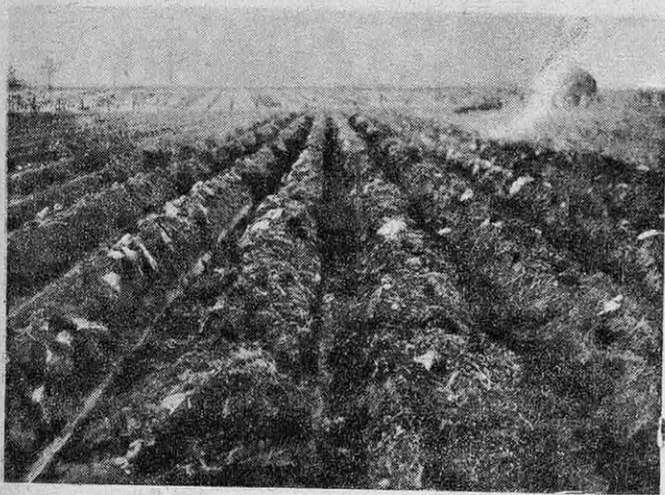


FIG. 10. — PRÉPARATION ET FUMURE SUR SOL BRUN

Cette photographie représente un sol brun allégé par des sables alluviaux de bas de pente. On remarque au dernier plan la teinte claire des graves délavées de leurs éléments fins.

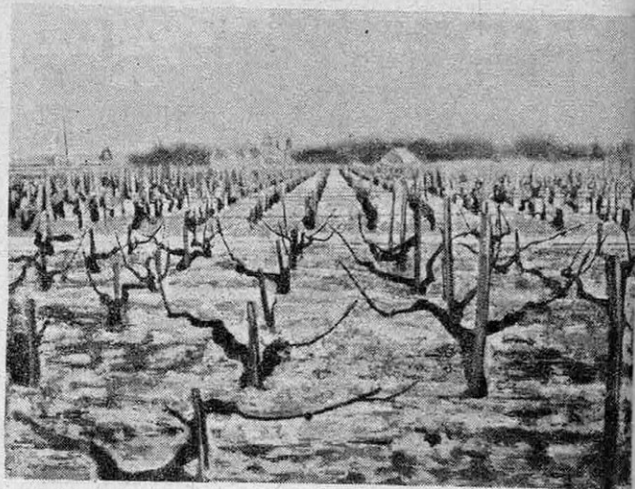


FIG. 11. — VIGNOBLE ROUGE DE HAUT-BRION

Ce cru, situé au sud de Bordeaux, est porté par des graves sols bruns résultant de l'érosion des sols mères sur les pentes exposées à l'action du vent ou suffisamment inclinées.

logique très complète pour la France entière, carte qui devrait être accompagnée de légendes et d'explications précises. On éviterait à l'exploitant beaucoup de recherches difficiles pour lui, beaucoup de fausses manœuvres. La production nationale en serait considérablement augmentée. Le remembrement aussi en serait facilité par vue directe des terres de même valeur (1).

L'exécution d'un tel travail devra être entreprise en suivant un plan bien déterminé.

Le mieux serait de se servir, pour toutes les régions, des appellations millénaires des terroirs. Ces appellations diffèrent parce que les générations vivant sur la glèbe se sont aperçues que sol et sous-sol d'une contrée diffèrent de ceux de la contrée voisine. Il y a là une base très sûre de classification, qu'il suffit de rendre plus scientifique par la méthode pédologique et par l'analyse.

L'étude des Graves a été faite par ce procédé. MM. Verdié, G. Siloret et Franc de Ferrière sont partis aussi de ce point de vue pour examiner les terres de la Charente-Maritime; leur remarquable étude (*Annales agronomiques*, 1934) confirme qu'à des désignations locales différentes: *terres de brie, platines, groies, vareannes, doucins, landes, etc.*, correspondent des profils différents et bien déterminés pour chaque cas.

D'autre part, le cultivateur ne pourra deman-

(1) Une carte pédologique des sols de France à l'échelle du 1/1 000 000 est en cours d'exécution, par A. Oudin et G. Aubert. Elle sera utilisée pour des travaux au 1/20 000 plus détaillés et utilisables par les praticiens.

der aux ouvrages pédologiques que des indications générales sur la vocation et les améliorations à apporter à son exploitation, ce qui est déjà beaucoup. Il ne devra pas espérer y trouver les indications précises sur la composition de toutes ses parcelles, composition qui peut différer de 50 m en 50 m parfois.

Mais seules les notions pédologiques bien comprises permettront de bien prélever les échantillons du sol et du sous-sol destinés à l'analyse. L'agriculteur saisira mieux alors les méthodes empiriques qui classaient les sols en argilo-calcaires, argilo-siliceux ou silico-calcaires, et les sous-sols en calcaires, sableux et filtrants, argileux et imperméables, alios, etc.

Il est encore utile qu'il comprenne la façon dont sa terre « évolue » naturellement, de façon à pouvoir utiliser ou corriger cette évolution suivant qu'elle est utile ou défavorable.

De même qu'il faut des canaux modernes en ciment pour remettre en honneur les méthodes de la vieille irrigation, qu'il faut des engrais modernes pour compléter le vieux fumier, il faudra beaucoup de tracteurs — machines modernes — pour multiplier et accélérer les sous-solages et les façons superficielles — méthodes anciennes, — et il faudra toujours les vieilles analyses pour soutenir la pédologie, science jeune.

Cette synthèse du modernisme et de la « bonne routine » devra être mise au point dans notre enseignement agricole afin que la fusion harmonieuse des méthodes anciennes et nouvelles rende florissante notre agriculture et reconstitue le beau jardin de la terre de France.

H. MAÏS

Les deux tiers du poids de notre corps sont constitués par de l'eau. Dans la composition d'un homme de poids moyen entrent ainsi 45 kg d'eau, répartis très inégalement entre les tissus. L'eau entre pour 85 % dans la composition de la substance grise du cerveau, pour plus de 90 % dans celle du plasma sanguin.

VERS LA MÉTÉOROLOGIE RADIOÉLECTRIQUE

par A. HAUBERT
Docteur ès Sciences

On s'est demandé, dès le début de la radiotélégraphie, si les anomalies constatées dans la propagation des ondes radioélectriques, qui font que les mêmes émissions sont reçues à des centaines, voire des milliers de kilomètres et ne peuvent être perçues d'autres fois au delà de quelques kilomètres, pouvaient être rapportées à des phénomènes météorologiques. On avait cru constater parfois une certaine simultanéité entre les deux ordres de perturbations, mais les observations ultérieures venaient généralement anéantir les hypothèses aventurées. C'est qu'il était vain, en fait, de chercher de telles associations dans le domaine des ondes relativement longues en usage à cette époque. Il a fallu l'extraordinaire développement des ondes courtes et ultracourtes qui a marqué ces toutes dernières années pour que soient mis en évidence les rapports de cause à effet entre les perturbations dont l'atmosphère est le siège et les anomalies observées dans la réception de ces ondes. Dès avant la guerre, des études sur ondes métriques et même centimétriques avait été entreprises dans ce sens. Mais c'est surtout la grande diffusion des radars au cours de cette guerre qui, en multipliant les observations sous toutes les latitudes, par tous les temps, sur des gammes d'ondes très variées, a contribué à répandre l'idée d'une météorologie radioélectrique. Cette technique nouvelle semble devoir rendre les plus grands services à la navigation aérienne, aux communications radioélectriques, et elle constitue un puissant moyen d'investigation de la basse atmosphère dont la connaissance est essentielle à la science météorologique.

Les précipitations, pluie, neige ou grêle, sont sans effet appréciable sur la propagation des ondes radioélectriques, lorsque leur longueur d'onde dépasse 1 mètre. Leur action apparaît sur les ondes centimétriques d'une part sous forme d'absorption des ondes qui les traversent, d'autre part sous forme de réflexion des ondes qui les abordent. Ces effets sont d'autant plus intenses que les dimensions des gouttes, grêlons ou flocons sont plus grandes et que les longueurs d'ondes sont plus courtes. Ils sont donc particulièrement marqués sur ondes millimétriques ; mais, déjà, avec des radars puissants, fonctionnant sur ondes centimétriques, il est possible de détecter de lourdes pluies d'orage à des distances allant jusqu'à 350 km (fig. 1).

Par suite de la finesse des gouttelettes qui les composent, les brouillards ne produisent, même sur ondes millimétriques, que des effets négligeables.

L'absorption des ondes par l'atmosphère

Les seuls gaz de l'atmosphère qui peuvent provoquer une atténuation ou absorption des ondes radioélectriques sont l'oxygène et la vapeur d'eau. Leurs molécules réagissent en effet au champ rayonné, par suite de leurs moments électriques et magnétiques.

L'atténuation due à l'oxygène est faible pour les ondes centimétriques et, *a fortiori*, pour les plus longues ; elle ne devient importante que pour les ondes millimétriques.

(1) Voir : « Que savons-nous des très hautes couches de l'atmosphère ? » (Science et Vie, n° 345, juin 1948).

La vapeur d'eau, de son côté, présente un maximum d'absorption sur la longueur d'onde de 1,5 cm.

Dans l'ensemble, cette absorption par les gaz de l'atmosphère, quoique mesurable, est d'un

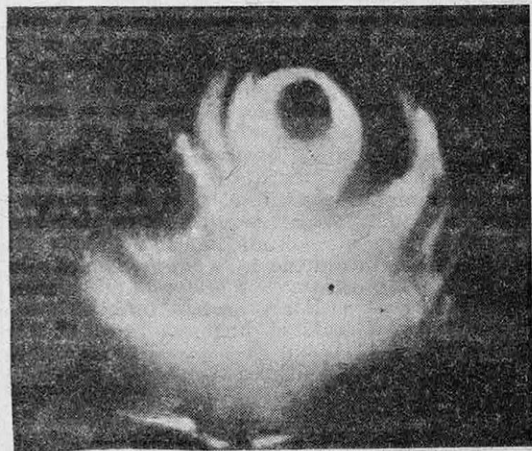


FIG. 1. — REPRÉSENTATION D'UN TYPHON SUR L'ÉCRAN D'UN RADAR

Les perturbations atmosphériques telles que pluies d'orage, typhons, peuvent être décelées à grande distance au moyen du radar. Sur cette photographie d'une représentation d'un typhon sur l'écran d'un radar, on remarque très nettement l'œil du typhon.

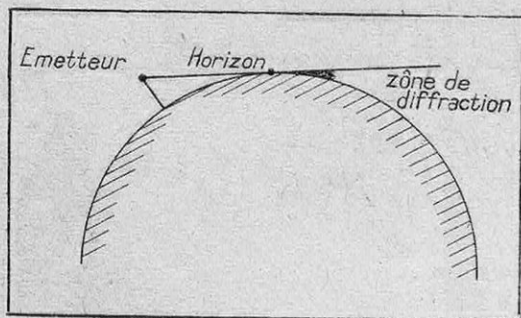


FIG. 2. — ABSENCE DE RÉFRACTION EN ATMOSPHÈRE HOMOGÈNE

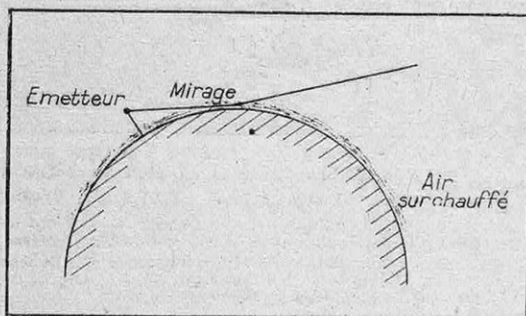


FIG. 3. — RÉFRACTION VERS LE HAUT EN ATMOSPHÈRE DE DENSITÉ CROISSANTE AVEC L'ALTITUDE

ordre de grandeur très inférieur à celle provoquée par les précipitations.

La réfraction atmosphérique

La réfraction à travers l'atmosphère est le phénomène de beaucoup le plus important ; il est tout à fait comparable à celui du mirage en optique. Il est dû à la diminution de l'indice de réfraction avec l'altitude, qui, dans les deux cas, courbe les rayons issus de l'émetteur pour les ramener vers le sol. Ce phénomène est différent de la réfraction ionosphérique, où la diminution de l'indice de réfraction est due à la présence d'électrons libres, alors que, dans la réfraction atmosphérique, cette diminution est due à la variation de la densité et de la composition de l'air. La réfraction ionosphérique n'intervient qu'à des altitudes de l'ordre de 70 à 80 km au minimum et ne commence à avoir d'effet que sur les ondes de longueur supérieure à quelques mètres ; la réfraction atmosphérique, au contraire, peut débiter au ras du sol et n'a précisément d'effet appréciable que sur les ondes plus courtes que cette limite.

Si l'atmosphère était parfaitement homogène, et de densité constante à toutes les altitudes, les rayons hertziens issus d'un émetteur se propageraient en ligne absolument droite, et les récepteurs situés au delà de l'horizon (fig. 2) ne les percevraient pas. Le phénomène de diffraction ne produit lui-même qu'un champ très rapidement décroissant, immédiatement au delà de l'horizon.

Dans le cas d'une densité croissant avec l'altitude, les rayons hertziens seraient recourbés vers le haut (fig. 3) comme cela se produit en

optique sur un sol surchauffé par le soleil. Ces conditions sont encore moins favorables à une augmentation de la portée au delà de l'horizon.

Au contraire, si un rayon hertzien, même dirigé nettement au-dessus de l'horizon, rencontre une couche dans laquelle la densité décroît rapidement avec l'altitude, il se trouve recourbé vers le bas, et il peut atteindre le sol bien au delà de l'horizon, même après avoir franchi des obstacles élevés (fig. 4).

C'est ce qui permet aux radars sur 10 cm de longueur d'onde installés sur la côte sud-est de l'Angleterre, de « voir », lorsque les conditions sont favorables, les côtes de la Hollande (fig. 5). De même, près de Bombay, où les conditions tropicales accentuent les phénomènes, les radars sur 1,5 m de longueur d'onde ont pu « voir » certains jours, les côtes d'Arabie à 1 600 km de là (fig. 6).

Les trois facteurs principaux dont dépend l'indice de réfraction des couches d'air, sont : la pression, l'humidité relative et la température.

La pression décroît toujours avec l'altitude ; mais le calcul montre que l'effet de cette variation est faible vis-à-vis des autres facteurs.

L'humidité relative de l'air est le rapport de la tension de la vapeur d'eau qu'il renferme à la tension maximum correspondant à sa température (1). Une diminution de l'humidité rela-

(1) Lorsque de l'air est en contact avec une nappe d'eau, l'équilibre (c'est-à-dire absence de condensation de vapeur en eau et d'évaporation d'eau) est obtenu lorsque la tension de la vapeur d'eau dans l'air (ou pression partielle) a une valeur bien déterminée. On l'appelle tension maximum de la vapeur d'eau pour la température considérée. Elle est de 4,6 mm de mercure à 0° C, 9,2 mm à 10° C etc...

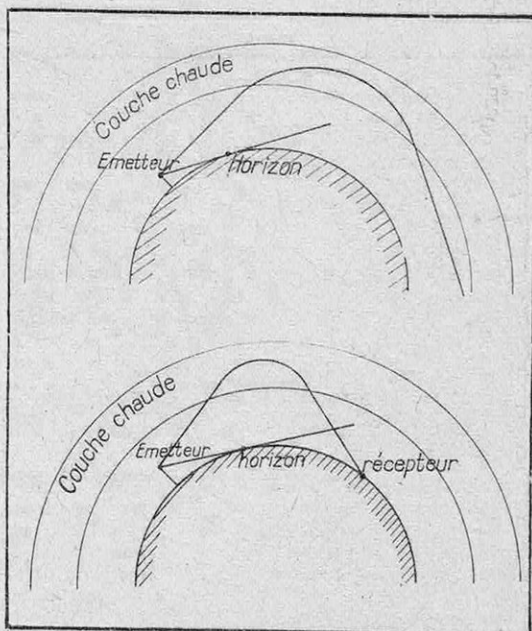


FIG. 4. — RÉFRACTION VERS LE BAS EN ATMOSPHÈRE DE DENSITÉ DÉCROISSANTE AVEC L'ALTITUDE

Dans le cas de la figure du haut, la réfraction vers le bas est encore insuffisante pour assurer des liaisons au delà de l'horizon. Dans le cas de la figure du bas, la super-réfraction assure ces liaisons.

tive avec l'altitude est favorable à la réfraction vers le sol.

Une augmentation de la température avec l'altitude, qui constitue une inversion par rapport aux conditions normales, est également favorable à une telle réfraction.

Les vitesses de variation de ces quantités en fonction de l'altitude sont appelées des « gradients ». Les gradients de température et d'humidité peuvent ajouter leurs effets ou se contrarier l'un l'autre suivant les situations météorologiques.

C'est ainsi qu'une situation météorologique telle que celle qui est représentée par les courbes de sondages de la figure 7 sera particulièrement favorable à la réfraction atmosphérique et, par conséquent, à l'obtention de portées exceptionnelles sur ondes ultracourtes.

De telles conditions météorologiques ne sont pas rares et peuvent avoir différentes causes, par exemple : l'arrivée d'un front chaud, l'arrivée d'un front froid, le phénomène de « subsidence », le refroidissement nocturne du sol par nuit claire.

Dans le premier cas, par suite de la différence des densités, un front chaud plus léger, s'avance au-dessus des masses d'air plus froides qu'il chasse devant lui (fig. 8). En avant d'un tel front, les conditions sont favorables à la superréfraction puisqu'il y a inversion des conditions normales, c'est-à-dire augmentation de la température avec l'altitude. Les champs électromagnétiques observés au delà de l'horizon sont, en moyenne, parmi les plus élevés : le fading qui les affecte est profond, mais constitué de crevasses de courte durée et très espacées.

Pour la même raison (différences de densité), un front froid s'avance le long du sol, en soulevant devant lui l'air chaud plus léger qu'il

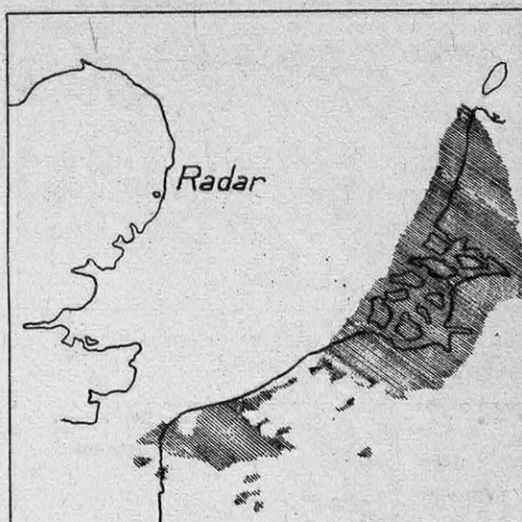


FIG. 5. — ZONES VUES GRACE A LA SUPERRÉFRACTION PAR UN RADAR SITUÉ SUR LA CÔTE EST DE L'ANGLETERRE
Le 19 août 1943, à 20 heures, un radar sur 50 cm de longueur d'onde, installé sur la côte est de l'Angleterre, put « voir » par superréfraction les zones de la côte de France, Belgique et Hollande qui sont couvertes de hachures sur ce croquis.

chasse (fig. 9). En arrière d'un tel front, la superréfraction est favorisée. Les champs observés dans ces conditions, au delà de l'horizon, sont aussi assez élevés en moyenne, mais affectés d'un fading rapide.

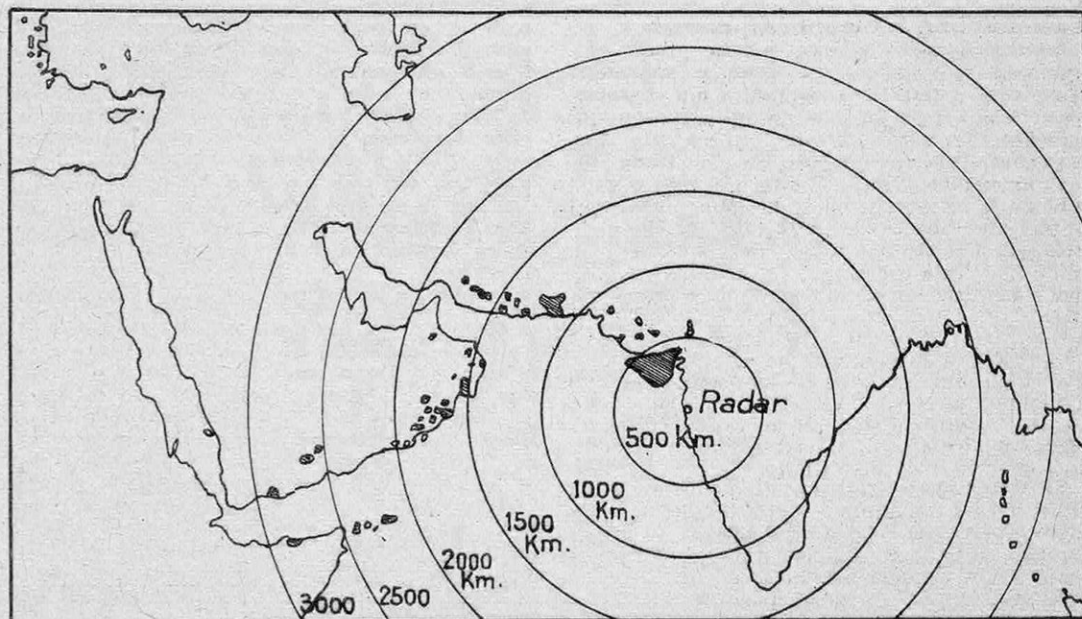


FIG. 6. — ZONES D'ÉCHOS PERÇUS PAR SUPERRÉFRACTION PAR LE RADAR D'ALERTE DE BOMBAY

En février et mars 1944, le radar d'alerte à longue portée de Bombay, situé à 75 m au-dessus du niveau de la mer, percevait, sur 1,50 m de longueur d'onde, des échos fixes provenant de points situés sur les côtes d'Arabie et des Somalis, à des distances comprises entre 2 000 et 3 500 km.

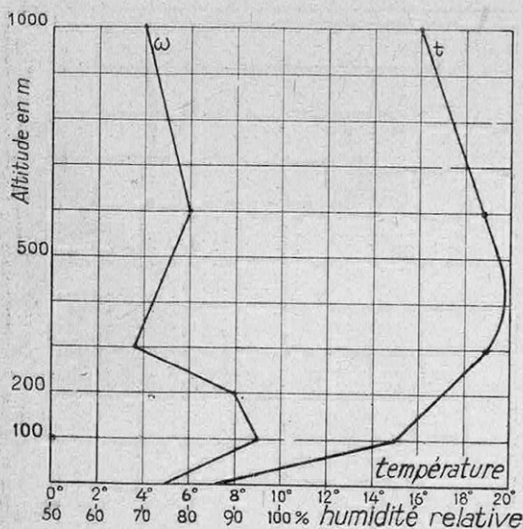


FIG. 7. — MESURES DE TEMPÉRATURE ET D'HUMIDITÉ EFFECTUÉES PAR BALLON-SONDE (RADIOSONDAGE EFFECTUÉ À ALGER LE 25 NOVEMBRE 1946)

Dans cet exemple, on voit que, jusqu'à l'altitude de 350 m la température augmente avec l'altitude, tandis que l'humidité ne varie pas sensiblement. (Il s'agit ici de l'humidité relative, qui est le rapport de la tension de vapeur à la tension de vapeur saturante; la courbe donnant l'humidité spécifique, ou masse de vapeur d'eau en grammes contenue dans 1 kg d'air aurait une allure un peu différente.) Ces conditions sont favorables à une réfraction vers le sol. L'altitude de 350 m correspond à un niveau d'inversion au delà duquel une telle réfraction ne peut plus se produire.

On appelle *phénomène de subsidence* un effondrement des masses d'air de haute altitude qui, parvenant à des niveaux où règne une pression plus élevée, se réchauffent par compression. Elles s'étendent alors à des altitudes qui peuvent varier entre 500 et 2 000 m, au-dessus des masses d'air plus froides restées près du sol. Il arrive fréquemment, dans ce cas, que la zone de transition est si mince qu'elle se comporte comme une véritable surface réfléchissante. La réflexion peut en effet être considérée comme la

limite du phénomène de réfraction lorsque celle-ci se produit dans une couche de plus en plus mince (fig. 10).

Enfin, par les belles nuits claires d'été, le sol se refroidit par rayonnement et les masses d'air qui sont à son contact voient leur température baisser plus vite que, celle des masses situées au-dessus. On comprend que, dans ce cas, la super-réfraction soit aussi favorisée.

En dehors du phénomène de réfraction proprement dit, il se forme parfois par temps calme des nappes d'air ayant des densités, des températures ou des teneurs en humidité différentes de celles des masses voisines. Ces nappes peuvent devenir le siège d'une propagation particulière des ondes courtes identique à celle qui se produit dans les « guides d'onde » (1). L'énergie qui pénètre dans ces guides est comme captée et canalisée. On explique ainsi la forte intensité des champs observés et le fait que seules les ondes les plus courtes subissent le phénomène. En effet, une des propriétés des guides d'ondes est de présenter une longueur d'onde limite, dite de « coupure » parce que, pour les ondes de longueur plus grande que cette limite, la propagation guidée cesse d'être possible. La longueur d'onde de coupure est directement liée aux dimensions du guide, lesquelles, pour un guide limité par deux plans parallèles, se réduisent à la distance entre ces deux plans. Ainsi, les ondes les plus longues exigent, pour pouvoir bénéficier des conditions avantageuses de la propagation guidée, une différence de niveaux entre les surfaces de discontinuité plus grande que pour les ondes les plus courtes. Ces dernières profitent de la structure fine de l'atmosphère, car c'est, en fin de compte, l'épaisseur des nappes qui délimite la gamme des ondes favorisées.

Aux États-Unis, des observations conjuguées de météorologie et de propagation d'ondes ultracourtes sont en cours dans le désert de l'Arizona, à Gila Bend. Trois tours de 60 m de haut ont été édifiées à 20 km les unes des autres, à Datela, Sentinel et Gila Bend même. En ce dernier lieu la tour porte les émetteurs installés sur un ascenseur permettant de faire les émissions à diverses hauteurs au-dessus du sol; les deux autres tours portent les récepteurs. Les émissions ont lieu sur des longueurs d'ondes

(1) Ce phénomène est analogue à celui de la propagation guidée de la lumière dans une veine liquide, utilisé dans les fontaines lumineuses.

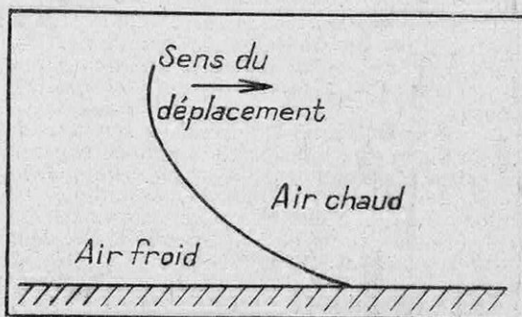
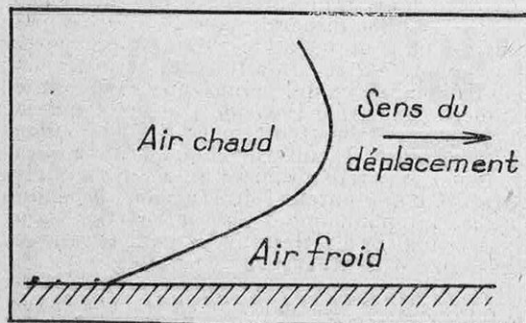


FIG. 8 ET 9. — PROPAGATION DES FRONTS D'AIR CHAUD ET D'AIR FROID

Aussi bien dans le cas de l'arrivée d'un front d'air chaud, qui, plus léger, s'avance au-dessus des masses d'air froid qu'il chasse devant lui, que dans celui de l'arrivée d'un front d'air froid qui se glisse sous les masses d'air chaud, qu'il repousse, on observe une température croissante avec l'altitude, phénomène favorable à la super-réfraction.

allant de 1,80 m à 13 m. Toutes trois portent des équipements météorologiques complets. Entre les tours, des appareils enregistreurs notent les « gradients » de température et d'humidité relative pendant les émissions. Des ballons captifs permettent des mesures analogues au-dessus des tours, complétées par les indications relevées à bord d'un avion de la marine des États-Unis. Pour étudier la propagation des ondes au-dessus de l'eau, deux tours ont été élevées en Californie, à Point Loma et à San Pedro.

Des expériences analogues sont en cours en France, entre la Turbie et la Corse.

La météorologie et le radar

Nous avons signalé au début de cette étude la propriété que possèdent les gouttes d'eau de diffuser et de réfléchir partiellement les ondes très courtes. Il sera donc possible, à un radar utilisant des longueurs d'ondes convenables, de repérer à distance de gros nuages, même lorsque ceux-ci sont dissimulés derrière la brume ou d'autres formations nuageuses. L'observation des tops de réflexion sur l'écran de l'oscillographe cathodique en fournira la distance, et la direction de l'émetteur, l'azimut et le site. L'emploi d'un radar panoramique donnera de même une carte d'ensemble des phénomènes météorologiques dans un rayon étendu autour du lieu de l'observation.

On voit immédiatement les avantages de ce procédé pour l'aviation. Ce qui intéresse avant tout un pilote, c'est le nombre de couches de nuages, leur répartition verticale et leur épaisseur au-dessus du territoire qu'il doit survoler ; les indications sur ce qui se passe dans un nuage, turbulence et danger de givrage, lui sont particulièrement précieuses. Le radar rendra sans doute là de grands services.

En outre, l'ionisation de l'atmosphère donne aussi naissance à des échos. Or, cette ionisation annonce la formation de nouveaux systèmes nuageux ; elle est particulièrement intense avant les orages. Un avion muni d'un radar convenable pourra donc surveiller la route qu'il se propose de suivre et s'écarter éventuellement des zones dangereuses.

Récemment, le *Telecommunications Research Establishment* du ministère de la Production aéronautique anglais a envoyé à la base de Singapour un avion Avro « Lancaster » spécialement équipé d'un radar logé dans sa tourelle centrale, afin d'expérimenter ces nouvelles méthodes d'exploration météorologique. Effectivement, les observateurs ont vu apparaître à grande distance, sur leur écran panoramique, les nuages épais, les pluies et les centres orageux.

Le radar peut enfin apporter aux sondages de l'atmosphère une aide précieuse en permettant de suivre constamment, avec un équipement simple, et à partir d'une station unique, les ballons sondes. Ceux-ci doivent normalement être suivis au cours de leur ascension par deux ou trois observateurs munis de théodolites ou d'appareils radiogoniométriques, qui notent ses posi ions successives en fonction du temps. On en déduit la vitesse du vent aux différentes altitudes, tandis que la pression, la température et l'humidité relative, mesurées par les appareils (baromètre, thermomètre, hygromètre) emportés par le ballon, sont transmis au sol, grâce à un émetteur spécial qui leur est adjoind. C'est là

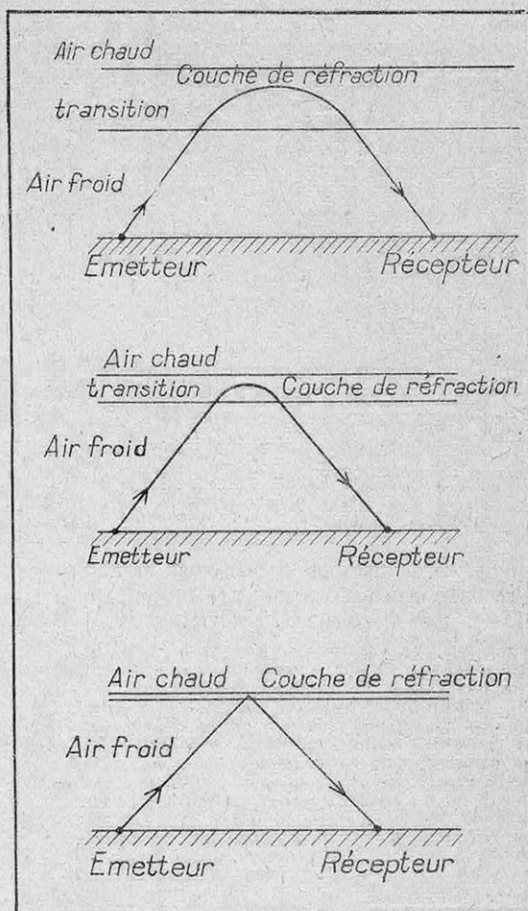


FIG. 10. — LA RÉFLEXION CONSIDÉRÉE COMME LIMITE DE LA RÉFRACTION DANS UNE COUCHE DE TRANSITION DE PLUS EN PLUS MINCE

technique des radiosondages, inaugurés en France en 1927, par R. Bureau.

En métallisant l'enveloppe du ballon, ou en lui adjoignant un écran métallisé, on le suit aisément à l'aide d'un radar unique, et l'inscription automatique de la trajectoire fait connaître la vitesse des courants aériens en altitude, même lorsque le ballon disparaît dans des couches nuageuses. On peut même le suivre sur la partie descendante de sa trajectoire et localiser son point de chute, ce qui permet une récupération rapide du matériel. Bien plus, le radar permet de supprimer l'émetteur emporté par le ballon, toujours lourd. Il suffit de combiner les indications des appareils de mesure avec les caractéristiques d'une antenne de réflexion suspendue au ballon, pour que l'observation des échos fasse connaître directement les caractéristiques physiques de l'atmosphère traversée.

On voit que les radioélectriciens des ondes ultracourtes et les météorologistes ont désormais partie intimement liée. Les uns et les autres ne peuvent que tirer partie d'une collaboration active, aussi bien dans la confrontation de leurs observations que dans la mise sur pied de recherches organisées de concert.

A. HAUBERT

L'AVION PROSPECTEUR DES RICHESSES MINIÈRES

par M. DÉRIBÉ

Dans les techniques qui s'offrent aux activités de demain, il ne fait aucun doute que l'avion aura un rôle important à remplir. Mais, si certaines de ses possibilités, pour les transports, courriers, liaisons rapides, etc., sont bien connues, il en est d'autres que, dès maintenant, il convient de ne pas méconnaître et d'envisager sous leurs divers aspects. Telle est l'aide que peut apporter l'avion à l'établissement des levés topographiques et des cartes géologiques et à l'exploitation des richesses minérales, dont certaines sont éloignées de tous centres, perdues dans des déserts, au milieu des montagnes ou de la forêt vierge. L'avion permettra de les découvrir, de les relier au monde civilisé, d'en rapporter les produits extraits. Il ne s'agit là ni d'une chimère, ni d'une lointaine anticipation. Les premiers jalons sont posés et d'éclatantes réalisations ont montré déjà tout l'intérêt de cet emploi de l'aviation.

EN 1936, dans l'île d'Hawaï, le volcan Maura Loa entra en éruption. La lave chaude coulait sous de petits tunnels de lave durcie qui empêchaient son refroidissement. Quelques bombes d'avion convenablement placées détruisirent les voûtes de ces tunnels. Un refroidissement général s'ensuivit qui provoqua l'arrêt de l'écoulement de lave.

C'est un des nombreux exemples d'emploi de l'aviation de bombardement à des fins pacifiques. Rappelons, en particulier, dans un autre domaine, l'attaque à la bombe des nuages d'orage dans la lutte contre la grêle (1), ou l'utilisation d'avions ou d'hélicoptères pour le traitement à grande échelle des forêts ou des vergers contre les insectes nuisibles (2).

Il y a quelques années, l'avion a apporté une aide considérable à l'exploitation des mines d'or de la province de Cotabambas (Apurimac) au Pérou. Ces mines sont situées en pleine montagne, à 150 km au sud-ouest de Cuzco, dans un site à peu près inaccessible des Andes, à 3 800 m d'altitude. La plus proche ligne de chemin de fer passe à 110 km de la mine, mais en est séparée par une montagne que seuls pouvaient traverser des convois porteurs avec lamas et mules. Ceux-ci mettaient quatorze heures pour effectuer le voyage et portaient 150 kg de charge au maximum. Deux avions capables de transporter 2 t en une heure remplacèrent les lamas. Ainsi, l'avion est le moyen de transport et de liaison idéal entre les centres civilisés et les exploitations minières perdues dans des sites montagneux ou désertiques à peu près inaccessibles par les moyens terrestres.

L'avion au service du géographe, du géologue et de l'archéologue

L'avion se prête remarquablement au tracé des cartes géographiques et géologiques et à la prospection minière. La photographie à la verti-

cale donne directement le lever topographique d'une région; la photographie stéréoscopique à grande base accuse les différences de relief, que la stéréophotogrammétrie (1) permet de mesurer.

En ce qui concerne l'étude de la nature du terrain, non seulement la simple vision directe fournit d'utiles renseignements à des observateurs entraînés et compétents, grâce à l'examen des formes et des couleurs (fig. 1, 2 et 3), mais il est aujourd'hui établi que des rapports connus dans leurs grandes lignes existent entre la nature de certains terrains et la nature et l'intensité de la végétation qui les recouvre. Les différences de couleur obtenues sur des plaques spéciales permettent de tirer dans ce domaine des conclusions très avancées.

Certes, le travail ainsi réalisé d'un avion ne saurait, pour le topographe, ni surtout pour le géologue, remplacer entièrement le travail sur le terrain, mais il le simplifie en permettant de poser les premiers jalons d'ensemble du problème, et, surtout, il permet de découvrir des choses que l'on ne pourrait soupçonner au sol (fig. 1).

C'est ainsi que l'on a pu retrouver dans les sables d'un désert, par ce moyen curieux et inattendu, les ruines invisibles par observation directe, d'une cité ancienne (2). Dès 1925, le R. P. Poidebard avait déjà ainsi découvert en Syrie des vestiges de constructions romaines.

A Madagascar, l'avion a été utilisé soit pour compléter les levés au sol, soit pour le lever des régions dont la carte topographique était à peine ébauchée, soit enfin, ce qui nous intéresse ici plus spécialement, pour l'exploration de régions inaccessibles. De remarquables résultats ont ainsi été obtenus par l'examen de la végétation ou par observation directe des roches. Le massif montagneux de l'Ankaratra a été survolé, et la photographie a montré les détails des bassins lacustres qui y sont alignés.

(1) Voir : « La photographie aérienne et la cartographie » (*Science et Vie*, n° 275, mai 1940, p. 492).

(2) Voir : « La vie du globe terrestre révélée par la photographie aérienne » (*Science et Vie*, n° 263, mai 1939).

(1) Voir : « Pour lutter contre les chutes de grêle, utiliser l'avion » (*Science et Vie*, n° 248, février 1938).

(2) Voir : « L'hélicoptère au service de l'agriculture » (*Science et Vie*, n° 351, décembre 1946).



FIG. 1. — POCHEs DE DISSOLUTION EN PAYS GYPSEUX

Par le jeu des ombres, on constate sur la photographie de nombreuses cupules plus ou moins sphériques souvent soulignées par des bordures d'arbres, et qui correspondent à des poches de dissolution en liaison avec des diaclases (fissures du sous-sol) servant d'exutoires. (Collection du Laboratoire de Géographie physique de la Sorbonne).

En France même, la photographie aérienne avait déjà été utilisée pour l'établissement de cartes géologiques, notamment en pays découvert montagneux, pour le tracé des éboulis, failles et larges accidents. On travaille pratiquement à l'échelle de 1/20 000, en réservant les photos au 1/2 000 ou 1/5 000 aux travaux d'art tels que les barrages. Des photographies en noir, à même échelle, ont pu remplacer, à titre provisoire, les feuilles épuisées de la carte géologique au 1/80 000.

A l'étranger cependant, la voie a déjà été ouverte sur une plus large échelle. L'exemple du Canada est particulièrement instructif, où des levés faits à 1 000 m d'altitude et à la vitesse de 200 km à l'heure, ont permis l'établissement

d'une carte géologique au prix de revient de 50 f par kilomètre carré.

L'avion permit encore, en 1933, l'exploration géologique de Middleton Island, dans le golfe d'Alaska.

Enfin, signalons que, dans ses recherches ethnographiques, M. Marcel Griaule, explorateur du continent noir, a largement utilisé l'avion et avec beaucoup de profit, et qu'au dernier Congrès national de l'Aviation, où il présida la section de l'Application de l'Aviation à la Recherche scientifique, il put coordonner les désirs des géographes, des archéologues et des ethnographes, pleins d'espoir en ces nouvelles méthodes.

Une récente exposition, à l'occasion du

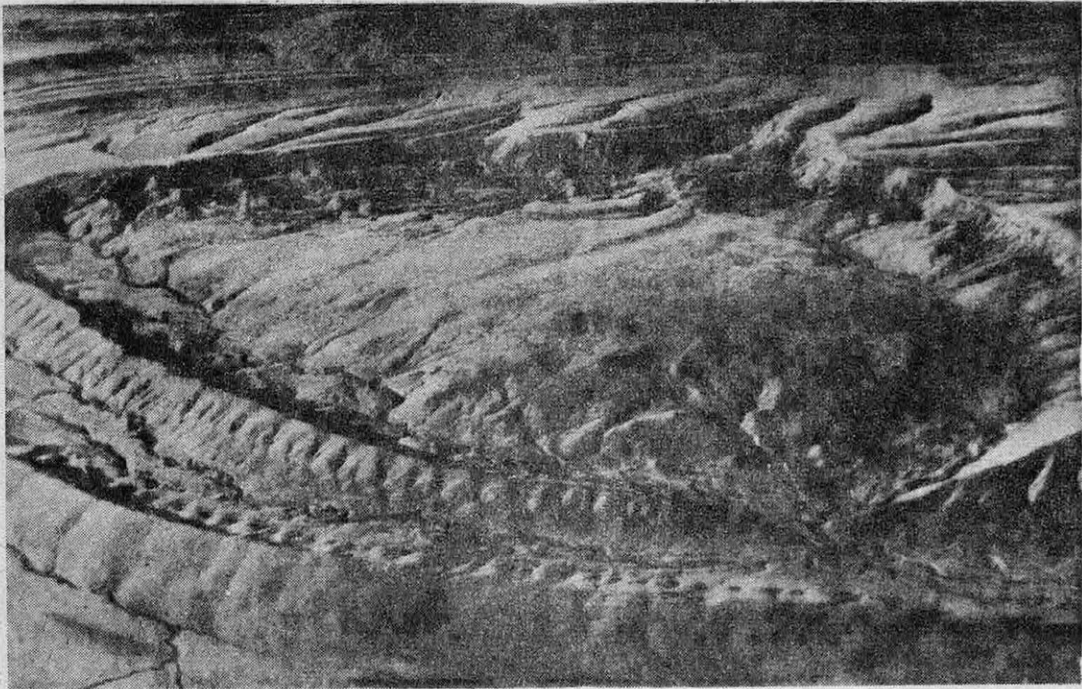
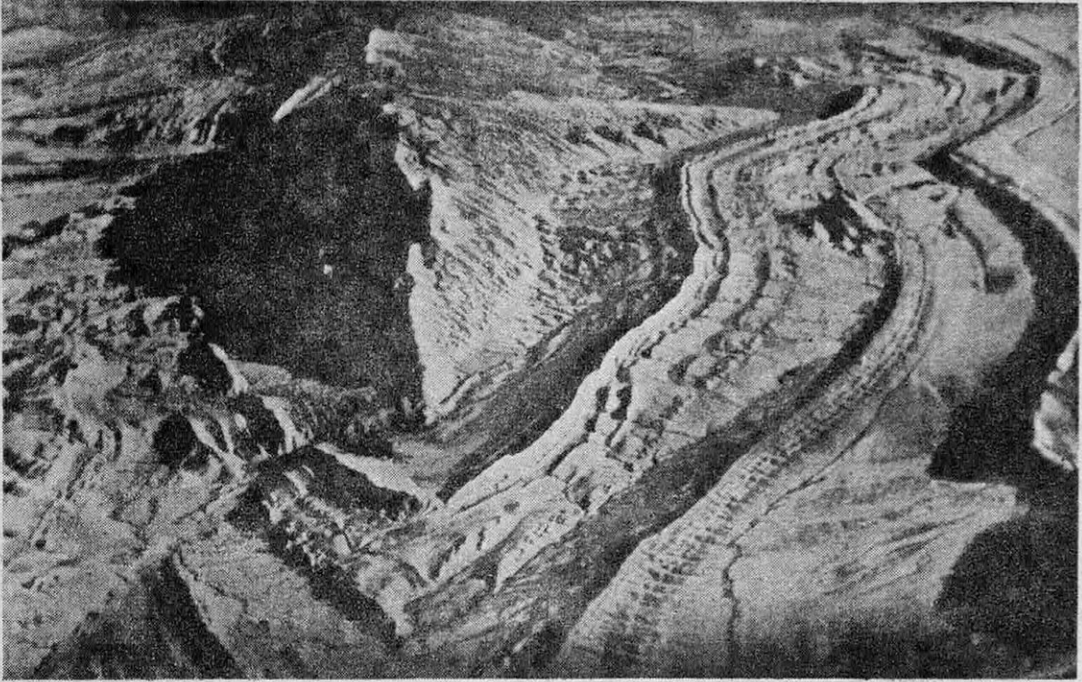


FIG. 2 ET 3. CONTRASTE DANS L'ÉVOLUTION DU RELIEF EN RÉGION PLISSÉE, ENTRE LES ROCHES PERMÉABLES ET RÉSISTANTES ET LES ROCHES IMPERMÉABLES ET FACILEMENT ÉRODÉES

La photographie aérienne met en évidence d'une façon saisissante des reliefs dont on ne peut avoir une vue d'ensemble en restant au sol.

(Collection du Laboratoire de Géographie physique de la Sorbonne.)

IX^e Congrès de la Photographie, a signalé cette technique par la présentation de panoramas stéréoscopiques et de films en couleur spéciaux pour le décel des camouflages.

L'avion prospecteur de mines

Pour effectuer d'une façon rationnelle la recherche des gisements, il convient d'abord d'établir une documentation d'ensemble géographique et géologique des régions à prospector. Nous avons vu quels services l'avion pouvait rendre dans ce domaine.

Les premières expériences réalisées ont établi que, dans l'exploration minière, l'étude aérienne, outre sa rapidité, peut conduire à de sensibles économies en considération de ses avantages : aptitude à prospector des étendues inaccessibles par d'autres voies, élimination de certains effets topographiques et géologiques de surface, possibilité de mettre en œuvre des techniques particulières telles que la photographie infrarouge ou les méthodes de prospection gravimétriques, magnétiques et même parfois électriques.

C'est l'avion qui permit à G. Lobine la découverte, en 1929, des gisements de pechblende d'Echo-Bay, dans le Nord-Ouest canadien et qui en permit également l'exploitation, car le transport du minéral, concentré sur place à 1 300 km de la plus proche voie ferrée, fut assuré par voie aérienne au travers de régions d'accès fort difficile par la voie terrestre. Cette découverte plaça le Canada à la tête du marché

mondial du radium, que se disputaient jusqu'à cette date les États-Unis, le Congo belge, la Bohême et l'Australie. La bombe atomique et les recherches sur l'utilisation de l'énergie atomique ont encore accru l'importance de cette découverte.

C'est grâce à l'avion encore que les recherches de minerais précieux ont pu être étendues vers le Nord du Canada (rives de la baie d'Hudson, régions de Flin-Flon et Sherritt Gordon au Manitoba).

Signalons aussi les recherches faites, à partir de 1935, en Afrique du Sud, par l'*Aircraft Operating Co. of Africa* et l'*Applied Geophysics, Ltd.*, de Londres, qui conduisirent, grâce à des examens par les méthodes magnétométriques, gravimétriques, sismiques et électriques, à la découverte de nouvelles zones minières. L'étude des champs aurifères de Barberton, les plus anciennement connus de la région, a montré que la tectonique apparaît clairement sur les photographies aériennes et que la prospection par cette voie est riche de promesses.

Bien entendu, c'est dans la recherche et l'exploitation des minerais précieux que l'avion, jusqu'ici, a été envisagé et utilisé. Mais bien d'autres éléments, demain, seront aussi précieux que l'or et justiciables des mêmes procédés de recherche et de transport rapide : éléments d'apport spéciaux qui entrent en faibles proportions dans les métaux courants (vanadium, niobium, par exemple), métaux rares pour sels chimiques (césium, gallium), pierres précieuses, etc.

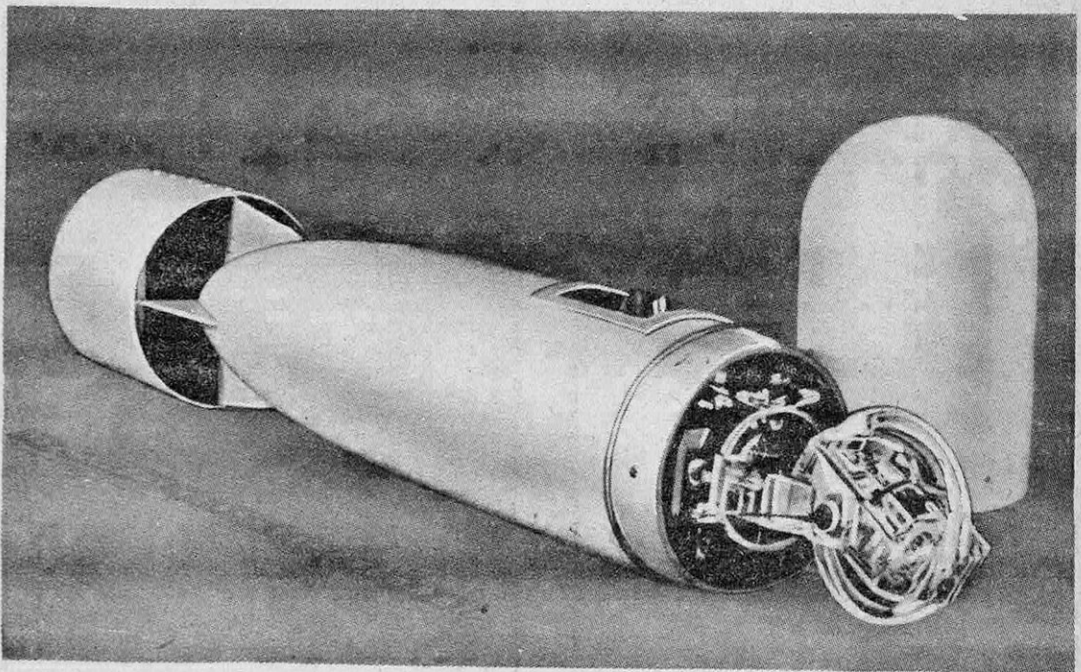


FIG. 4. — LE DÉTECTEUR MAGNÉTIQUE M. A. D. OU « DOODLEBUG »

Remorqué à quelque distance d'un avion afin de ne pas être influencé par les masses magnétiques et les circuits électriques de celui-ci, le Doodlebug contient, outre le magnétomètre proprement dit, qui transmet à des instruments enregistreurs se trouvant à bord toutes les variations d'intensité du champ magnétique terrestre, des organes stabilisateurs lui assurant une direction invariable quels que soient les mouvements de l'avion et de l'air. Ces organes sont visibles sur la photographie, la tête de l'appareil ayant été démontée pour les laisser apercevoir.

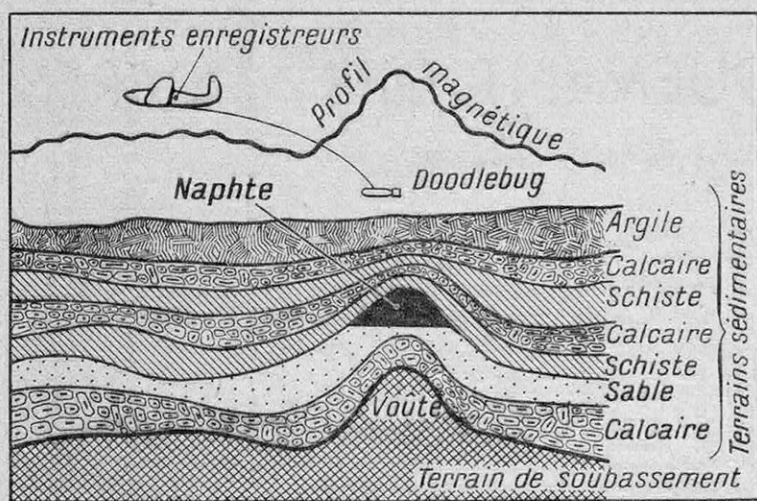


FIG. 5. — LA DÉTECTION DU PÉTROLE PAR LE « DOODLEBUG »

Les poches de naphte correspondent en général à un soulèvement en forme de voûte des couches successives de terrain, les terrains de soubassement ferromagnétiques venant ainsi plus près de la surface. Le « profil magnétique » fourni par le détecteur et montrant les variations d'intensité du champ magnétique terrestre, reproduit assez fidèlement le profil du terrain de soubassement; les maxima de cette courbe peuvent donc correspondre à la présence d'une nappe de naphte.

Le « Doodlebug », détecteur de sous-marins, de fer et de pétrole

Parmi les diverses techniques applicables à la prospection aérienne, nous avons cité la méthode magnétique. Le dernier appareil mis au point pour la prospection par cette méthode est le magnétomètre aéroporté, connu en Angleterre et en Amérique sous le nom de M. A. D. (*Magnetic Airborne Detector*) ou de *Doodlebug* (fig. 4).

Étudié avant la guerre par la *Gulf Oil Corporation* dans un but de prospection minière, cet appareil a été mis au point par les efforts conjugués de l'*U. S. Naval Ordnance Laboratory* et des *Bell Telephone Laboratories* pour la détection des sous-marins ennemis et a atteint le résultat cherché puisqu'il a permis de détruire au moins trois sous-marins dans le détroit de Gibraltar et probablement plusieurs autres; son emploi a été combiné avec celui de la *retro-bomb*, autre arme utilisée par les Alliés dans la lutte aérienne contre les sous-marins. Rendu à sa

première destination, la recherche des minerais et du pétrole, il a déjà permis de prospector plus de 100 000 km² aux États-Unis et en Alaska.

Remorqué assez loin de l'avion afin d'être soustrait à l'influence des masses magnétiques et des courants électriques du bord, cet appareil comporte principalement des organes stabilisateurs lui assurant une direction absolument fixe, quels que soient la vitesse et l'accélération de l'avion et les mouvements de l'air, et un organe sensible aux plus faibles variations d'intensité du champ magnétique, dont l'indication est transmise à des appareils enregistreurs situés à bord de l'avion. Le M. A. D. est mille fois plus sensible que les magnétomètres construits avant guerre.

S'il est évident que la présence de minerais de fer crée des perturbations importantes dans la répartition des lignes de force du champ magnétique terrestre, le

pétrole, par lui-même, n'a aucune influence; mais une poche de naphte correspond le plus souvent à un soulèvement en forme de voûte des terrains de soubassement, plus ferromagnétiques que les terrains sédimentaires, et qui se rapprochent de la surface du sol, modifiant ainsi la répartition superficielle des lignes de force (fig. 5); il en résulte que les maxima de la courbe d'enregistrement des intensités de champ magnétique correspondent en général à la présence soit de minerais de fer, soit d'une « voûte » pouvant contenir une nappe de naphte.

Sans doute faudra-t-il encore vaincre de grandes difficultés avant que soit mise au point de façon parfaite la prospection par voie aérienne, mais, étant donné que les méthodes citées plus haut s'y prêtent particulièrement, il est évident que les efforts en ce sens devront être encouragés. La création du Bureau aéronautique de la Recherche scientifique est une marque d'évolution nouvelle qui permet tous les espoirs à cet égard.

M. DÉRIBÉRÉ

Tandis que la consommation alimentaire diminuait au cours des années de guerre dans des proportions plus ou moins considérables dans tous les pays d'Europe, on a pu observer au contraire un accroissement de la quantité de denrées alimentaires consommées dans certaines contrées plus favorisées par leur position géographique et leurs richesses naturelles. C'est ainsi que les statistiques officielles des États-Unis font ressortir une consommation moyenne de 3 367 calories par habitant en 1945 contre 3 080 en 1939, soit une augmentation de 9,3 %. Les denrées sur lesquelles a principalement porté cet accroissement sont les laitages, les œufs et les boissons alcoolisées. Chaque Américain a, en moyenne, consommé 50 œufs et 7 litres de boissons alcoolisées de plus en 1945 qu'en 1939.

LE RENFLOUEMENT DES NAVIRES

par Pierre CHAUMOIS

Du fait soit des bombardements, soit des sabordages effectués tant par les équipages que par l'ennemi, les ports de la métropole et de l'Afrique du Nord et le cours inférieur de nos fleuves furent trouvés, à la Libération, encombrés d'épaves. Si l'on ajoute à celles recensées en août et septembre 1944 celles qui furent découvertes, en avril et mai 1945; après la reconquête des « poches », on obtient pour la France et l'Afrique du Nord le chiffre impressionnant de 3 140 épaves, représentant un déplacement lège (1) de 1 769 000 t. Les travaux de renflouement furent entrepris dès la Libération, avec l'assistance, pendant les premiers mois, des Alliés, qui nous prêtèrent du matériel. Il s'agissait, en première urgence, de débloquer les accès des ports et de récupérer le matériel portuaire nécessaire pour entreprendre de nouveaux travaux : pontons-bigues, grues flottantes. On entreprit ensuite le relevage d'épaves diverses, s'échelonnant des remorqueurs aux paquebots, dans le but de rendre à la navigation le plus grand nombre possible d'unités récupérables. Il y a là une tâche immense à accomplir, présentant des difficultés multiples et des problèmes très délicats, qui mettent à l'épreuve l'ingéniosité et l'audace des spécialistes.

Au moment de l'armistice de 1945, 3 140 épaves, représentant 1 769 t de déplacement lège, avaient été reconnues dans les ports, les bassins, les chenaux, les estuaires et les voies de navigation de la métropole et de l'Afrique du Nord. Et encore ce chiffre est-il inférieur à la réalité, car il ne comprend ni les épaves hâtivement renflouées par les Alliés et qui n'ont pas été signalées aux services français, ni les nouvelles épaves qu'on découvre encore assez souvent au cours du renflouement d'autres unités.

Il va de soi que ces 3 140 épaves comprennent des bâtiments de types et de tonnages les plus divers. On y rencontre des navires de guerre et des navires de commerce, des paquebots comme des cuirassés et des croiseurs, des cargos de 16 500 t en lourd, comme le *Palmyre*, et des pinasses sardinières, des docks flottants, des dragues, des bateaux-portes, des chalands, toutes sortes d'engins flottants... Le dénombrement, d'ailleurs, demeure arbitraire, aucune limite minimum précise, quant au tonnage, n'ayant été fixée aux services enquêteurs.

Pour avoir une idée plus nette de la grandeur du désastre, qu'il suffise de dire qu'on a compté 393 épaves d'un déplacement lège égal ou supérieur à 1 000 t. Ces 393 épaves représentaient, au total, 1 363 000 t.

Que convenait-il de faire de toutes ces épaves ? Fallait-il essayer de les renflouer toutes ? Sinon, quelles priorités devait-on adopter ?

Lorsque décision est prise de renflouer une épave, on peut se proposer l'un des trois buts suivants :

— désencombrer un port, un chenal, un fleuve, dégager les abords des quais et des appontements ;

— récupérer l'épave, c'est-à-dire remettre le navire en service après renflouement et réparation ;

(1) Le déplacement lège d'un navire représente son poids, comprenant coque et accessoires, à l'exclusion des approvisionnements et du chargement.

— vendre l'épave à la ferraille, avec l'espoir que cette vente couvrira, et au delà, les frais de renflouement.

Il va de soi que, des trois buts indiqués, les deux premiers ont eu le pas sur le troisième. Il fallait, d'une part, débloquer au plus vite nos ports, libérer leurs passes, leurs appontements et leurs quais, afin de permettre l'importation en France des denrées et des marchandises nécessaires à la satisfaction des besoins de la population et de l'économie ; d'autre part, récupérer le plus possible d'épaves, étant donné l'amenuisement de notre marine marchande et la difficulté d'acheter, dans l'état précaire de nos finances publiques, des navires à l'étranger.

Le premier point de vue est apparu si important que, sans négliger les ports militaires comme Brest et Toulon, les renflouements ont surtout été entrepris dans les ports de commerce comme Marseille, Bordeaux et Rouen. De plus, partout où la tâche a été commencée, on s'est efforcé de relever d'abord tous les bâtiments divers ou engins flottants susceptibles, par la suite, de servir à renflouer d'autres épaves : pontons-bigues, navires-ateliers, grues flottantes, flotteurs, remorqueurs...

L'organisation d'ensemble

Comment une telle besogne fut-elle conçue et mise en route ? Il va de soi que seul l'État pouvait prendre en charge un travail aussi considérable. Une Commission interministérielle des Renflouements fut instituée. Elle a pour organe d'exécution un bureau relevant de la direction des Constructions et Armes navales. A l'échelon local, dans chaque port militaire ou de commerce, fonctionne une Commission locale de Renflouement, qui comprend essentiellement les représentants des services intéressés : Marine marchande, Ponts et Chaussées, commandement de la Marine, direction des Constructions et Armes navales.

Les agents d'exécution de ces commissions locales sont, dans les ports militaires, des ingé-

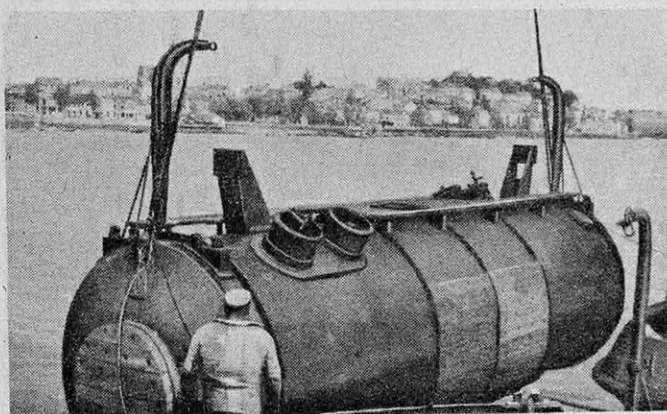


FIG. 1. — FLOTTEUR BOKANOWSKY

Les flotteurs cylindriques employés pour l'allègement des épaves sont de dimensions variables; certains, ayant jusqu'à 15 m de longueur et 4 m de diamètre, possèdent une force de relevage de près de 150 t; ils sont divisés en plusieurs compartiments par des cloisons transversales étanches et traversés de part en part par des puits verticaux destinés au passage des élingues.

nieurs du Génie maritime; dans les ports de commerce des ingénieurs des Ponts et Chaussées pour tout ce qui a trait à leur service, et des ingénieurs du Génie maritime pour tous les travaux intéressant la marine marchande.

Les travaux eux-mêmes sont effectués soit en régie par les Services d'État, soit par des entreprises françaises ou étrangères déclarées adjudicataires de tel ou tel renflouement. Le matériel est fourni, en principe, par les entreprises elles-mêmes, mais souvent l'État leur prête aide et assistance.

Les travaux accomplis

Jusqu'à ce jour, quels résultats ont été obtenus ?

Au 1^{er} février 1946, on avait relevé 497 000 t, se répartissant ainsi :

- renflouements effectués pour la marine militaire : 171 000 t ;
- renflouements effectués pour le compte de la marine marchande : 157 000 t ;
- renflouements effectués par les Ponts et Chaussées : 169 000 t.

Et, depuis février, d'importants renflouements ont encore été accomplis : au 1^{er} août, le tonnage de navires renfloués était porté à 700 000 t.

Parmi les navires renfloués qui bientôt reprendront du service à la mer, citons les paquebots *De Grasse* (18 435 t, jauge brute), *André-Lebon* (13 682 t) et *Porthos* (12 692 t), les cargos *Palmyre* (16 500 t) et *Vendémiaire* (9 228 t), le transport d'avions *Commandant-Teste*.

En ce qui concerne les navires de commerce et de pêche récupérables, 160 000 t de bâtiments ont été jusqu'à maintenant relevés. La valeur ainsi récupérée est voisine de 5,5 milliards de francs ;

les frais de renflouement n'ont guère dépassé 600 millions.

Les procédés de renflouement

La grandeur de la tâche ainsi accomplie ayant été indiquée, quels procédés ont été utilisés lors des renflouements effectués ? D'une façon plus générale, comment renfloue-t-on un navire ?

Renflouer une épave, c'est essentiellement la faire flotter à nouveau dans ses lignes d'eau normales, en éliminant les carènes liquides qui ont provoqué le naufrage du bâtiment.

Pour parvenir à ce résultat, de multiples moyens peuvent être utilisés. Il n'est point d'ailleurs de procédés rigides. Tout est affaire de circonstances et d'opportunité. Cependant, pour divers que soient les moyens employés, ils relèvent tous de deux méthodes principales :

En bref, pour faire flotter une épave, on peut faire appel :

- soit à des forces extérieures de relevage ;
- soit à des forces internes

de flottabilité ;

- soit à une combinaison des unes et des autres.

Mais, avant de procéder à l'examen de ces méthodes, une remarque importante s'impose. En effet, lorsqu'on veut relever une épave, une double opération s'avère, en général, nécessaire. Il faut : 1^o redresser l'épave ; 2^o la renflouer. Cette double opération peut souvent, d'ailleurs, s'effectuer en un seul temps.

Il est rare, en effet, qu'un navire coule droit. Le plus souvent, il se couche sur le flanc ; quelquefois même, il chavire complètement. Dans ce cas, on ne voit plus émerger de l'eau que sa quille, si les fonds ne sont pas profonds. Aussi bien, dans la plupart des cas, le redressement s'impose-t-il soit avant, soit pendant, soit après le renflouement proprement dit.

Ceci demeurant présent à la mémoire, à quelles forces extérieures de relevage peut-on s'adresser ?

Il est, en premier lieu, possible, pour les épaves de faible tonnage, d'utiliser des forces méca-

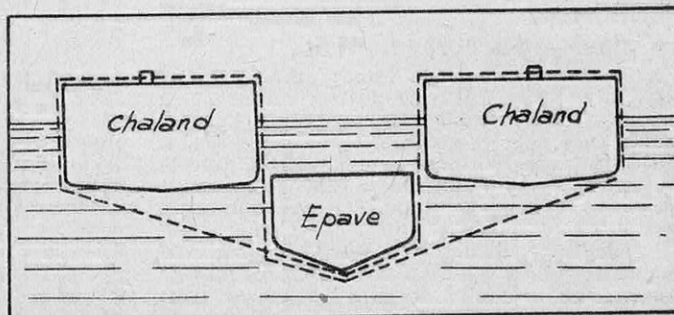


FIG. 2. — RELEVAGE PAR CHALANDS

L'avantage de la disposition des élingues représentée sur cette figure est d'éviter d'avoir à placer des poutres transversales entre les deux chalands afin de constituer un corps flottant unique ne pouvant pas basculer.

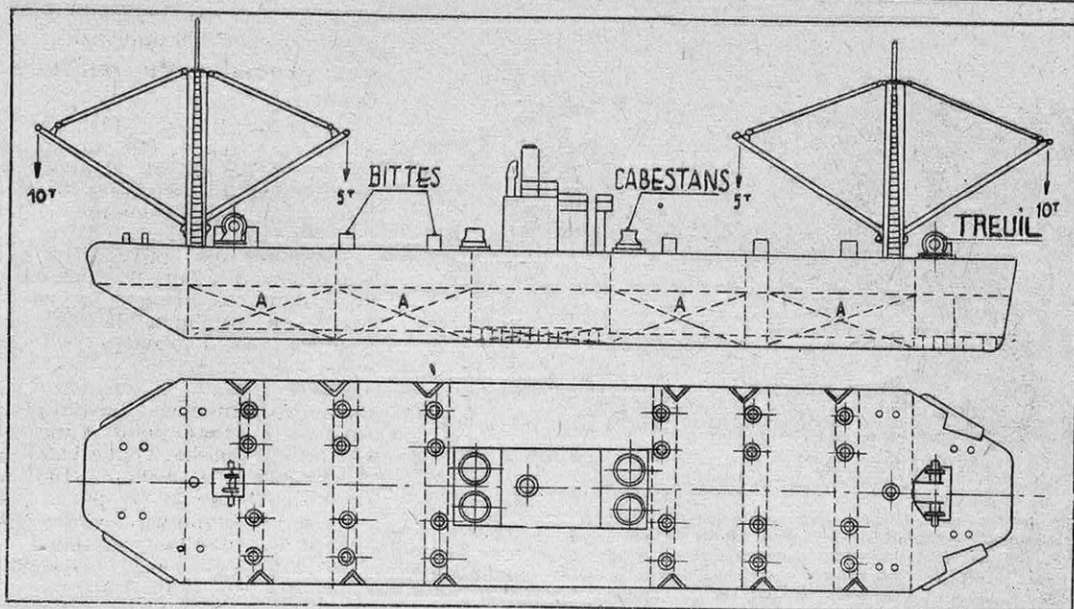


FIG. 3. — CHALAND DE RELEVAGE BRITANNIQUE DE 1 200 T

Les compartiments A peuvent être remplis pour alourdir le chaland ; leur vidange crée ensuite une puissante force de relevage.

niques. On se servira, par exemple, de pontons-bigues, de grues flottantes, ou même de grues terrestres, si l'épave qu'on désire relever gît à proximité d'un quai ou d'un appontement. Si l'épave, une fois soulevée, présente une voie d'eau, elle est mise à terre pour y subir des réparations, sinon l'eau qui emplit la coque est vidée ; remise à la mer, l'embarcation flotte à nouveau.

Cette méthode de renflouement est la plus simple et aussi la moins onéreuse. Elle est cependant assez délicate parfois ; si, par exemple, les aussières dont on se sert pour soulever l'épave ne sont point uniformément tendues, on risque de les voir se briser l'une après l'autre, et cela non sans risques graves pour la main-d'œuvre se trouvant à proximité. Enfin, il va de soi que ce procédé ne peut être employé que pour relever des épaves d'un faible déplacement : les plus forts pontons-bigues actuellement à flot ont une puissance de 400 tonnes. Leur rendement est, par suite, limité.

Le relevage par corps flottants

Un second emploi de forces extérieures de relevage consiste à utiliser des corps flottants à flottabilité surabondante qui, fixés à l'épave, confèrent à celle-ci une partie de cette flottabilité. Ces corps flottants peuvent être d'aspects et de formes très divers. On les range, en général, en deux catégories : d'un côté, les flotteurs ; de l'autre, les pontons, allèges et chalands.

Les flotteurs ont une puissance de relevage de l'ordre de 80 à 150 t. Le plus souvent, ce sont de grands cylindres métalliques divisés en trois ou quatre compartiments séparés par des puits où passent les élingues (fig. 1). Ces élingues sont des câbles métalliques de 70 à 80 mm de diamètre. Les flotteurs étant disposés de part et d'autre de l'épave, les câbles sont élongés sous la coque et servent à la soulever.

D'autres flotteurs peuvent être fixés par des procédés divers aux flancs du navire à relever. Il existe, enfin, des flotteurs sphériques en caoutchouc d'une puissance de 50 à 70 t.

En général, et sauf s'il s'agit d'épaves peu importantes, les flotteurs constituent surtout un matériel d'appoint. Leur emploi sous des formes variées est certainement très ancien. En Chine, on relève les jonques et les sampans en y plaçant des outres, ensuite gonflées d'air. Au milieu du XIX^e siècle, Dupuy de Lôme redressa un petit croiseur coulé à Toulon en fixant sur son flanc incliné un certain nombre de barriques.

L'emploi des pontons, chalands et allèges ne se différencie pas dans son principe de celui des simples flotteurs. Ces pontons, chalands, allèges ne sont que des flotteurs d'une puissance beaucoup plus grande, puisque, aussi bien, certains d'entre eux peuvent soulever jusqu'à 1 200 t. En général, on appelle pontons et allèges des bâtiments de relevage qu'on doit remorquer jusqu'à l'épave ; le terme de chalands est réservé à des bâtiments automoteurs.

L'Amirauté britannique a mis en service, depuis la guerre, un certain nombre de chalands tout à fait remarquables. Ceux de la classe *King Salvor* déplacent 1 680 t et possèdent une puissance de relevage de 1 200 t ; ils ont 55 m de long, 12 m de large et un creux de 5 m. Ceux de la classe *Dispense* sont un peu plus petits. Les uns et les autres sont autonomes et se déplacent par leurs propres moyens. En même temps que des chalands, ils sont de véritables ateliers flottants, munis d'un grand nombre de pompes d'épuisement, de treuils et de mâts de charge d'une puissance de 5, 10 et 20 t (fig. 3).

Qu'il s'agisse de pontons, d'allèges ou de chalands automoteurs, la manœuvre est la même. Les bâtiments sont mouillés de part et d'autre de l'épave, encadrant celle-ci (fig. 2). Des élingues sont élongées sous la coque, élingues qui son-

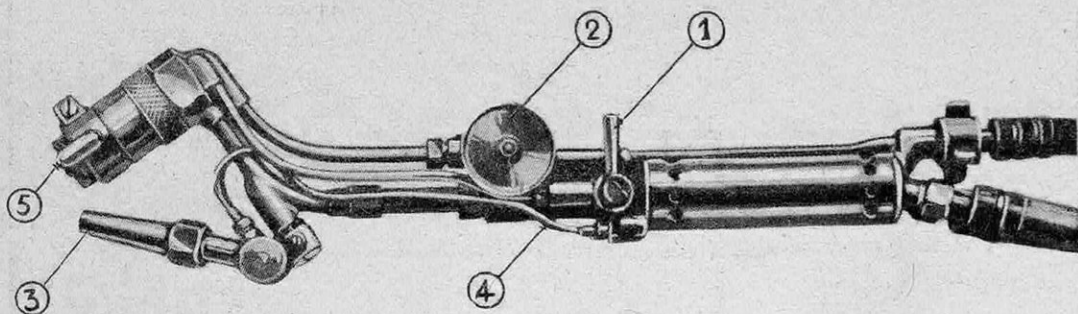


FIG. 4. — CHALUMEAU COUPEUR OXYHYDRIQUE PICARD

Ce chalumeau a trois entrées séparées pour l'hydrogène, l'oxygène de chauffe et l'oxygène de coupe. 1, robinet bois-seau commandant simultanément le débit de l'hydrogène et de l'oxygène de chauffe; 2, commande du débit de l'oxygène de coupe; 3, veilleuse d'allumage, alimentée en hydrogène et oxygène par deux tubulures spéciales 4; 5, pattes permettant d'obtenir la distance nécessaire entre la tête de coupe et la tôle à découper. (Soudure Autogène Française.)

ensuite solidement fixées aux bittes des bâtiments releveurs. Si l'on opère dans une mer à marées, les élingues sont raidies à marée basse. Lorsque le flot survient, il soulève les bâtiments releveurs, qui, eux-mêmes, soulèvent l'épave. On déplace celle-ci, et on l'amène sur des fonds plus hauts. A marée basse, on l'échoue. Puis, à la nouvelle marée, on recommence l'opération. On arrive ainsi à conduire l'épave soit dans un bassin, soit sur une plage découvrant à marée basse.

Si l'on opère dans une mer sans marées, comme la Méditerranée, on utilise un procédé différent. Les bâtiments releveurs s'immergent plus ou moins profondément. Cette immersion est obtenue par entrée d'eau dans les compartiments qui font office de flotteurs. Les bâtiments releveurs une fois immergés à profondeur voulue, les élingues passées sous la coque de l'épave sont raidies; puis, soit par pompage, soit par chasse d'air comprimé, l'eau est expulsée des bâtiments

releveurs, qui, allégés, acquièrent une puissance ascensionnelle qu'ils transfèrent à l'épave.

L'utilisation de pontons, allèges, chalands, demeure très répandue pour le renflouement de navires de petit tonnage comme le sont les destroyers, les sous-marins. Le procédé, simple dans son principe, est assez délicat dans son application. Le raidissement homogène des élingues exige beaucoup de soin, sinon des ruptures sont possibles, qui peuvent occasionner de graves accidents de personnel. D'autre part, élonger les élingues sous la coque à renflouer présente d'incontestables difficultés. Il faut souvent creuser de véritables petits tunnels à l'aide de jets d'air comprimé. Si, au lieu de reposer sur fond de vase dure ou de sable, la coque est assise sur le roc, l'élongement des élingues devient très compliqué. La fixation sur la coque de pattes d'attache par soudure électrique a parfois été utilisée en cas d'impossibilité de passer les câbles sous le navire (renflouement du cargo *Djebel-Amour*, par exemple).

Le relevage des grosses épaves

Les procédés de relevage qui viennent d'être décrits ne valent que pour les épaves ne déplaçant pas plus de 2 000 à 3 000 t. Au-dessus de ce tonnage, une autre technique doit être utilisée, soit d'une façon exclusive, soit d'une façon complémentaire. Au lieu de s'en remettre à l'action de forces extérieures à l'épave, on fait appel à des forces internes de flottabilité: le navire doit trouver en lui-même la force ascensionnelle qui le fera flotter.

Si le bâtiment s'est posé sur le fond, c'est à la suite d'une excessive entrée d'eau à l'intérieur de la coque. Pour lui rendre une flottabilité positive, c'est cette eau qu'il faut chasser des com-

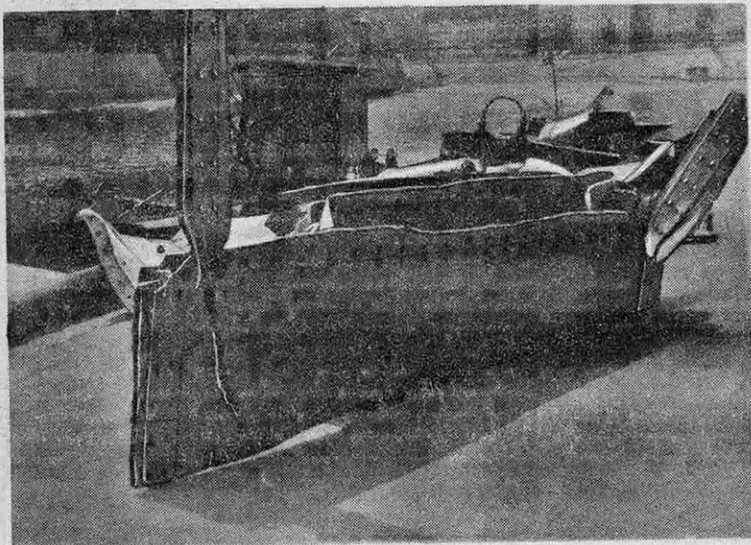


FIG. 5. — PORTION DE TOLE DÉCOUPÉE PAR OXYCOUPAGE SOUS L'EAU

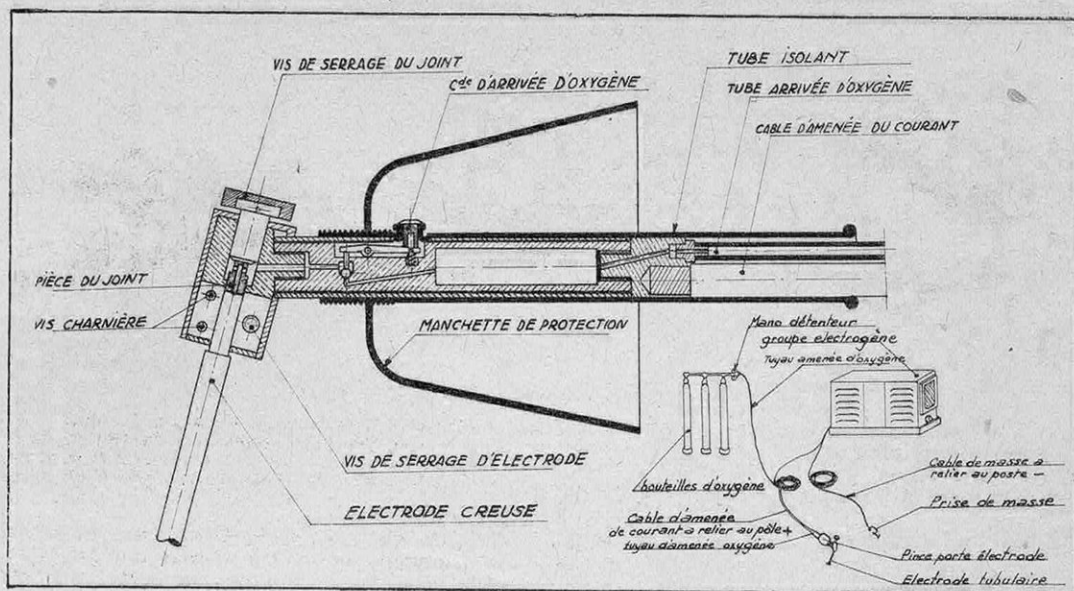


FIG. 6. — PINCE POUR L'OXYCROUPAGE A L'ARC ÉLECTRIQUE

Pour le découpage de tôles n'excédant pas 20 mm d'épaisseur, on peut employer des électrodes pleines; la chaleur de l'arc fond le métal et le fait couler. Pour des épaisseurs de tôles supérieures à 20 mm, on utilise des électrodes tubulaires à travers lesquelles passe un jet d'oxygène. Ces électrodes sont revêtues d'un enrobage spécial qui fond à la même vitesse qu'elles. Lorsqu'on utilise un générateur à courant continu, et à la condition que l'électrode soit reliée au pôle positif et la masse à découper au pôle négatif du générateur, on peut ne pas isoler le scaphandre. Les courants utilisés sont de 200 à 400 A pour l'oxycoupage (600 à 800 A en cas de travail avec électrodes pleines), sous une tension de 50 à 70 V. (Etablissements R. Sarazin.)

partiments inondés. Deux procédés, aussitôt, apparaissent possibles : utiliser soit le pompage, soit l'air comprimé.

Mais, quel que soit le procédé employé, il ne servirait de rien d'essayer de vidanger les compartiments envahis si, auparavant, on n'avait pas aveuglé les brèches ou ouvertures par lesquelles l'eau a pénétré; ce serait renouveler l'erreur des Danaïdes. Aussi bien, avant de procéder au pompage ou à l'insufflation d'air comprimé, de longs et parfois pénibles travaux sont nécessaires. Ils sont principalement l'œuvre des scaphandriers.

Il n'est point indispensable de rappeler longuement ici ce que sont ces derniers, ni la manière dont ils accomplissent leurs tâches. Quelques brèves remarques suffiront.

On le sait : n'importe qui ne peut effectuer des plongées sous-marines. Il faut être d'une constitution solide et avoir subi un entraînement poussé. D'autre part, la profession n'est point sans risques : depuis le début des opérations de renflouement entreprises dans nos ports et dans nos fleuves, 6 scaphandriers sont morts sur un effectif moyen de 350. C'est que, malgré les précautions prises, un accident est toujours à craindre, qui peut être dû à des causes multiples : c'est ici une décompression mal effectuée; là, une imprudence commise par le scaphandrier lui-même, par exemple la chute d'un objet lourd (plaque de cuirasse), dont il ne s'est pas suffisamment garé...

En revanche, cette profession demeure l'une des plus rémunératrices qui soient : un salaire horaire de 1 000 f ne constitue pas une exception. Cependant, malgré l'attrait d'un salaire élevé, la profession est peu recherchée; la

pénurie de scaphandriers a rendu difficile le démarrage de renflouements en cours. Une amélioration notable s'est toutefois produite grâce aux efforts de la marine militaire, qui a ouvert à Toulon un cours de perfectionnement pour les scaphandriers des entreprises privées, et aux efforts de la marine marchande, dont les cours, professés au Havre, sont particulièrement réputés.

Les travaux des scaphandriers

Quels sont les travaux que doit accomplir un scaphandrier lors d'un renflouement ?

L'une des premières tâches consiste à enlever de l'épave tous les objets mobiles ou qu'on peut arracher sans trop de difficultés. Il y a intérêt, en effet, à rendre l'épave aussi légère que possible. Aussi bien, fera-t-on en sorte d'enlever ancres, chaînes, munitions se trouvant à bord, etc. On pourra aussi couper les mâts et cisailer les cheminées. Une grande partie de ces travaux, dans la plupart des cas, devront être effectués sous l'eau.

L'épave allégée, il conviendra ensuite de procéder à l'obturation des compartiments qui doivent être soumis au pompage ou à l'insufflation de l'air comprimé. Cette obturation des compartiments est chose souvent malaisée et qui exige des travaux prolongés. Elle peut donner lieu d'abord à d'intensifs découpages de tôle : toutes les brèches ne sont pas franches; aussi, avant d'appliquer sur elles un emplâtre, est-il fréquemment nécessaire d'enlever de nombreuses et importantes bavures. D'autres fois, ce sont des brèches même qu'il faut ouvrir, par exemple pour pénétrer dans certains compartiments.

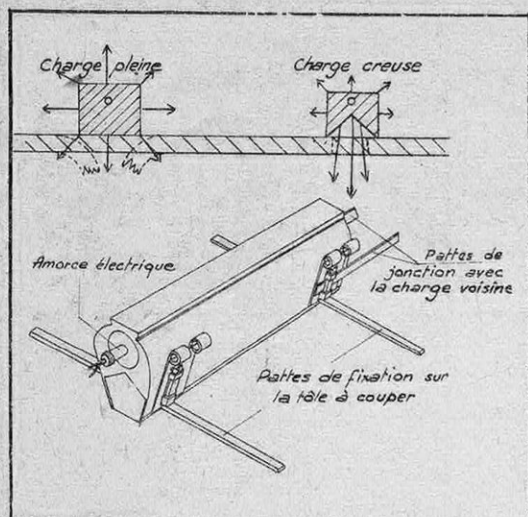


FIG. 7. — DÉCOUPEUR PYROTECHNIQUE A CHARGE CREUSE

Alors qu'une charge explosive ordinaire, appliquée en « chapelet de saucisses » contre une tôle, provoque une déchirure irrégulière et peut être dangereuse pour les régions voisines de l'épave ou pour les installations portuaires dans le cas d'un épave située dans un bassin ou contre une jetée, le principe de la charge creuse permet, par une concentration des ondes d'explosion, de diriger l'effet principal de l'explosif afin d'obtenir une coupure franche des tôles sans dégâts à l'extérieur. (Procédé Brandt.)

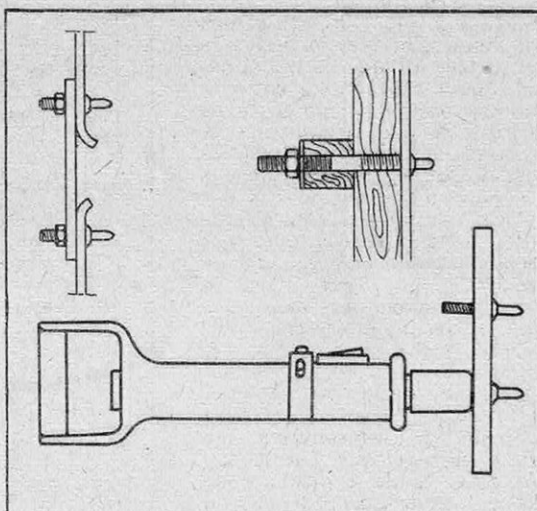


FIG. 8. — PISTOLET SOUS-MARIN

Grâce à des munitions spéciales, ce pistolet permet de percer des trous rapidement; il permet aussi de fixer sur la coque d'un navire des goujons ou des boulons creux (pour l'insufflation d'air comprimé) sans qu'il soit nécessaire de procéder à un perçage préalable. Cet outil est très utile pour le scaphandrier, car les mêmes opérations demanderaient un temps beaucoup plus long si elles devaient être effectuées au chalumeau, à l'arc ou à la perceuse. (Temple Cox Development Co.)

Ces travaux de découpages s'effectuent le plus souvent à l'aide de chalumeaux sous-marins, oxyhydriques ou oxyacétyléniques, ou à l'aide d'électrodes spéciales pour oxycoupage à l'arc électrique. Les plus récents perfectionnements apportés à ces techniques par MM. Picard et Maurice Lebrun et divers autres techniciens ont permis la réalisation d'importants travaux de renflouement qui, il y a quelques années encore, étaient pratiquement impossibles. Ces différents appareils ne servent pas aux mêmes usages : le chalumeau oxyacétylénique ne peut être utilisé que pour des profondeurs inférieures à 8 m, car, au delà de cette profondeur, la pression nécessaire entraînerait des risques d'explosion; le chalumeau oxyhydrique (fig. 4) peut être utilisé jusqu'à plusieurs dizaines de mètres, mais certaines circonstances (mauvaise visibilité en eau trouble, par exemple) peuvent lui faire préférer l'arc électrique, qui reste par ailleurs le seul utilisable aux grandes profondeurs (fig. 6). Dans les chalumeaux les plus perfectionnés, le réglage des pressions de gaz sui-

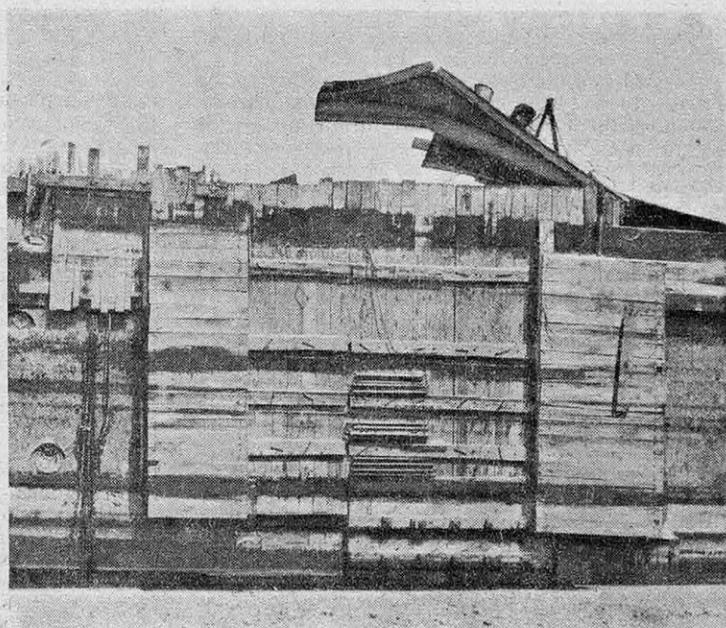


FIG. 9. — BATARDEAU EN BOIS ET CIMENT SUR LE FLANC DU CROISEUR « COLBERT »

Ce croiseur de 10 000 t, sabordé à Toulon en novembre 1942, fut touché par plusieurs bombes en 1944. L'épave présentait des brèches importantes, qui furent masquées par des batardeaux de bois et de ciment. La figure représente le batardeau établi pour obturer une brèche de 8 x 5 m sur le flanc tribord. (Société Oceanic.)

vant la profondeur est automatique. Dans des conditions moyennes, la vitesse de coupe pratiquée à l'aide de ces appareils peut atteindre 3 cm à la minute pour des épaisseurs de l'ordre de 8 à 10 mm (fig. 5).

Quel que soit le type de chalumeau utilisé, on obtient toujours un travail précis des pièces attaquées. Cependant, il est des circonstances dans lesquelles les chalumeaux ne sont d'aucun usage. C'est le cas, par exemple, lorsque la tôle à découper présente plusieurs épaisseurs, ou lorsque l'une de ses faces est recouverte de ciment ou de vase. Dans un tel cas, il faut, le plus souvent, se résoudre à faire appel aux explosifs. On utilise, en général, des explosifs assez brisants pour fournir des coupes franches, pas trop brisants pour ne pas risquer de produire des effets supérieurs à ceux qu'on recherche : on emploie l'amatol, la tolite, le plastic, la gélatine-dynamite. L'explosif est entassé dans une longue et étroite manche en textile resserrée, d'endroit en endroit, en forme de chapelet de bouddins ; ceux-ci sont plaqués le long de la tôle qu'on désire découper, et l'explosion provoque une coupure du métal. Ce procédé présente l'avantage de réduire d'une façon importante le travail, toujours lent et onéreux, du scaphandrier. Il offre, par contre, quelques inconvénients, qui résultent de ce fait qu'au lieu d'une coupure franche, c'est plus souvent une déchirure ou un défoncement qu'on obtient.

Aussi bien, a-t-on cherché une méthode meilleure de découpage à l'explosif. Il semble qu'on l'ait trouvé avec l'emploi des charges creuses (1). Sur ce principe a été mis au point, il y a peu de temps, un découpeur pyrotechnique qui possède de sérieuses qualités : précision et rapidité du travail, économie de main-d'œuvre, sécurité (fig. 7).

L'aveuglement des brèches

Une fois les brèches débarrassées de toutes leurs excroissances, une fois, en quelque sorte, la plaie nettoyée et préparée, il convient alors d'appliquer l'emplâtre nécessaire. Cet emplâtre peut, en matière de renfouement, être constitué de façons les plus diverses.

On peut d'abord utiliser un panneau de tôle : ce dernier sera soudé ou rivé, opérations qui, l'une et l'autre, exigent un gros travail de la part des scaphandriers ; la soudure s'effectuera au chalumeau ou à l'arc oxyélectrique, le rivetage au pistolet sous-marin (fig. 8).

D'autres fois, on se servira de panneaux en bois. Enfin, on fabriquera, dans certains cas, des batardeaux — assemblages de pièces de tôle

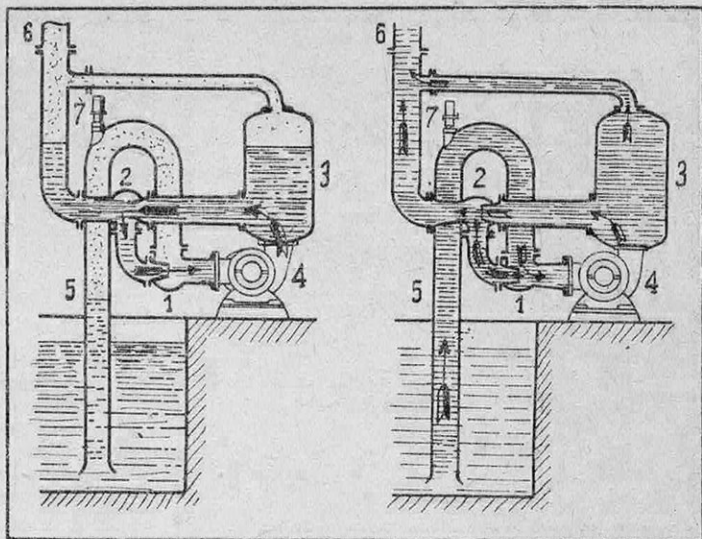


FIG. 10. — POMPE A AMORÇAGE AUTOMATIQUE

Les meilleures pompes pour renfouement sont à amorçage automatique comme celle représentée sur ce schéma : la pompe 4 et sa tuyauterie d'amorçage sont remplies une fois pour toutes ; lorsque la pompe est mise en marche, l'eau circule suivant le circuit 1-4-3-2 comme l'indique le schéma de gauche ; l'air contenu dans la canalisation 5 est aspiré par l'éjecteur 1 faisant office de trompe à eau, se dégage dans le séparateur d'air 3 et est expulsé par la conduite de refoulement 6 jusqu'à ce que, la canalisation 5 étant pleine d'eau, l'éjecteur 2 exerce une action contraire à l'éjecteur 1, ce qui arrête la circulation d'eau dans le circuit d'amorçage 2-1 (à droite). Au moment où l'on arrête la pompe, on laisse rentrer l'air dans la canalisation 5 par la soupape 7 afin d'éviter que le circuit 1-4-3-2 ne se vide par siphonage. Une telle pompe, ayant une hauteur d'aspiration de 9 m, permet de pomper par-dessus un bord d'épave plus élevé de 7 m que la pompe, la tuyauterie d'aspiration étant posée en siphon.

et de charpente en bois, — qui présentent l'avantage de pouvoir être utilisés à plusieurs reprises lors d'une série de renfouements (fig. 9). Il existe des batardeaux équilibrés, comportant un ou plusieurs caissons étanches qui leur confèrent une certaine flottabilité, afin de faciliter leur manœuvre. Le ciment à prise rapide est aussi abondamment employé. Enfin, des essais ont été faits pour congeler de véritables plaques d'eau assurant l'étanchéité parfaite de certaines brèches.

Les brèches principales obstruées, les scaphandriers doivent aussi assurer l'aveuglement des multiples canalisations de toutes sortes qui pénètrent dans les compartiments, tâche qui exige encore de leur part un travail long et minutieux.

Enfin, il convient d'observer — et ceci est d'importance — que le compartiment à vidanger doit être « préparé », en quelque sorte, d'une façon différente selon qu'on utilisera pour le vider le pompage ou l'air comprimé. Dans le premier cas, en effet, il faudra que le compartiment soit, sur toute sa surface, aussi étanche que possible. Dans le second, seuls les hauts des compartiments devront être étanches, la partie inférieure, au contraire, ayant des ouvertures pour permettre à l'eau, chassée par la pression de l'air comprimé, d'évacuer le compartiment. Si le pont principal est immergé, il faut en boucher les ouvertures correspondant aux compartiments à vidanger. Mais on devra tenir compte de la résistance du pont, souvent insuffisante

(1) Voir « La charge creuse » (Science et Vie, n° 335, août 1945).

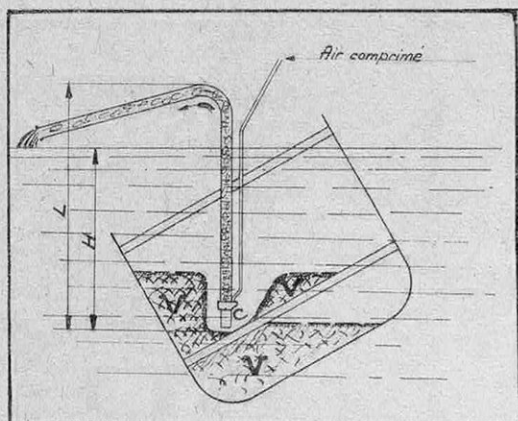


FIG. 11. — POMPE MAMMOUTH A ÉMULSION

De l'air comprimé est amené, sous une pression légèrement supérieure à celle correspondant à la profondeur d'immersion H , dans une « culotte » de fonte C où il se détend, formant avec l'eau une « émulsion » de densité inférieure à celle de l'eau, qui remonte par conséquent par le principe des vases communicants à un niveau supérieur au niveau extérieur de l'eau. On obtient un rendement acceptable lorsque la profondeur d'immersion H est au moins égale à la moitié de la hauteur totale L de la pompe, et un rendement normal (60 à 70 %) lorsqu'elle en atteint les deux tiers. Une telle pompe ne comportant aucun dispositif mécanique est particulièrement intéressante pour élever des eaux chargées de vase V , comme c'est souvent le cas pour les épaves; le scaphandrier doit alors déplacer la culotte dans le dépôt vaseux au fur et à mesure que celui-ci est attaqué. Les pompes employées à ces travaux de renflouement, alimentées par des groupes compresseurs donnant 400 à 700 m³/h d'air, ont des débits de 50 à 70 m³ d'eau à l'heure.

pour soutenir la pression extérieure si l'on opère par pompage. Lorsqu'on voudra éviter d'avoir à boucher les ouvertures du pont, on construira des « cheminées » autour de ces ouvertures, ou un « cofferdam » qui, prolongeant le bordé, soustraira toute la surface du pont à la pression de

l'eau; ces procédés sont d'application délicate, et souvent impossible.

La vidange des compartiments obturés

Sur un navire à renflouer, quels compartiments doivent être vidangés? Tout est cas d'espèce. Mais il est nécessaire, en premier lieu, que la force ascensionnelle dégagée soit suffisante pour faire flotter le bâtiment; en second lieu, que cette force totale — cette résultante — soit décomposée de telle sorte que le navire non seulement ne chavire pas en se renflouant, mais, au contraire, reprenne, dans toute la mesure du possible, ses lignes d'eau normales.

Une fois les compartiments choisis et « préparés », on procède à leur vidange simultanée. Si l'on utilise le pompage — comme c'est le cas le plus fréquent, — une batterie de pompes d'épuisement doit être mise en route. Ces pompes sont de types et de puissances très divers (fig. 10 et 11). Leur débit varie de 70 à 250 t à l'heure. Elles sont entraînées soit par des moteurs électriques, soit par des moteurs à essence ou des diesels. En utilisant un grand nombre de pompes à la fois, on peut atteindre des débits de plusieurs milliers de tonnes à l'heure. D'autre part, le pompage peut s'échelonner sur plusieurs jours. Ainsi, par exemple, l'étanchement de la partie milieu du croiseur de 10 000 t *Colbert*, sabordé à Toulon, une fois terminé, le pompage général fut entrepris au début d'avril avec un ensemble de pompes représentant un débit horaire de plus de 3 000 t. Le 17 avril 1946 seulement, le bâtiment flottait (fig. 12).

Il existe, enfin, certains modèles de pompes submersibles, qui, dans certains cas, rendent des services considérables.

Pour la vidange par l'air comprimé, on se sert de groupes motocompresseurs aspirant plusieurs centaines de mètres cubes à l'heure; cet air est envoyé à l'intérieur des compartiments sous une pression de 3 à 7 kg/cm² (fig. 13). Si l'étanchéité des compartiments est bien assurée, le renflouement de l'épave s'effectue sans difficultés (fig. 14). Mais, ici comme en matière de pompage, le succès de l'opération

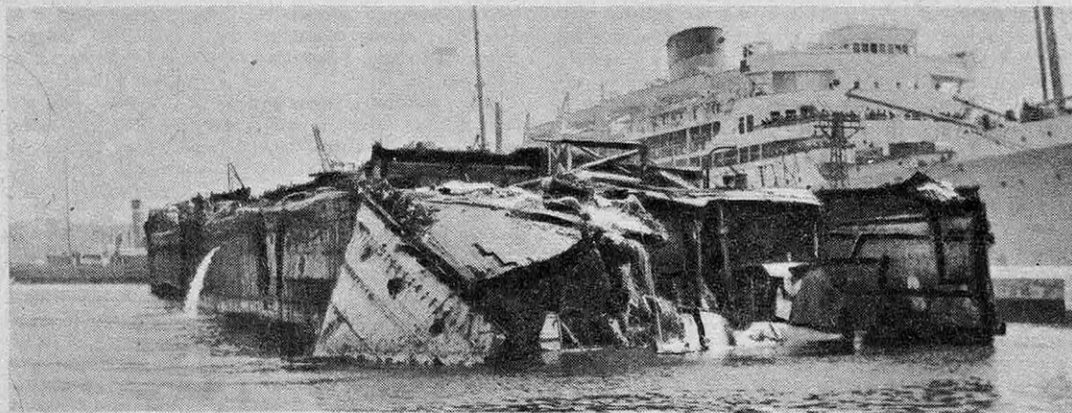


FIG. 12. — LE CROISIER « COLBERT » APRÈS RENFLOUEMENT (VUE DE L'ARRIÈRE)

Les travaux commencèrent sur le *Colbert* en mai 1945. L'étanchéité de la partie avant fut d'abord réalisée, ce qui permit de faire émerger l'avant et d'assurer l'étanchéité de la partie centrale. Le pompage général fut entrepris au début d'avril 1946 avec un ensemble de pompes représentant plus de 3 000 l/h, et, le 17 avril 1946, le navire flottait; la partie arrière, très avariée, se détacha au cours du relevage et resta immergée. (Société Oceanic.)

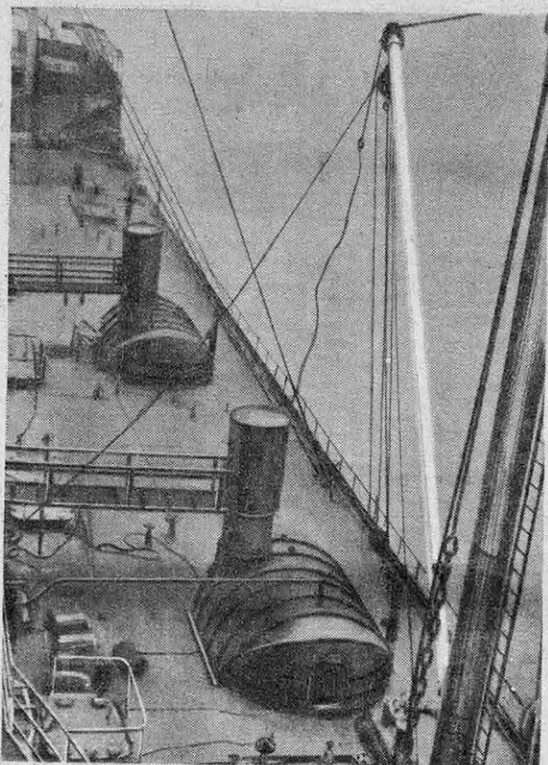


FIG. 13. — LE PÉTROLIER « PALMYRE » EN COURS DE RELEVAGE.

Au moment où cette vue a été prise, le Palmyre (pétrolier de 23 000 t en lourd), flottait sur un matelas d'air comprimé, les compresseurs fonctionnant sans arrêt pour compenser les pertes. La photographie montre les sas et les caissons qui permettaient le passage des hommes et du matériel à l'intérieur des compartiments dans lesquels régnait une surpression de 0,6 à 1 kg/cm², afin de procéder par soudage à l'arc à l'obturation des brèches et au renforcement des premières réparations. (Société Neptune.)

dépend, en définitive, du degré d'étanchéité réalisé.

Il va de soi qu'au cours d'un renflouement on peut faire usage, simultanément, et du pompage, et de l'insufflation d'air comprimé.

Le redressement des épaves

On sait que, bien souvent, le renflouement proprement dit d'une épave se conjugue avec le redressement de celle-ci. Les deux opérations peuvent être simultanées, ou s'effectuer avec un léger décalage dans le temps. Dans ce dernier cas, le plus souvent, on redresse d'abord, on renfloue ensuite. On en verra un exemple dans un instant.

Mais il peut se faire aussi que le redressement n'ait lieu qu'après le renflouement ou même n'ait jamais lieu du tout. De ceci, voici deux exemples fameux :

Le 2 août 1916, aux environ de minuit, une formidable explosion ébranla Tarente ; aussitôt, tous les navires présents sur rade, de leurs projecteurs, fouillèrent la nuit : un cuirassé italien, le *Leonardo-da-Vinci*, venait de sauter... Le

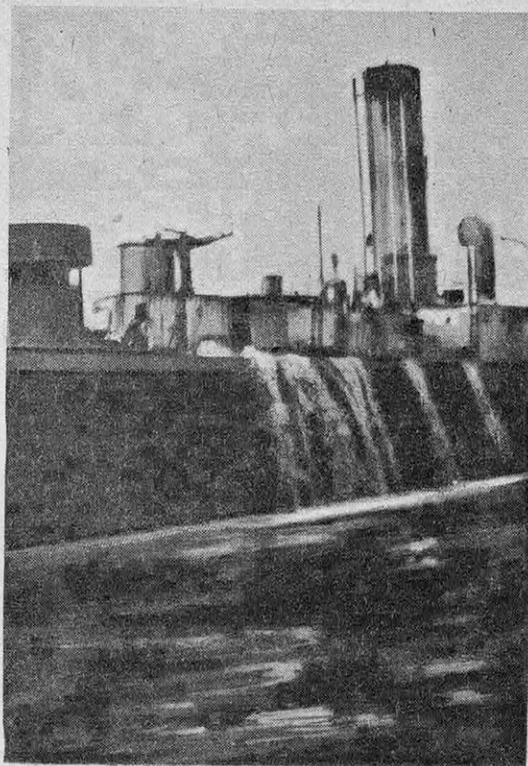


FIG. 14. — LE PÉTROLIER « GARONNE » EN FIN DE RELEVAGE

Ce pétrolier de 8 000 t était échoué à Toulon, le pont en partie couvert, avec une gîte de 18° sur tribord. Il présentait une brèche à l'avant, une à l'arrière et deux à babord. La brèche arrière, enterrée, fut dégagée à l'explosif avant d'être obturée par un batardeau ; la brèche avant ne fut pas obturée. Le pompage ayant été commencé le 23 octobre 1945, à 7 heures, le navire flotta à 19 heures. (Société Oceanic.)

navire chavira complètement, ses tourelles et ses cheminées s'incrusterent dans la vase de la rade, seuls émergèrent de l'eau quelques mètres de la quille. En 1917, on renfloua l'épave, c'est-à-dire qu'on fit à nouveau flotter le cuirassé, celui-ci, cependant, demeurant toujours quille en l'air. Ce fut d'ailleurs la première fois que l'on fit un emploi intensif de l'air comprimé. On conduisit l'épave dans un bassin de l'arsenal, où elle resta de longs mois. Une fois qu'elle eut été rendue parfaitement étanche, on décida de la redresser. Il ne fallait pas songer à la redresser à terre : on ne retourne pas à terre une masse telle (24 000 t) et, au demeurant, aussi sujette à déformation... Fin janvier 1921, le *Leonardo-da-Vinci* fut à nouveau remorqué en rade, où une fosse profonde avait été creusée. L'introduction de 7 500 t d'eau dans un certain nombre de compartiments judicieusement choisis suffit pour faire chavirer le navire déjà chaviré : le *Leonardo-da-Vinci* flotta bientôt dans ses lignes d'eau normales.

Le *Moltke*, croiseur de bataille allemand sabordé, en 1919, à Scapa Flow, gisait, lui aussi, sur le fond, la quille en l'air. Il fut renfloué, mais jamais redressé. En effet, une fois renfloué,

il fut remorqué, au cours d'un voyage épique — 190 milles marins parcourus la quille seule émergeant de l'eau — et, conduit dans un bassin de Rosyth, y fut livré à la démolition.

Le renflouement du « Koutoubia »

En guise de résumé et de conclusion à ces longues considérations sur le renflouement des épaves, voici un exemple classique qui illustrera les multiples et délicats problèmes qui se posent à tout renflouer.

Quel navrant spectacle offrait l'arrière-port de Bougie à la mi-novembre 1942 ! Trois grosses épaves gisaient à proximité des quais, trois épaves qui, quelques heures auparavant, avaient été autant de paquebots. Deux avaient été sabordés à l'arrivée des troupes alliées, et, par suite d'entrée d'eau à bord, s'étaient, peu après, couchés sur le flanc : le *Koutoubia*, le 13 novembre à 20 heures, le *Florida*, le 14 dans la matinée. Le troisième paquebot, l'*Alsina*, atteint, le 13, par des bombes allemandes, avait brûlé de bout en bout et avait coulé droit (fig. 15).

Au début de l'année 1943, décision fut prise de renflouer ces trois bâtiments ; les deux premiers pourraient servir à nouveau, le troisième, complètement irréparable, dégagerait l'avant-port.

Dix-neuf mètres séparaient l'*Alsina* du *Koutoubia*. Cette distance parut insuffisante pour redresser le *Koutoubia*. Aussi bien, résolut-on de commencer par renflouer l'*Alsina*. Relevé, ce bâtiment servirait ultérieurement de pont fixe et support de treuils pour effectuer les redressements successifs du *Koutoubia* et du *Florida*.

Ainsi fut fait : l'*Alsina* fut d'abord renfloué, et, au début d'avril, les travaux commencèrent sur le *Koutoubia*. Ce dernier était un paquebot mesurant 130 m de long et 17,80 m de large ; son creux était de 11,24 m, sa jauge brute de 8 790 t, son port en lourd de 4 971 t. Construit en 1931, ses machines, d'une puissance de 8 000 ch, lui avaient permis d'atteindre, à ses essais, la vitesse de 18,6 nœuds.

Le sabordage avait consisté à ouvrir les vannes de noyage des soutes à munitions, car ce paquebot avait été transformé en croiseur auxiliaire. L'invasion de l'eau avait créé à bord des carènes liquides, qui, à leur tour, avaient entraîné le chavirement du bâtiment. Celui-ci s'était couché sur le flanc et reposait sur un fond de sable vasard assez dur dragué à la cote — 11 m, fond, il est vrai, rehaussé d'une couche de vase molle d'une épaisseur d'un mètre environ.

A l'exception de la rupture d'une prise d'eau de coque, provoquée par l'explosion d'une bombe tombée à proximité du navire, le *Koutoubia* n'avait subi aucune avarie majeure.

Le problème qu'avaient à résoudre les ingénieurs chargés du renflouement avait un aspect double : il convenait de redresser l'épave, puis de la relever.

Pour redresser l'épave, on pouvait faire appel :

- soit à des forces extérieures (horizontales ou verticales) ;
- soit à des forces de flottabilité du bâtiment lui-même ;
- soit à une combinaison de forces extérieures et de forces de flottabilité.

Estimant à 5 882 t le poids lège du *Koutoubia* et à 8,303 m la hauteur du centre de gravité au-dessus de la ligne d'eau, et compte tenu des poids à débarquer (ancres, chaînes, embarca-

tions), on évalua à 6 515 t le déplacement du bâtiment au moment du redressement. Pour effectuer celui-ci, un couple de 30 000 t × m au départ était nécessaire.

Pour produire un tel couple, il aurait fallu disposer :

en utilisant des forces extérieures horizontales (traction sur le flanc tribord), d'une force de 1 580 t, en appliquant les aussières au voisinage du livet du pont D ; ou d'une force de 1 250 t, en appliquant ces mêmes aussières au sommet de chevalets de 5 m de haut préalablement fixés sur la coque ;

en utilisant des forces extérieures verticales (flotteurs, grues...), d'une force de 1 670 t.

Les moyens dont la marine disposait en Algérie ne permettaient pas d'obtenir des forces de redressement aussi élevées.

Obligation était donc de recourir aux forces de flottabilité. On reconnut bien vite qu'on ne pouvait pas faire appel à ces dernières exclusivement. Une force de 2 000 t aurait probablement suffi. Cette force aurait pu être assez aisément obtenue en épuisant l'eau d'un certain nombre de compartiments au préalable rendus étanches. Une telle solution ne fut cependant pas retenue, car on craignit que le navire, en se relevant, ne vint à se coucher davantage.

Il ne restait plus qu'à utiliser simultanément des forces extérieures et des forces de flottabilité. C'est ce qu'on fit, en décidant :

1° D'étancher la coque du navire jusqu'au pont D pour amener le *Koutoubia* au décollément du fond.

2° De tirer horizontalement sur tribord pour redresser le bâtiment. Pour effectuer ce travail, une force de 470 t suffisait, que les moyens dont on disposait permettraient aisément d'obtenir.

Les plans de renflouement une fois arrêtés, les travaux commencèrent. Ils furent confiés à une entreprise privée, qui travailla sous la surveillance des services techniques de la marine.

Du 9 avril au 22 octobre 1943, on procéda à l'installation du chantier et à l'enlèvement d'un grand nombre d'objets amovibles se trouvant à bord, tels que chaînes, embarcations,

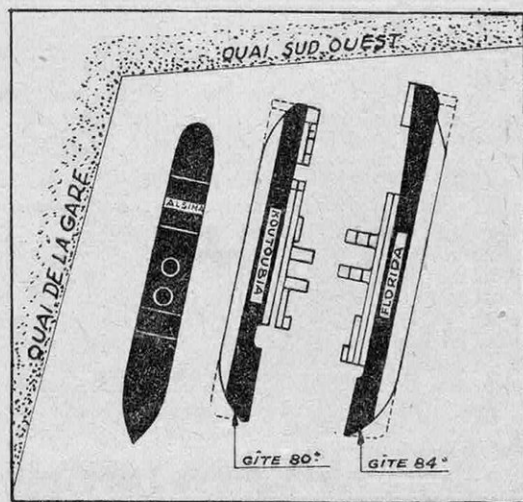


FIG. 15. — LES ÉPAVES DES TROIS PAQUEBOTS « ALSINA », « KOUTOUBIA » ET « FLORIDA » DANS LE PORT DE BOUGIE

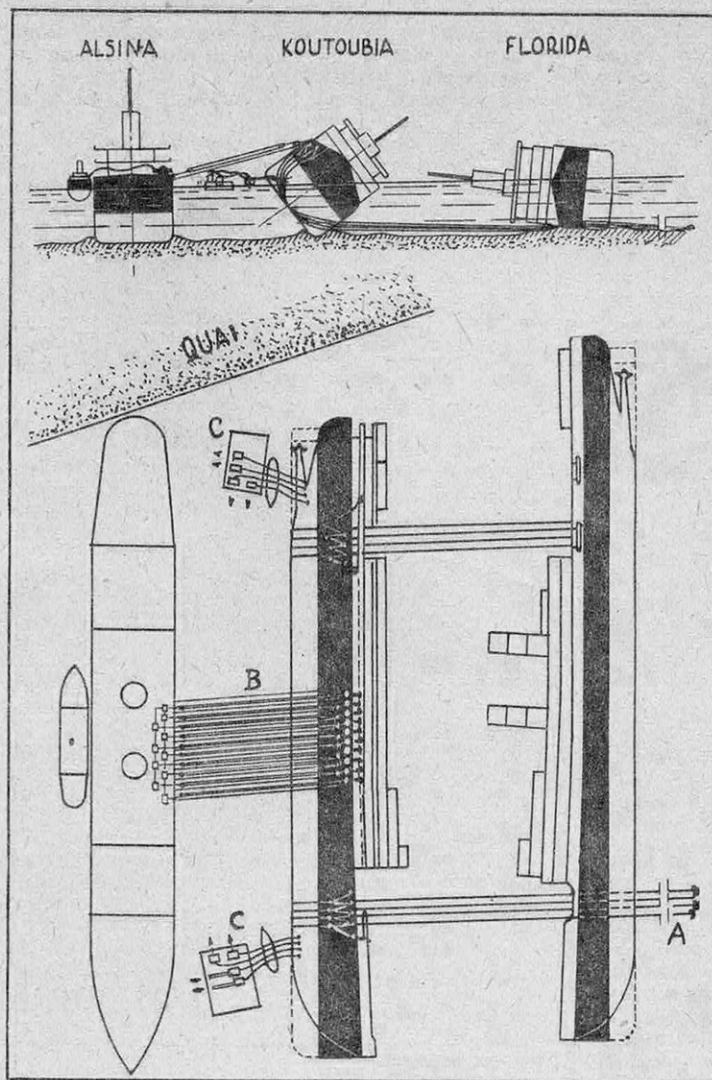


FIG. 16. — LE REDRESSEMENT DU « KOUTOUBIA »

Des chaînes de retenue A ayant été élongées sous l'épave du Florida, les palans de redressement B furent fixés sur l'Alsina et raidis par deux treuils à vapeur, tandis que huit motopompes établies sur les chalands C procédaient à la vidange des compartiments rendus étanches.

grues et bossoirs, ou qui furent découpés au chalumeau, comme mâts et cheminées ; en tout, le bâtiment se trouva allégé de 266 t. Du 22 octobre au 12 décembre 1944, on mit en place le dispositif de redressement et on assura l'étanchéité des compartiments qui devaient être vidangés pour accroître la flottabilité du paquebot ; ces derniers travaux furent l'œuvre des scaphandriers. De temps à autre, on effectua des essais de pompage pour vérifier le degré d'étanchéité obtenue.

L'Alsina avait été renfloué en octobre. Cette épave flottante fut légèrement déplacée pour donner au Koutoubia plus de champ pour se redresser.

Le 12 janvier, tous les travaux préliminaires

étant achevés, on décida de procéder au redressement du bâtiment. Forces extérieures horizontales et forces de flottabilité devant conjuguer leurs actions, treuils et pompes furent mis en marche simultanément (15 h 30). Dix treuils à vapeur installés sur l'Alsina raidirent dix palans de 50 t à 6 brins, qui avaient été fixés sur le flanc tribord du Koutoubia, à mi-longueur du bâtiment. Sur l'avant et sur l'arrière de celui-ci, avaient été installées huit chaînes de retenue. Les chaînes de l'avant, élongées sous le Florida, étaient ancrées à des ancres de 4 t. Celles de l'arrière avaient été fixées à la coque même du Florida (fig. 16). A l'avant et à l'arrière du Koutoubia, huit motopompes d'un débit de 150 à 300 t/h avaient été établies sur chalands. Leur débit total s'élevait à 1 600 t/h pour celles de l'avant, à 2 500 t/h pour celles de l'arrière.

Grâce à l'action conjuguée des treuils et des pompes, la gîte du Koutoubia, qui atteignait 80° au début du redressement à 15 h 30, avait été ramenée à 45° une demi-heure plus tard. A ce moment précis, on arrêta les pompes, la vidange des compartiments étant terminée. Les treuils, par contre, continuèrent de tirer jusqu'à 16 h 19, ramenant, par leur seul effort, la gîte de 45° à 32°, 40. A 16 h 19, on dut stopper les treuils, la plupart d'entre eux étant à bout de course.

Pour achever le redressement du paquebot, on donna ordre de remplir les cales. Cette manœuvre ne réussit pas. Comme le bâtiment ne montrait nulle tendance à se redresser de lui-même, on reprit les flins et, en faisant donner tous les treuils au maximum, on parvint à ramener la gîte à 20° environ vers 20 h 30. Le redressement du Koutoubia était pratiquement achevé.

Le bâtiment, une fois redressé, reposait toujours sur le fond. Les motopompes furent remises en action. Le 18 janvier à 17 h le paquebot flotta. Il suffit, pour annuler la gîte, de remettre en place des gueuses qui s'étaient déplacées dans les cales.

Les travaux avaient ainsi duré neuf mois. Leur durée aurait été plus courte si on eût disposé de tout le matériel convenable, mais on sait combien pauvre se trouve l'Algérie en possibilités industrielles. D'autre part, un bombardement allemand qui eut lieu le 8 juin provoqua quelques dégâts qui durent être réparés. Les travaux exigèrent la présence de 150 ouvriers, dont 8 scaphandriers et 50 ouvriers spécialisés. Les frais s'élevèrent à 16 millions environ.

P. CHAUMOIS

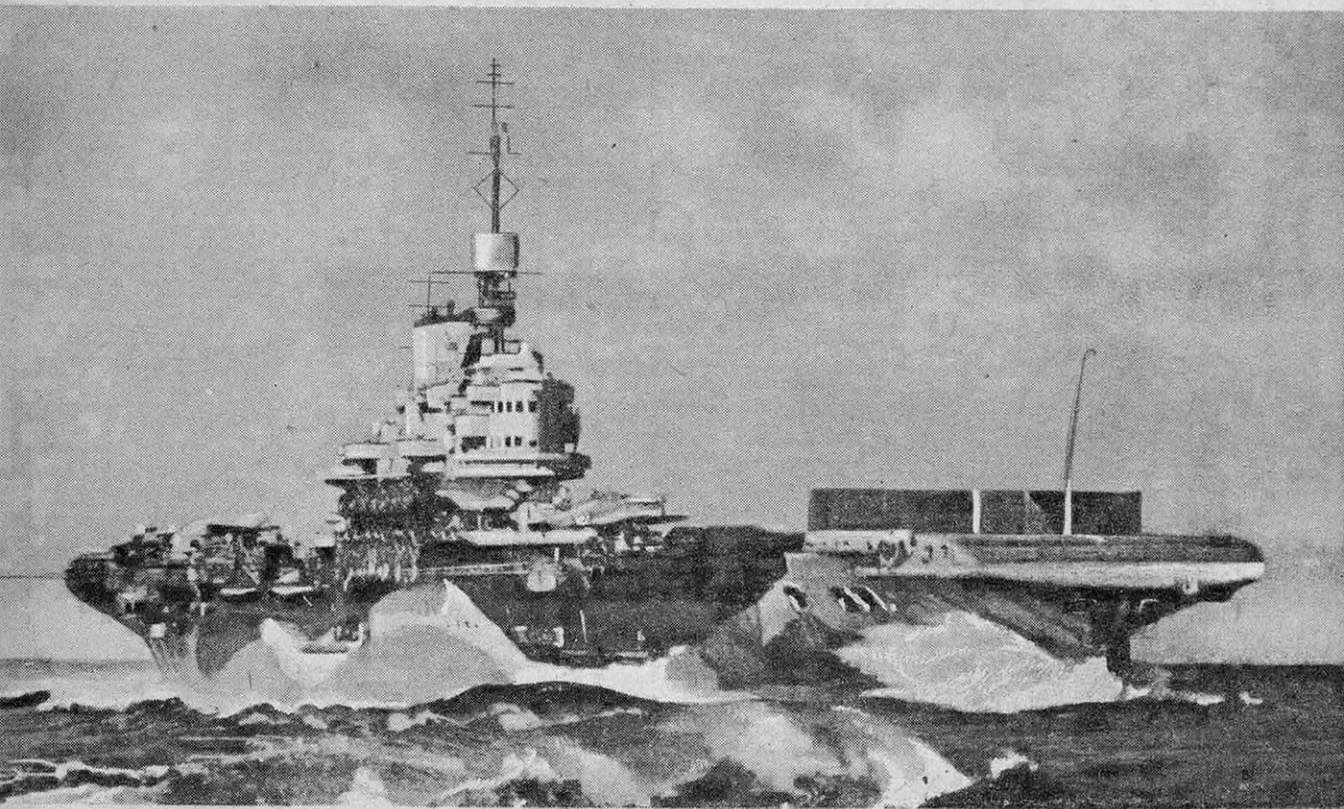
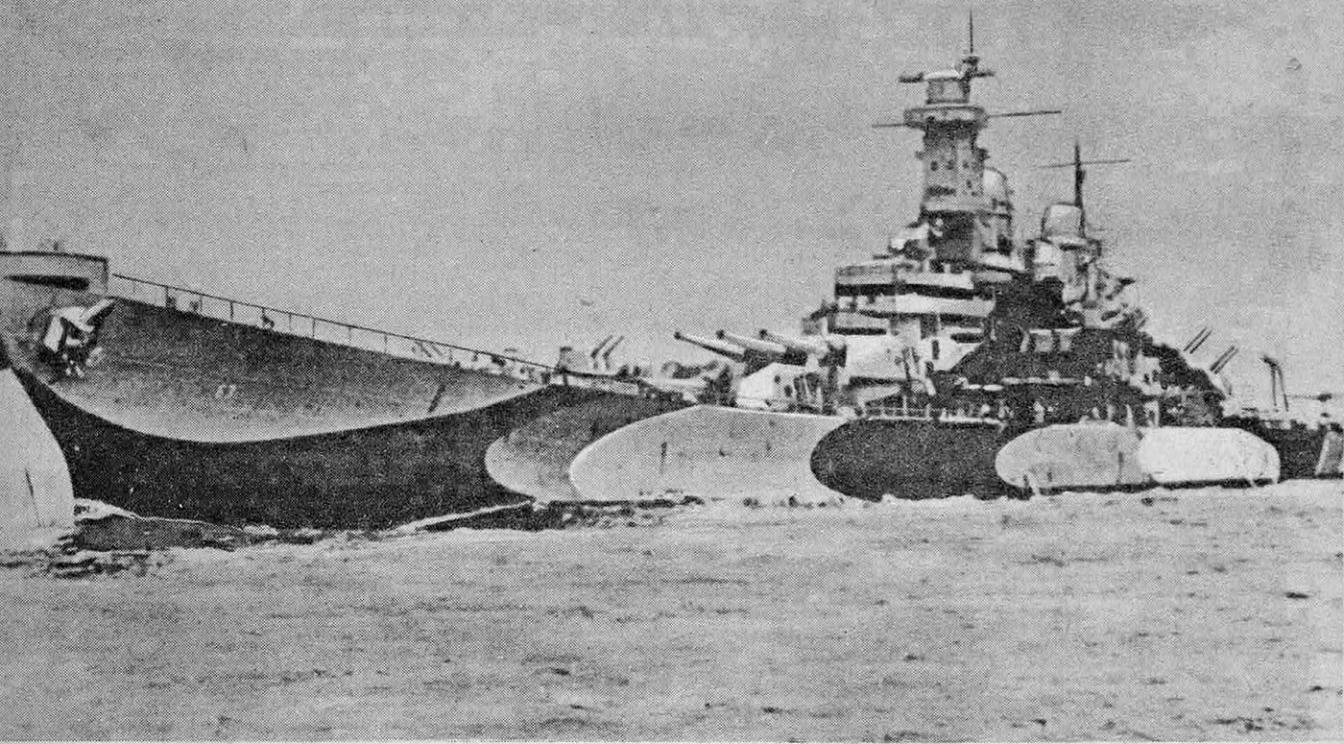


FIG. 1 ET 2. — LE CUIRASSÉ AMÉRICAIN « MISSOURI » ET LE PORTE-AVIONS BRITANNIQUE « FORMIDABLE »
Les bariolages de couleur dont ces navires sont revêtus gênent l'adversaire cherchant à les identifier et à déterminer leur distance et leur route.

LE CAMOUFLAGE A LA MER

par Jacques BRÉDAT

Tromper l'adversaire, soit en lui faisant croire qu'il n'y a rien là où il y a quelque chose, ou quelque chose là où il n'y a rien, soit en donnant aux objets camouflés l'apparence de ce qu'ils ne sont pas, soit encore en faussant les perspectives pour compliquer l'identification et la détermination de la route, est un procédé de bonne guerre, que les belligérants ne se sont pas fait faute d'utiliser, aussi bien sur mer que sur terre. Cependant, un camouflage réellement efficace est toujours très délicat à réaliser, et les difficultés ne sont nulle part aussi grandes que dans le cas des navires à la mer. L'œil exercé d'un marin ne se laissera pas surprendre en effet par un subterfuge grossier, et seuls de véritables spécialistes, à la fois savants et artistes, peuvent prétendre obtenir des résultats satisfaisants dans le camouflage des navires de guerre.

B IEN que le camouflage naval soit né seulement pendant la guerre de 1914-1918, cette question avait déjà préoccupé certains marines il y a une cinquantaine d'années : en Angleterre, par exemple, on avait fait, au début de ce siècle, des essais comparatifs de diverses peintures, généralement dans des tonalités grises plus ou moins foncées, quelquefois bleuâtres — un cuirassé avait même été peint en vert — qui toutes avaient pour but de rendre moins distinctes les silhouettes des navires aperçus à l'horizon. A cette époque aussi, on avait même étudié un projet de peinture bariolée pour des torpilleurs ; il semble pourtant que cette suggestion ne soit jamais restée qu'à l'état de projet.

Le camouflage rationnel fausse les appréciations de distance et de route

Ce fut la guerre sous-marine, déclenchée en 1915 par l'Allemagne avec la violence que l'on sait, qui provoqua de nouvelles recherches. Le lancement d'une torpille exige en effet un calcul précis des éléments du « tir », pour lequel le tireur doit apprécier au préalable la distance, la route et la vitesse de son objectif. Ces observations étant faites nécessairement au périscope dans des conditions difficiles, il apparut très vite que l'on aurait intérêt à fausser les appréciations du commandant du sous-marin, et les premiers camouflages consistèrent en « moustaches » ornant les étraves pour faire croire à une plus grande vitesse. On pensa ensuite compliquer l'appréciation de la route en décalant les mâts et les portemanteaux des embarcations, puis au moyen de bariolages multicolores ayant eux aussi pour objet soit de rendre indistincte la silhouette du navire, soit de fausser la perspective (fig. 1 et 2). C'est par application du même principe que le *Board of Trade* anglais et l'Amirauté britannique firent construire, en 1917-1918, des cargos et des patrouilleurs à mât unique et de lignes symétriques en apparence, sinon identiques, aux deux extrémités. Il paraît certain que les commandants de sous-marins furent quelquefois gênés par ces méthodes, mais on se rendit compte aussi que l'efficacité d'un camouflage, ayant pour but de

rendre un navire moins visible, était extrêmement variable selon l'éclairage. C'est ainsi que les navires-hôpitaux, peints en blanc avec bandes de couleur rouge ou verte et grandes croix rouges pour être plus facilement identifiés, pouvaient, dans certains cas, être beaucoup moins visibles que des bâtiments soigneusement camouflés dans l'espoir de les rendre totalement invisibles.

Au cours de la dernière guerre, les navires de combat qui, de 1918 à 1939, avaient retrouvé leurs couleurs de coque habituelles du temps de paix (tonalités grises, foncées dans les mers froides, plus claires dans les mers chaudes, tonalités bleuâtres, vertes ou noires pour les sous-marins) furent de nouveau camouflés. On revit ainsi sur les océans les bariolages de la période 1917-1918 ; mais d'autres formules furent pratiquées, en particulier à la fin de la guerre, vers 1944-1945. A cette époque, la plupart des bâtiments de combat alliés avaient la coque et les superstructures peintes simplement en deux tons : une coque plus petite se silhouettait sur la coque proprement dite, dont le reste était peint, ainsi que les superstructures, dans une tonalité plus claire ; ce genre de camouflage a pour but de tromper l'adversaire sur la longueur réelle du bâtiment, par conséquent sur son éloignement apparent. Les principales difficultés venant des ombres portées par les superstructures et surtout par l'armement, on les évite autant que possible en employant des peintures plus claires aux endroits où se forment généralement les ombres.

La recherche de l'invisibilité

Le camouflage idéal d'un navire à la mer serait celui qui le rendrait totalement invisible. Il est évidemment impossible à réaliser à la lettre, car il ne peut exister de camouflage absolu, valable pour tous les éclairages, à toute heure du jour et de la nuit, en toute saison, par tous les temps et en tous les points du globe. Cependant, on est parvenu à rendre un navire *pratiquement* invisible dans des conditions bien déterminées en réunissant au préalable une documentation poussée sur les conditions dans lesquelles va opérer le navire considéré : luminosité générale et conditions météorologiques habituelles des mers où il doit naviguer, couleur des eaux, couleur du ciel,

nébulosité, enfin variations de tous ces facteurs avec l'heure du jour et avec la saison. Il reste alors à utiliser pratiquement toutes les données. Dans ce but, l'Amirauté anglaise a créé un organisme spécialisé, le Laboratoire de recherches de Leamington, où l'on essaye des modèles réduits dans un bassin soumis à des éclairages spéciaux fluorescents reproduisant exactement les conditions de luminosité observées par tous les temps, en toutes les parties des « sept mers », avec un soleil et une lune artificiels d'intensité réglable et des brumes et brouillards de densité variable. Les modèles de navires y peuvent être examinés dans les mêmes conditions que si l'observateur se trouvait sur la passerelle d'un bâtiment à l'horizon, ou bien du haut d'un avion volant à diverses altitudes. Les conditions réalisées au bassin sont fixées en fonction de la tactique favorite d'attaque de l'ennemi et de l'heure où ces attaques sont les plus fréquentes et les plus dangereuses. On arrivera à des résultats différents, par exemple, s'il s'agit d'assurer le maximum de protection contre des attaques d'avions opérées en plein jour, par beau temps ou par temps couvert, ou bien contre celles de sous-marins opérant à la tombée de la nuit ou au lever du jour.

Les porte-avions soulèvent des difficultés spéciales, car la ligne horizontale du pont d'envol ne peut guère être dissimulée et les encorbellements portant les armes de défense antiaérienne engendrent des ombres caractéristiques. Les Anglais prétendent cependant être parvenus, dans des conditions particulières de luminosité, à faire prendre un porte-avions pour un navire de beaucoup plus petit tonnage et beaucoup plus rapproché de l'observateur.

Il est difficile de porter un jugement circonstancié sur les succès obtenus, dans la pratique, par un procédé de camouflage, car le fait qu'une attaque ne se produit pas ou échoue peut être dû à de multiples facteurs qui n'ont rien à voir avec la peinture d'une coque. Des résultats très intéressants avaient cependant été obtenus dans certains cas : certain camouflage bleu pâle et blanc, adopté pour les escorteurs des convois opérant aux atterrages nord-ouest des Îles Britanniques, aurait atteint si parfaitement le but recherché que ces escorteurs se seraient plaints de ne pas s'apercevoir entre eux !

Signalons encore d'autres formes de camouflages qui furent, en particulier, pratiquées dans le Pacifique pour certains bâtiments longeant les côtes d'îles tropicales aux végétations luxuriantes. Pour échapper à l'observation des navires aussi bien qu'à celle des avions, nombre de petits bâtiments utilisèrent souvent branchages et fougères géantes. Sans doute le premier commandant qui eut cette idée avait-il lu Shakespeare

et se souvenait-il de la forêt qui marche !

On ne peut d'ailleurs s'empêcher de penser que toutes ces recherches ne serviront plus à grand'chose depuis que le radar met à la disposition des observateurs des moyens de détection certains et la possibilité de mesurer rapidement la distance à laquelle se trouve l'adversaire, et, par conséquent, de déterminer sa route.

Le camouflage destiné à fausser l'identification : bateaux-pièges et escadres d'épouvantails

Passons, maintenant, à cet autre aspect du camouflage qui a pour objet soit de donner à des objets l'apparence de ce qu'ils ne sont pas, soit de faire croire qu'il y a quelque chose là où il n'y a rien.

Le premier exemple qui vient immédiatement à l'esprit est celui des bateaux-pièges, les fameux « Q-ships » des Anglais pendant la guerre de 1914-1918. C'étaient, on s'en souvient, soit d'inoffensifs voiliers, chalutiers ou cargos transformés en « loups » dangereux grâce à un armement redou-

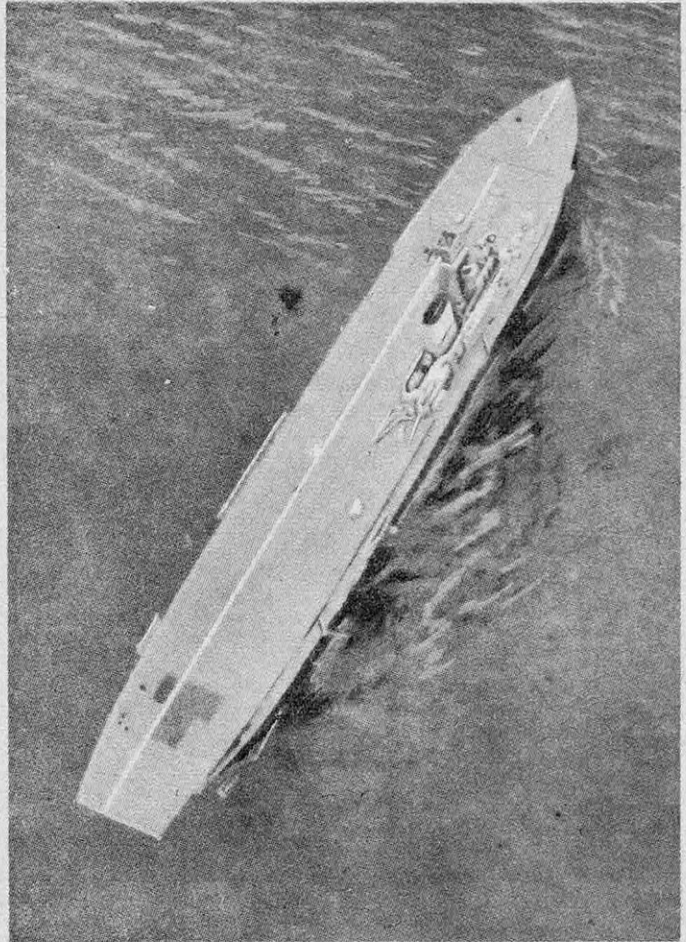


FIG. 3. — DANS LA BAIE DE SCAPA FLOW, UN FAUX PORTE-AVIONS, RÉPLIQUE DU « HERMÈS » DE 12 000 T, N'EST QU'UN CARGO HABILÉ DE CONTREPLAQUÉ ET DE TOILES.

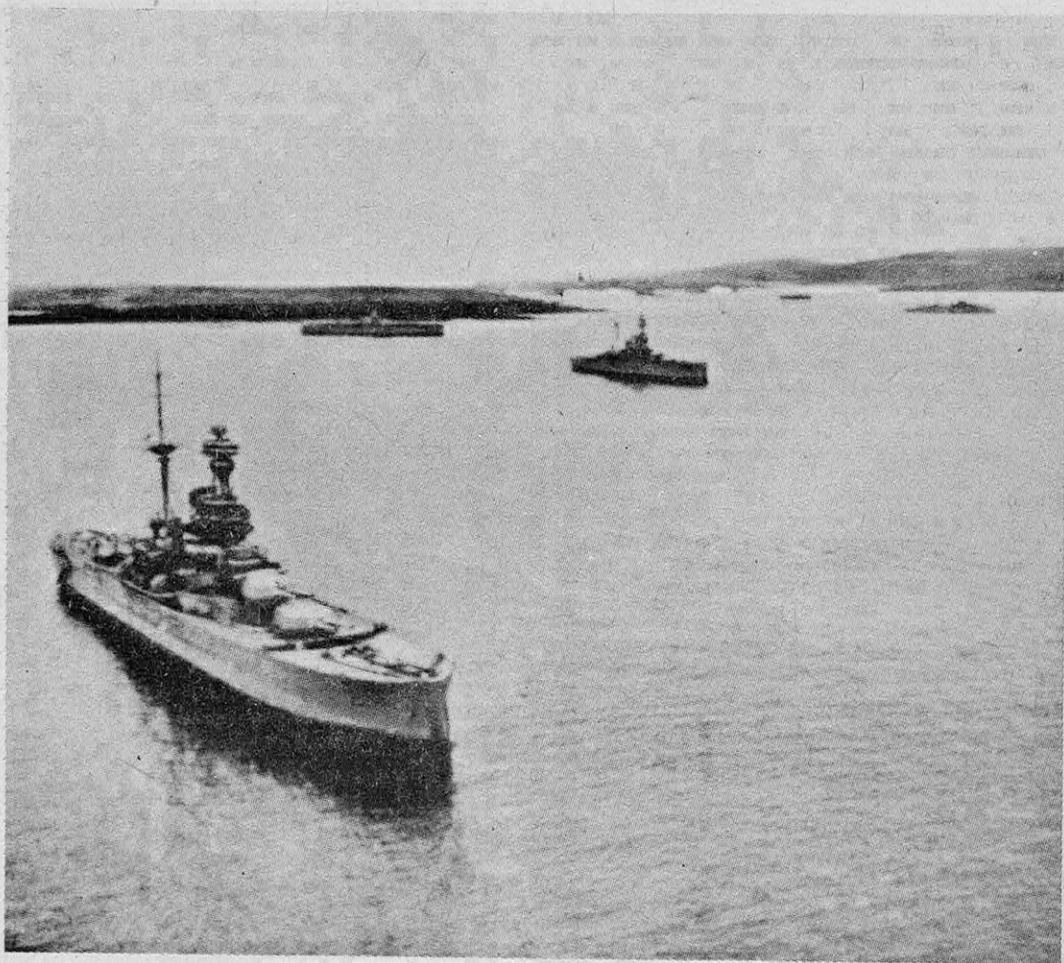


FIG. 4. — LA FLOTTE FANTÔME DANS LA BAIE DE SCAPA FLOW

Ce n'est pas un des cuirassés *Revenge* et *Resolution* que l'on voit au premier plan de cette photographie, mais un inoffensif cargo de 3 000 tonnes. Au fond, on aperçoit le faux porte-avions *Hermes*, déjà représenté figure 3.

table, soigneusement dissimulé ; ils s'offraient aux coups des sous-marins allemands jusqu'à ce que, ceux-ci émergeant sans défiance, ils puissent leur infliger au canon des avaries majeures. Avec l'adoption et la généralisation des convois, les bateaux-pièges perdirent rapidement de leur intérêt, et leur « belle époque » ne dura guère que 18 mois, en 1915 et 1916.

Certains croiseurs auxiliaires allemands envoyés courir les mers lointaines avaient, eux aussi, la même apparence d'inoffensifs navires de commerce. Ils étaient d'ailleurs réellement des navires de commerce transformés, car il était plus facile d'assurer à ce genre de bâtiment un grand rayon d'action qu'à un véritable bâtiment de guerre. Beaucoup usèrent de leur apparence pacifique pour se rapprocher de leurs proies sans éveiller leur défiance, et quelques-uns réussirent même à tromper des croiseurs de surveillance lorsqu'ils passèrent les lignes alliées de blocus, tel le fameux *Seeadler* de von Luckner.

Les croiseurs auxiliaires allemands de la dernière guerre furent souvent, eux-aussi, des cargos

transformés, et c'est très certainement en le trompant jusqu'à la dernière minute sur son identité véritable qu'en novembre 1941 le *Kormoran* put s'approcher du croiseur australien *Sydney* et le détruire. Le *Kormoran*, il est vrai, reçut dans ce bref engagement de telles avaries qu'il devait lui aussi disparaître quelques heures plus tard.

On se souviendra également de la fameuse escadre fantôme, née en novembre 1914 de l'imagination fertile de Winston Churchill, alors premier lord de l'Amirauté. La flotte anglaise se trouvait, à cette époque, assez sérieusement amoindrie à la suite d'un certain nombre d'avarées de machines qui avaient obligé plusieurs cuirassés et croiseurs de bataille à regagner arsenaux et chantiers : Churchill décida de faire transformer rapidement une dizaine de cargos auxquels on donna des silhouettes de navires de ligne, et ce groupement très spécial, que l'on appelait l'« escadre des épouvantails », reçut l'ordre d'opérer en liaison avec la « Grande Flotte », pour aider à tromper l'ennemi sur les mouvements et la force

réelle de cette dernière. Très vite, cependant, il fallut se rendre à l'évidence : les cargos, alourdis par leurs fausses superstructures et le lest dont on les avait chargés pour diminuer leur franc-bord, trop élevé pour de vrais navires de guerre, ne pouvaient plus que se traîner et étaient incapables de tromper vraiment un marin. Après les missions dont furent chargés quelques-uns de ces cuirassés fantômes, soit au large de New York pour effrayer des navires marchands allemands soupçonnés de vouloir prendre la mer et qui se firent définitivement interner, soit aux Dardanelles, où l'on voulait faire croire à la présence d'une escadre plus nombreuse, tous furent rendus rapidement à leur destination de transporteurs marchands.

Malgré cette expérience qui, somme toute, ne donna pas de résultats très intéressants, l'Amirauté britannique reprit l'idée au début de la dernière guerre. S'il était, en effet, difficile de tromper des marins, il n'en était pas de même avec les pilotes de la Luftwaffe, infiniment moins entraînés à l'observation et à l'identification des navires. On choisit donc, de nouveau, trois navires marchands de quelque 8 000 tonneaux chacun, les *Pakenham*, *Waimana* et *Mamari*, auxquels on donna les apparences respectives des cuirassés *Revenge* et *Résolution* et du petit porte-avions *Hermes*, tous bâtiments relativement lents. Stationnés dans divers ports ou rades d'Écosse et des Orcades, ces bâtiments abusèrent quelque temps les reconnaissances aériennes allemandes (fig. 3 et 4). Le camouflage avait d'ailleurs été réalisé avec assez de bonheur si l'on en croit les officiers et marins français qui, envoyés en Norvège, en avril 1940, eurent l'occasion de rencontrer ces bâtiments. Il ne semble pas, cependant, que l'on ait cherché à faire vraiment naviguer ces trois unités, qui furent, elles aussi, rendues à leur activité normale de trans-

porteurs marchands au bout de quelque temps, car elles auraient, malgré tout, souffert du même défaut grave que leurs ancêtres de 1914, l'insuffisance de vitesse.

Aussi, lorsqu'en 1942 l'Amirauté anglaise, dont la flotte de ligne avait été très éprouvée, voulut de nouveau tromper l'ennemi de cette façon, elle mit en œuvre un procédé légèrement différent. Il existait alors sur la liste navale un cuirassé de 23 000 tonnes déclassé, le *Centurion*, qui servait, en temps de paix, de bâtiment-cible télécommandé ; il présentait au moins l'avantage d'une vitesse encore suffisamment élevée (18 nœuds) pour pouvoir, sinon accompagner une véritable escadre, du moins faire « figure », dans l'escorte océanique d'un important convoi, et, dans cette intention, on lui donna la silhouette d'un des nouveaux cuirassés anglais de 35 000 tonnes qui venaient d'entrer en service. Il faut croire, cependant, que cette transformation ne fut pas absolument parfaite, car le truquage n'échappa pas aux observateurs allemands en Méditerranée, et l'ennemi en fit état dans des récits de guerre navale parus pendant la guerre en Europe occupée. Le *Centurion*, pour cette raison sans doute, ne conserva sa nouvelle apparence que pendant quelques mois ; ramené en Angleterre, il subit alors une nouvelle transformation. Le débarquement de Normandie allait, en effet, avoir lieu : on avait décidé de jeter à la côte un certain nombre de bâtiments qui, échoués perpendiculairement, devaient former autant de brise-lames et faciliter l'accostage des chalands de débarquement. De même que le vieux cuirassé français *Courbet* et le vieux croiseur hollandais *Sumatra*, le *Centurion*, débarassé de ses plumes de paon, devait trouver une dernière utilisation sur une des plages du Calvados.

J. BRÉDAT

L'élément 92, qui fut longtemps le dernier terme de la classification périodique de Mendéléev, avait reçu le nom d'*uranium*, d'après la planète Uranus. Lorsque, au cours des recherches sur la bombe atomique, les éléments 93 et 94 furent découverts, il était naturel que l'on songeât à leur attribuer des noms rappelant les deux planètes du système solaire qui suivent Uranus : Neptune et Pluton. C'est ainsi que l'élément 93 fut appelé *neptunium* et l'élément 94 *plutonium*. Cependant, les chercheurs du Laboratoire métallurgique de l'Université de Chicago, sous la direction du professeur Seaborg, réussirent à obtenir des éléments 95 et 96 en bombardant le plutonium (94) et l'uranium (92) avec des particules alpha accélérées à 40 millions d'électrons-volts dans un cyclotron de 1,5 m de diamètre. Comme il ne reste plus de planètes pour inspirer les savants dans le choix des noms à attribuer à ces nouveaux éléments, le professeur Seaborg a proposé de les appeler respectivement *americium* (95), d'après le continent américain où ils furent découverts et par analogie avec son homologue 63, l'euporium, et *curium* (96) d'après Pierre et Marie Curie, les pionniers des recherches sur les radioéléments, et, par analogie avec son homologue 64, le *gadolinium*, ainsi nommé d'après le chimiste Gadolin qui l'avait découvert.

A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

HYDRAVION- CHASSEUR A RÉACTION

DEPUIS 1931, date des dernières épreuves de la coupe Schneider, le temps paraissait révolu des hydravions de vitesse ; tous les appareils de chasse de la marine sont aujourd'hui du type terrestre, qu'ils soient basés à terre ou embarqués sur porte-avions. C'est qu'en effet, d'une manière générale, l'hydravion répond très mal aux exigences de l'aérodynamique. Sur ces engins, pour que les pales de l'hélice ne risquent pas de frapper l'eau, il est indispensable de surélever son axe, soit en adoptant des transmissions mécaniques compliquées, soit en disposant le moteur lui-même très au-dessus de la coque, soit en juchant tout l'appareil sur des flotteurs très volumineux qu'il est pratiquement impossible d'éclipser en

vol. Une solution proposée dès 1940 était celle, originale, du Blackburn B-20, dont le prototype fut détruit par accident au cours de la guerre. La coque de cet hydravion se séparait en deux parties pour l'amerrissage et le décollage, la partie inférieure jouant le rôle de flotteur central, et reprenait en vol sa forme normale, aérodynamique, qui autorisait des vitesses de l'ordre de 450 km/h à 5 000 m. Mais le dispositif de télescopage, nécessairement lourd parce que robuste afin de résister aux efforts lors de l'hydroplanage, est difficilement admissible sur un avion de chasse.

La propulsion par réaction a bouleversé les données du problème. L'absence d'hélice libère l'hydravion de lourdes sujétions, et rien ne semble plus s'opposer à ce que ce type d'appareil concurrence à nouveau les types terrestres dans le domaine des grandes vitesses.

La figure 1 montre un hydravion propulsé par réac-

tion, équipé de deux turbo-réacteurs Metropolitan-Vickers F 2/4 placés côte à côte dans la coque, avec prise d'air commune à l'avant et orifices d'éjection de part et d'autre de la coque, un peu à l'arrière du bord de fuite de l'aile.

Cette disposition des réacteurs au voisinage du plan de symétrie de l'appareil est favorable au vol avec un seul réacteur en action, d'où de sérieuses économies possibles pendant les vols de croisière. Le Metropolitan-Vickers F 2/4 a un diamètre particulièrement réduit, car il comprend essentiellement un compresseur axial à dix étages et une chambre de combustion unique, disposée en anneau autour de l'arbre principal.

Le Saunders-Roe SR-A1 est un monoplace à aile haute, dont le pilote est placé dans une cabine étanche sous pression à l'avant de l'aile, avec dôme en matière synthétique transparente et dispositif de secours pour l'éjection du pilote.

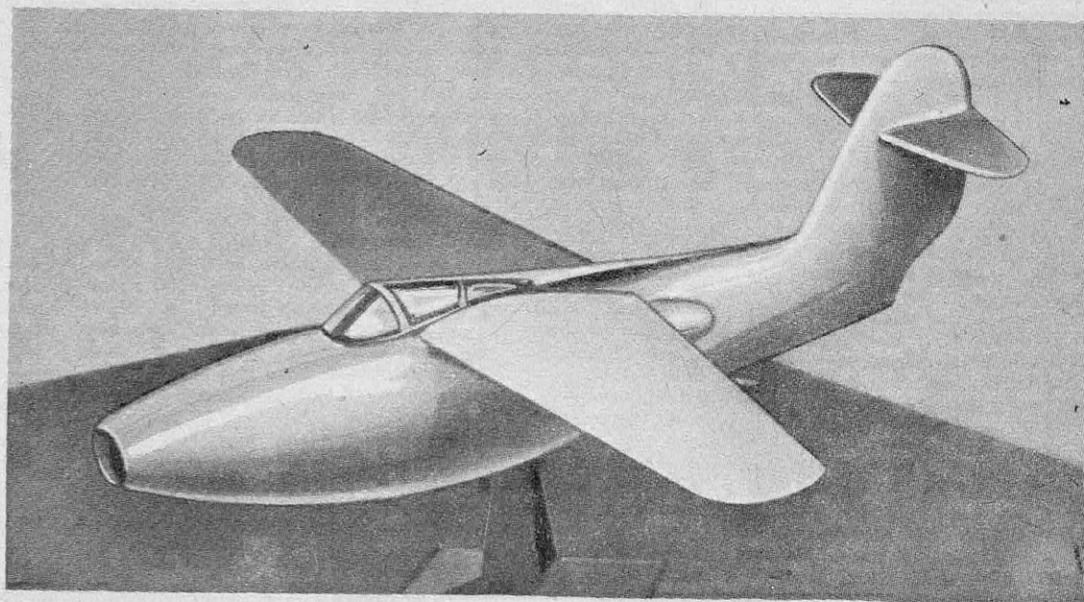


FIG. 1. — L'HYDRAVION SAUNDERS-ROE, SR/A1 PROPULSÉ PAR RÉACTION

Envergure, 13,80 m ; longueur, 15 m ; deux turbo-réacteurs Metropolitan-Vickers F 2/4, développant une poussée de 1 535 kg ; vitesse maximum, plus de 800 km/h.

L'armement consiste en quatre canons de 20 mm disposés à l'avant de la coque. Les ballonnets latéraux sont relevables en vol. La vitesse et la manoeuvrabilité de ce chasseur-hydroavion seraient comparables à celles des chasseurs récents du type terrestre.

LA COMPOSITION DE LA PÉNICILLINE

Les recherches effectuées en vue d'établir la formule chimique de la pénicilline ont révélé que celle-ci n'était pas constituée par une substance unique, mais qu'elle se composait d'un mélange de quatre corps différant par leur structure et leurs propriétés et désignés sous les noms de pénicillines G, X, F et K.

La proportion de ces quatre constituants dans la pénicilline commerciale est loin d'être constante. Alors que la pénicilline G prédominait le plus souvent dans les produits fabriqués avant 1944, c'est la pénicilline K qui est la plus abondante dans les produits récents, où l'on en trouve jusqu'à 40 p. 100. Ce changement s'explique par les perfectionnements qui ont été apportés à la technique de culture et de purification de la pénicilline, perfectionnements qui ont permis de quintupler le pouvoir antibiotique d'un même poids de substance.

Mais, malgré l'amélioration théorique ainsi obtenue, la pénicilline fabriquée actuellement est moins active contre la syphilis et certaines autres infections que celle préparée avant 1944. C'est, semble-t-il, que l'action des antibiotiques sur les bactéries n'est pas toujours la même en milieu de culture artificiel et dans l'organisme vivant. La pénicilline K pure s'est en effet avérée relativement inefficace contre la syphilis expérimentale du lapin et contre les infections à pneumocoques de la souris, bien qu'elle inhibe *in vitro* le développement des agents de ces maladies. On attribue ce phénomène à la destruction plus rapide de la pénicilline K dans l'organisme, qui altérerait moins rapidement les pénicillines G, F et X.

Il est donc probable que c'est à la teneur élevée des produits commerciaux actuels en péni-

cilline K que sont dus les quelques échecs rencontrés ces derniers temps dans le traitement de la syphilis par la pénicilline seule (1). Pour y remédier, on tend de plus en plus à associer à la pénicilline les médications classiques à base d'arsenic ou de bismuth, en attendant qu'une étude plus complète vienne éventuellement préciser laquelle des pénicillines G, X, ou F agit le plus efficacement contre le tréponème, et qu'un procédé industriel pour la séparer soit mis au point.

MATURATION DES FRUITS PAR EFFEUILLAGÉ CHIMIQUE

La cyanamide de calcium, employée comme engrais azoté depuis de nombreuses années, vient de recevoir une nouvelle application agricole aux États-Unis. Pulvérisée dans les champs de cotonniers quelques jours avant la cueillette des capsules de coton, sous l'action de la rosée elle provoque la flétrissure des feuilles qui ne tardent pas à tomber. Les fruits, mieux aérés et plus ensoleillés, mûrissent plus vite et plus uniformément, de sorte qu'au lieu de deux, et même quelquefois trois cueillettes, on n'en fait qu'une et elle se fait deux fois plus vite quand on cueille à la main. Quand on cueille à la machine, les feuilles ne l'encrasent plus et le coton n'est plus souillé. Le rendement est accru aussi.

Ces bons effets se font sentir surtout sur les capsules de la partie basse de la plante qui, en l'absence d'effeuillage, mûrissent plus tardivement que les capsules de la partie haute. L'avancement de la maturation est appréciable quand la saison est humide, la pourriture par l'humidité faisant perdre quelquefois jusqu'à 50 % de la récolte.

Le procédé a été appliqué avec succès dans deux autres

(1) Ces échecs ne peuvent être attribués à une *pénicillino-résistance* qu'aurait acquise le tréponème de la même façon que sa *sulfamido-résistance*. Ils ont, en effet, été constatés simultanément dans les contrées les plus diverses du globe.

cas. La tomate cultivée en plein vent mûrit plus vite et plus régulièrement; les fruits tardifs du bas de la plante qui, autrement, resteraient verts, mûrissent avant les premières gelées d'automne. Certaines variétés tardives de soja mûrissent assez tôt pour qu'après leur cueillette on puisse procéder aux semailles des céréales d'automne sur les mêmes parcelles.

L'effeuillage est quelquefois pratiqué à la main sur les arbres fruitiers; il serait intéressant de savoir si le procédé à la cyanamide de calcium leur est applicable.

EMBRAYAGE PAR CRABOTS AVEC ENTRAÎNEMENT PROGRESSIF

Les défauts de l'embrayage mécanique sont bien connus. Tandis que l'embrayage à friction peut ne pas être assez puissant, et risque de s'user prématurément par l'effet du « patinage », avec l'embrayage à crabots, la mise en prise est brutale, ce qui en prohibe l'application dans la plupart des cas. Ces défauts ont motivé les recherches portant sur des embrayages où les forces mises en jeu sont les forces électromagnétiques ou celles de viscosité des liquides.

Un ingénieur français a réalisé un embrayage à crabots dont la particularité réside en ce que les crabots, à faces latérales inclinées, portés par le plateau entraîné, sont rétractables et à ressort et que leur nombre est supérieur d'une ou de quelques unités à celui des logements destinés à les recevoir dans le plateau entraîneur, logements dont les faces d'appui sont également inclinées. Il en résulte que, *quelle que soit la position relative des deux plateaux*, plusieurs crabots se trouvent avoir leur face externe vis-à-vis d'un logement du plateau entraîneur et peuvent se trouver en prise par la totalité ou par une partie réduite d'une de leurs faces latérales.

Pour réaliser la *progressivité de l'entraînement*, les logements du plateau entraîneur sont occupés au repos (débrayage) par de petits blocs faisant partie de coulisseaux qui,

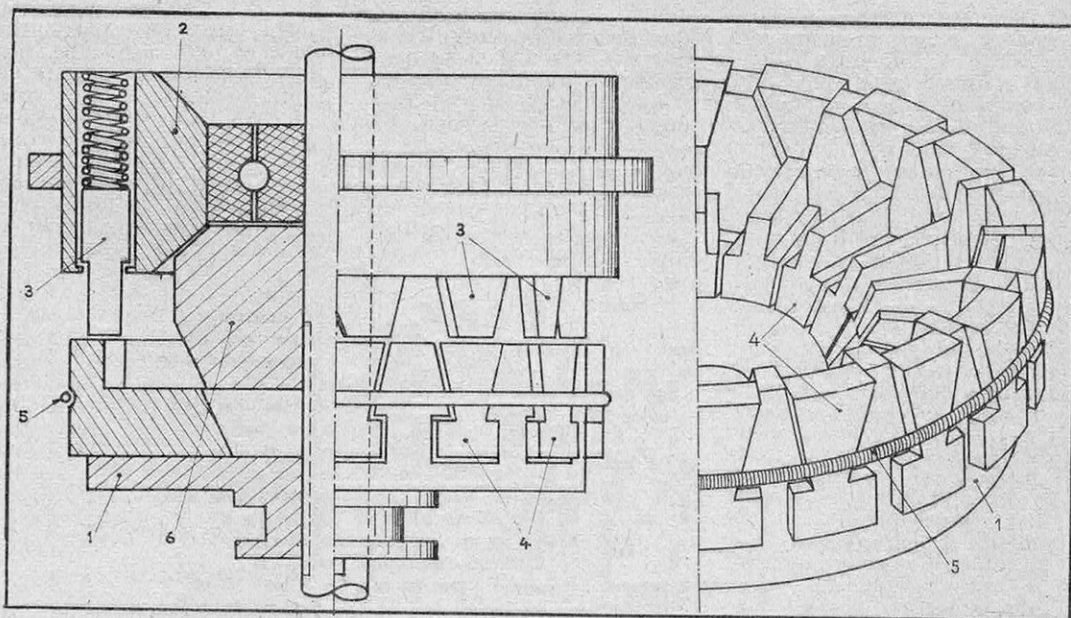


FIG. 2. — SCHÉMA DE L'EMBRAYAGE « SOLO » ET VUE PERSPECTIVE DU PLATEAU ENTRAÎNEUR

La vue perspective montre l'emplacement des blocs-coulisseaux 4 qui, au repos, occupent les intervalles compris entre les dents du plateau entraîneur 1. Lorsque la came 6 vient aborder leur base, ils s'écartent, permettant ainsi à ceux des crabots 3 qui sont en face d'un de ces intervalles d'y pénétrer.

guidés suivant les rayons du plateau, sont maintenus dans les logements par une ceinture élastique, mais peuvent en être écartés radialement par l'action d'une came tronconique portant sur leur base (fig. 2).

Lorsqu'on rapproche les deux plateaux, l'entraînement se fait d'abord progressivement, par le frottement des faces externes des crabots sur la surface plane continue formée par les dents et les blocs-coulisseaux du plateau entraîneur. Les crabots sont, peu à peu, repoussés à l'intérieur du pla-

teau entraîné, comprimant leurs ressorts, ce qui augmente la pression et rend l'entraînement plus efficace. Lorsque la came tronconique aborde la base des coulisseaux, elle les écarte de leurs logements jusqu'au moment où, ceux-ci se trouvant dégagés, tous ceux des crabots qui se trouvent en face d'un logement y « tombent » sous l'action de leur ressort et peuvent dès lors participer à l'entraînement par totalité ou partie d'une de leurs faces latérales, comme l'indique la figure 3.

Cette disposition permet en

outre la limitation automatique de l'effort, car, au cas où celui-ci deviendrait exagéré, les crabots rentreraient dans leurs logements en comprimant leurs ressorts, grâce à la pression exercée sur leurs faces latérales, dont l'inclinaison peut être calculée en conséquence et, le contact ne persistant que par frottement seul, les deux plateaux pourraient tourner l'un par rapport à l'autre.

Ce système d'embrayage, qui peut être réalisé pour toutes puissances et tous efforts, est susceptible de nombreuses applications, aussi bien dans le domaine de l'automobile que dans celui de la mécanique industrielle.

ÉTALONS DE LONGUEUR

RÉCEMMENT, les représentants d'un certain nombre de nations ayant adopté officiellement le système métrique se sont rendus dans les caves du Pavillon de Breteuil, à Sèvres, où ils ont pu vérifier la présence du Prototypé international, qui définit légalement, dans tous ces pays, la longueur du mètre.

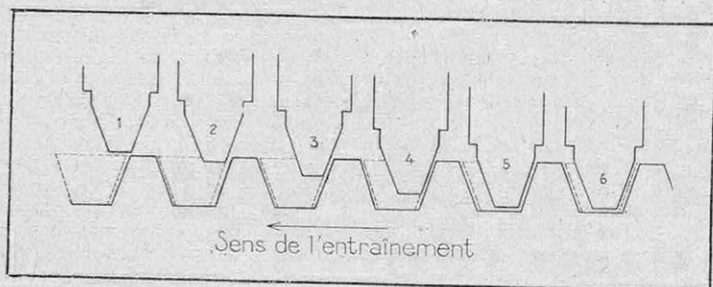


FIG. 3. — DÉVELOPPEMENT MONTRANT LA SUCCESSION ET LA CONTINUITÉ DES PRISES

Sur les 6 crabots représentés sur ce dessin, on voit que les crabots 2, 3, 4 et 5 sont en prise. Tandis que le crabot 5 est en prise pour la totalité de sa face latérale, les crabots 2, 3 et 4 ne le sont que pour une partie de cette face. Les blocs-coulisseaux sont représentés en pointillé.

Rappelons que chacun de ces pays a reçu une copie de cet étalon, et que la copie française, qui porte le numéro 8, est conservée au Conservatoire national des Arts et Métiers, à Paris (1).

On a proposé depuis déjà longtemps de remplacer cette définition conventionnelle du mètre, rapportée à un étalon matériel dont on peut craindre qu'il ne demeure pas constant sur une longue période de temps (en fait, le prototype international est demeuré constant à un millionième près, depuis soixante ans), par un étalon « naturel », tel que la longueur d'onde de certaines radiations lumineuses. C'est ainsi qu'en 1889 Sir David Gill proposa la longueur d'onde de la radiation jaune du sodium. Plus tard, Gould indiqua que la radiation verte du mercure conviendrait mieux. En 1893, enfin, Michelson signala les remarquables propriétés métrologiques de la radiation rouge du cadmium. En 1927, à la VII^e Conférence internationale des Poids et Mesures,

(1) Voir : « Des étalons internationaux aux mesures industrielles » (*Science et Vie*, n° 351, décembre 1946, p. 271).

on convint que la radiation rouge du cadmium devait être obtenue dans des conditions bien déterminées : air sec privé de gaz carbonique, à la température de 15° C, et à la pression de 760 mm de mercure. Dans ces conditions, sa longueur d'onde vaut 0,643 846 96 micron.

La radiation rouge du cadmium paraissait la plus convenable lorsque Michelson la conseillait, il y a cinquante ans ; mais on ne peut plus aujourd'hui la considérer comme suffisamment monochromatique pour constituer un étalon universel de longueur. Le cadmium, en effet, est un mélange complexe d'isotopes (variétés de mêmes propriétés chimiques, mais des masses atomiques différentes, par suite de la présence dans le noyau des atomes d'un nombre différent de neutrons pour le même nombre de protons) ; et on peut en dire autant du krypton — un des gaz rares de l'air — que l'on avait proposé à sa place. D'une manière générale, la structure « hyperfine » des raies, gênante pour le but que l'on se propose, serait due surtout à la présence d'isotopes de masses atomiques impaires. D'un autre

côté, les radiations tendent à devenir de plus en plus monochromatiques lorsqu'on s'adresse à des atomes lourds, à basse température, l'agitation moléculaire et l'effet Doppler-Fizeau qui en résulte étant alors à leur minimum. On sait qu'on désigne sous le nom d'effet Doppler-Fizeau la variation apparente de la longueur d'onde de la lumière reçue d'un corps en mouvement. Lorsque le corps se rapproche, les fréquences reçues sont plus élevées et la longueur d'onde apparente plus courte ; c'est l'inverse lorsque le corps s'éloigne. La perpétuelle agitation des molécules d'un corps, s'effectuant dans toutes les directions de l'espace, se traduit par un élargissement des raies, d'autant plus prononcé que la température du corps est plus élevée.

Les progrès accomplis ces dernières années dans la séparation des isotopes laissent espérer des progrès importants pour un proche avenir. On est parvenu, en effet, à isoler un isotope de masse paire du mercure, résultant de la désintégration d'un isotope radioactif de l'or. On s'efforce actuellement de réaliser un étalon

SCIENCE ET VIE
publie un important NUMÉRO HORS SÉRIE

AVIATION 1946

- ★ L'aéronautique française.
- ★ L'aérodynamique des grandes vitesses.
- ★ Moteurs et réacteurs.
- ★ De l'avion cargo à l'avion transatlantique.
- ★ Les avions de tourisme et les hélicoptères.
- ★ Les bombardiers lourds.
- ★ L'avion d'assaut
- ★ Les chasseurs à réaction.
- ★ L'avion sans pilote.
- ★ Les aéroports et les lignes aériennes.

CARACTÉRISTIQUES, DESSINS, PHOTOGRAPHIES EN NOIR, OU EN COULEURS, DE TOUS LES AVIONS MODERNES DU MONDE ENTIER. — PLUS DE 150 PAGES

CET OUVRAGE A ÉTÉ RÉALISÉ PAR

SCIENCE ET VIE

AVEC LA COLLABORATION DE **CAMILLE ROUGERON**

EN VENTE PARTOUT : 120 FR.

et à nos bureaux, 5, rue de La Baume, PARIS (8^e)

Compte chèques postaux : PARIS 1258-63

de longueur en excitant le rayonnement de cet élément dans un tube luminescent refroidi par de l'azote liquide. On arriverait ainsi à une précision voisine de un cent-millionième.

NOUVEAU PROCÉDÉ DE MISE AU POINT PHOTOGRAPHIQUE

CHACUN connaît l'agrément du verre dépoli pour la prise de vue photographique. Il permet, en effet, de composer aisément l'image vue en vraie grandeur sur la plaque et d'effectuer une bonne mise au point sans avoir à mesurer la distance du sujet. De plus, pour un œil exercé, il donne immédiatement une indication sur la luminosité de l'image et, par suite, sur le temps de pose à adopter.

Malheureusement, ce dispositif présente aussi des défauts. Les grains de la surface dépolie, placée du côté de l'objectif dans le plan où sera située ensuite l'émulsion sensible, diffusent dans toutes les directions la lumière reçue, de sorte que l'image observée est sombre et non continue. Une mise au point correcte ne peut alors être obtenue que pour une image assez détaillée, donc de format assez grand, c'est-à-dire pour un appareil comportant un objectif de distance focale assez grande. Certes, il est possible de prendre un verre dépoli à grain fin et d'utiliser une loupe, mais, pour les petites focales, égales ou inférieures à 50 mm, le grain devrait être si fin que l'œil ne percevrait plus la partie de l'image correspondant aux rayons provenant des bords de l'objectif.

Voici le procédé imaginé par M. Dodin pour obtenir une mise au point très précise. Considérons (fig. 4, I) un objectif O qui donne dans le plan F l'image d'un objet. Plaçons un prisme rectangulaire P, de sorte que son hypothénuse *ab* coupe l'axe optique au point D où se forme l'image, et que son angle au sommet soit tel qu'un rayon issu d'un bord A de l'objectif sorte en R suivant l'axe optique. Si le prisme se trouve en avant du plan F de l'image, en P', le rayon émergent R' reste bien parallèle à l'axe optique, mais n'est pas confondu avec lui

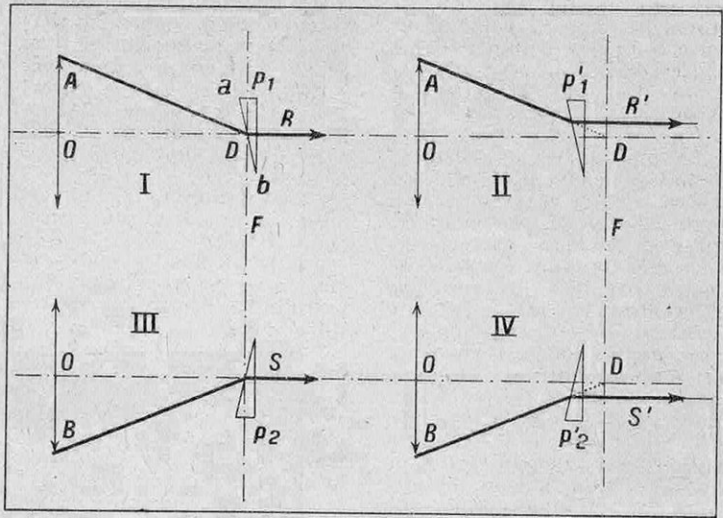


FIG. 4. — MARCHÉ DES RAYONS LUMINEUX ISSUS DES BORDS DE L'OBJECTIF DANS LE NOUVEAU DISPOSITIF DE MISE AU POINT PHOTOGRAPHIQUE

(fig. 4, II). Faisons la même construction avec un prisme P₂ identique au précédent, mais inversé: un rayon issu de B sortira, soit en S suivant l'axe optique, soit en S', parallèlement à cet axe (fig. 4, III et IV). Au lieu de deux opérations distinctes, accolons les prismes par leurs sections droites. On comprend aisément que, si le point D est situé dans le plan, image de l'objet, les rayons convergeront en ce point et sortiront confondus. Si cette condition n'est pas remplie, les rayons seront séparés à la sortie (fig. 5). Si l'on place une lentille L convenable derrière les prismes, l'image de l'objet que l'on voit sans interposition de verre dépoli, est brisée lorsque la mise au point est défectueuse. Il suffit alors, en déplaçant convenablement l'objectif, d'amener en coïncidence les deux parties de l'image comme dans un télémètre à coïncidence pour obtenir une mise au point précise. On accroîtra la sensibilité du dispositif en augmentant le grossissement de la lentille.

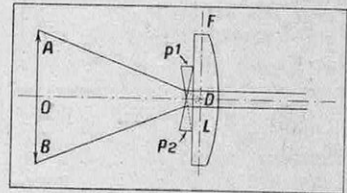


FIG. 5. — LES DEUX PRISMES ÉTANT ACCOLÉS, UNE LENTILLE L PERMET D'OBSERVER L'IMAGE

PONT SUSPENDU GÉANT

LE ministère des Transports britanniques projette de construire un nouveau pont routier sur la rivière Severn, entre Beachley et

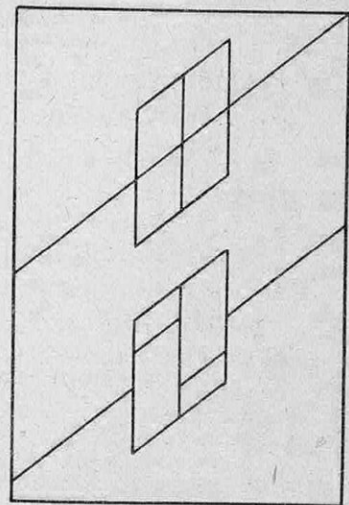


FIG. 6. — L'IMAGE D'UNE DROITE PARAÎT CONTINUE OU BRISÉE, SUIVANT QUE LA MISE AU POINT EST CORRECTE OU DÉFECTUEUSE



FIG. 7. — LA VOITURE DONT LE CHASSIS ET LA CAISSE SONT EN VERRE

Aust, qui doit être le plus grand pont suspendu d'Europe avec une arche centrale de 900 m. Deux arches latérales de 300 m sont prévues. La longueur totale de l'ouvrage, y compris les voies d'accès et un pont sur l'embouchure voisine de la Wye, sera de l'ordre de 13 km. Le pont laissera une hauteur libre de 33 m au-dessus du niveau des plus hautes eaux, pour la navigation. Les tours supportant les câbles d'acier s'élèveront à 135 m. Le coût de ce projet est estimé à 7,5 millions de livres, soit, au cours officiel, 3,6 milliards de francs.

UNE AUTOMOBILE EN VERRE

La voiture représentée par la figure 7 présente la curieuse particularité d'être en très grande partie en verre. Elle est due à un ingénieur de Detroit, William Stout, qui a mis en œuvre un matériau développé par la Owens-Corning Fiberglas Corporation, de Newark (Ohio), compagnie associée aux célèbres verreries américaines du même nom. La caisse, aux formes aérodynamiques, est constituée par de la fibre de verre moulée, dont la résistance à la traction atteindrait dix fois celle de l'acier. Quant au châssis, il est remplacé par

un grand panneau de verre de 3,3 m de long et 1,25 m de large. La voiture est propulsée par un moteur Skinner de 75 ch, en alliages légers, à refroidissement par air, disposé à l'arrière du châssis. La consommation ne dépasserait pas 4,5 l aux 100 km, ce qui, étant donné les dimensions de la voiture, semble malgré tout un peu ambitieux. Le constructeur projette de construire une dizaine de voitures semblables, dont le prix de vente atteindrait 10 000 dollars. Puis, utilisant l'expérience acquise, il fabriquerait en grande série un modèle nouveau à 500 dollars.

RÉSEAUX FERRÉS MINIATURES

Réaliser des trains en modèle réduit ainsi que les voies et accessoires, gares, triages, dépôts, etc. permettant de constituer en définitive à petite échelle un véritable réseau ferré où tous les détails de l'exploitation réelle soient respectés, constitue, sans aucun doute, un travail pour lequel la patience, si elle constitue un élément primordial, n'est cependant pas suffisante. Il faut disposer en outre, en plus d'un petit matériel de travail, d'ailleurs assez simple, de données précises évitant de longs tâtonnements

et un gaspillage onéreux.

Matériel et fournitures permettant de réaliser un vrai réseau avec le minimum de déboires ont été étudiés par des spécialistes, tel que Airmar, à l'échelle 1/86, ainsi que des plans et des indications extrêmement détaillés pour l'exécution du modèle le plus simple au plus compliqué. Une étude très poussée du décor per-

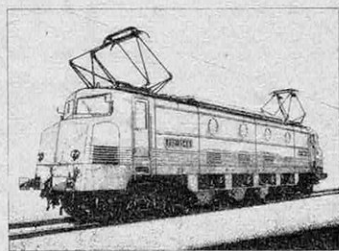


FIG. 8. — LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE 2 D 2 DE LA S. N. C. F., RÉGION SUD-OUEST

met au maquettiste de reproduire avec une grande facilité le paysage qui rendra vivant le circuit ferroviaire. L'étude de l'exploitation, à son tour, assure un tracé correct des horaires, compte tenu des vitesses réelles des trains, réduites bien entendu à l'échelle du réseau miniature.

V. RUBOR

SCIENCE ET VIE PRATIQUE

OPTONET TÉLÉMÈTRE ET POSOMÈTRE RÉUNIS EN UN SEUL INSTRUMENT

L'amateur rate des photos. Les causes majeures des insuccès sont le manque de précision dans l'appréciation de la distance et les erreurs de temps de pose, surtout lorsqu'on essaye le portrait ou la photo d'intérieur.



Grâce à l'Optonet, aucune erreur n'est possible. Cet instrument nouveau fournit instantanément les éléments de la réussite.

Il se fixe verticalement sur n'importe quel appareil à l'aide d'une griffe et de deux vis — ou mieux encore horizontalement à l'aide d'une pince à ressort vendue à part.

L'Optonet transforme donc tout appareil, même ancien, en un appareil moderne à télémètre couplé, capable de réaliser tous les genres, même le document et les petits objets.

Dimensions : 78 x 18 x 18 mm.

Echelle des distances : 0,30 m à 8 m.

Prix : 1.260 fr. En vente chez votre fournisseur habituel.

Documentation sur demande.

SOMMOR, 27, place Alphonse-Deville, Paris (6^e).

20 A 25.000 FRANCS PAR MOIS



Salaires actuels du Chef-Comptable. Préparez chez vous, vite, à peu de frais, le diplôme d'Etat qui vous assurera une situation lucrative. Demandez la brochure gratuite n° 14 « Carrières Comptables, carrières d'avenir » à l'Ecole Préparatoire d'Administration, 4, r. des Petits-Champs, Paris.

UNE GRANDE DÉCOUVERTE : LA RADIESTHÉSIE PHYSIQUE

De récentes découvertes techniques excluant tout occultisme ont permis de mettre au point un COURS PRATIQUE DE RADIESTHÉSIE MODERNE, objective, par procédés physiques à la portée de tous, sans don spécial. 30 leçons, 150 exercices judicieux vous initieront en un

mois pour vos résultats professionnels pratiques. Brillants succès garantis, déjà acquis par milliers d'élèves enthousiastes. Brochure explicative importante, avec attestations de résultats étonnants de prospecteurs, commerçants, ingénieurs, scientifiques, médecins, physiciens, contre 6 francs timbres pour frais d'envoi. ECOLE INTERNATIONALE DE RADIESTHÉSIE par correspondance, 37-26, rue Rossini, Nice.



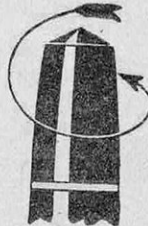
UN NOUVEAU SYSTÈME BREVETÉ DE REMPLISSAGE D'UN STYLOGRAPHÉ

La majorité des stylos actuels se remplissent à l'aide d'un bouton placé à la partie postérieure.

Le grave inconvénient du système, c'est qu'involontairement, surtout quand le flacon d'encre est presque vide, on écrase, en pressant sur le bouton, la pointe de la plume sur le fond de l'encrier.



Système normal.



Système STEPHENS'.

Le système breveté du STEPHENS' ROYAL, en supprimant toute pression verticale, évite tout danger d'abîmer la plume.

Un simple effort dans le plan horizontal : dévisser la tête du stylo, plonger la plume dans l'encre, revisser la tête et le stylo est rempli.

Autre avantage appréciable du système STEPHENS' ROYAL, il augmente de 20 p. 100 la capacité du stylo. Démonstration et vente chez votre papetier. — Gros : STEPHENS', 37, rue Degoingand, Levallois-Perret.

INTERCOMMUNICATION PAR HAUT-PARLEURS

Les nouvelles conditions économiques imposant au chef une production

de plus en plus intense, il ne l'obtiendra que par l'organisation rationnelle des liaisons entre ses services.



Les appareils INTERVOX remplacent avantageusement le téléphone d'intérieur, car ils permettent la conversation à haute voix entre chaque bureau ou atelier séparément ou en conférence partielle ou totale.

Plus de déplacements inutiles, chacun pouvant être appelé et parler à distance de l'appareil.

L'INTERVOX s'impose également pour surveiller. Dictier les mains libres. Assister à un entretien sans être présent.

SOCIÉTÉ INTERVOX

135, avenue du Général-Michel-Bizot, Paris (12^e). Tél. : Diderot 03-92.

Documentation sur demande.

AMATEURS DE PETIT FORMAT

Agrandissez vous-mêmes vos clichés sans apprentissage, mieux que par un professionnel avec un appareil de haute classe, de construction française, entièrement métallique. Luminosité puissante et uniforme par technique nouvelle brevetée S. G. D. G. Passe-vues sans glaces, reçoit les objectifs Foca, Leica, Contax, etc.



Peut être livré avec optique de haute qualité. Prix réduits par réduction des intermédiaires.

Modèles 24 x 36 et 3 x 4 disponibles. Modèles 6 x 6 en préparation.

Notice ou démonstration sur demande.

Agrandisseurs LYNXA, 90, rue Amélot, Paris (XI^e). Tél. Roq. 68-53.

L'ÉPURATION EN CONTINU DES HUILES DE GRAISSAGE

Cette méthode, applicable aux moteurs fixes et aux turbines, comporte l'installation d'un ultra-filtre Maxéi spécial en dérivation sur le circuit d'huile.

Une partie seulement de l'huile passe à l'ultra-filtre. Il ne s'agit donc pas d'une régénération totale, mais d'un entretien continu.

L'huile est longtemps maintenue à un degré de pollution limite, celui que, pour une dérivation de 10 % par exemple, elle aurait atteint, sans épuration, en dix heures de marche.

Ainsi on peut diminuer beaucoup le nombre des vidanges après lesquelles une régénération intégrale Maxéi fera retrouver, dans l'huile usagée, 90 % de l'huile neuve.

Documentation sur demande de la notice SV à la société MAXÉI, 25 bis, boulevard de Courbevoie, Neuilly (Seine). Mai. 88-06.

LOCATION DE FILMS

Pour distraire les enfants, en famille, à l'école ou au patronage, TOUT PHOTO, 64, rue de Turbigo

à Paris (Arch. 71-09), tient à votre disposition une collection PA-THE-BABY de beaux films ou simplement de films amusants qui peuvent vous être loués. Vous trouverez également à cette adresse des JOUETS SCIENTIFIQUES MODERNES, DES PROJECTEURS ET DES CAMERAS



FUTURS COMPTABLES

Si vous aimez les chiffres, vous découvrirez vite qu'apprendre la Comptabilité au moyen de la sympathique méthode d'enseignement Caténa est véritablement un jeu.

Demandez la documentation gratuite n° 1471. (Mieux : téléphonez Cha. 28-83.) Ne pas joindre de timbres. École Française de Comptabilité, 91, avenue République, Paris.

VOTRE ÉCRITURE

vous révélera votre caractère. Les lettres de vos AMIS, de vos futurs COLLABORATEURS, vous permettront de les connaître et de les juger... Demandez notre

Documentation gratuite, n° 7,
BUREAU TECHNIQUE
DE GRAPHOLOGIE,
67, rue de Chabrol, Paris (IX^e)

**LA RADIOÉLECTRICITÉ
RÉVOLUTIONNE LA VIE
MODERNE, ELLE VOUS
PERMETTRA DE GAGNER
D'AVANTAGE**

Sans abandonner vos occupations ni votre domicile et en consacrant seulement une heure de vos loisirs par jour, vous pouvez vous créer une situation enviable, stable et très rémunératrice. Il vous suffit de suivre notre méthode facile et attrayante d'enseignement par correspondance comportant des travaux pratiques sérieux. Aucune connaissance spéciale n'est demandée. Vous deviendrez ainsi facilement et rapidement radiotechnicien diplômé, artisan patenté, spécialiste militaire, chef monteur industriel et rural. Nous avons été les premiers à fournir à nos élèves du matériel électro-mécanique en réduction et TOUT le matériel de T. S. F. leur permettant de construire, sous notre direction, deux postes récepteurs COMPLETS en ordre de marche, sur courant alternatif ou courant continu, superhétérodynes 6 lampes, d'un fonctionnement parfait grâce à notre méthode américaine jamais égalée qui nous permet, grâce à sa simplicité, de conduire 95 % de nos élèves vers le succès en un temps record.

Une importante documentation, véritable guide d'orientation professionnelle, vous sera adressée gratuitement et sans engagement sur simple demande à

L'INSTITUT NATIONAL
D'ÉLECTRICITÉ ET DE RADIO
3, rue Laffitte, à Paris (IX^e).

NOMENCLATURE
Des Spécialités
RADIO

800 spécialités enregistrées.

700 adresses de constructeurs et spécialistes.

Prix : 150 francs.

Franco recommandé : 165 francs.
Documentez-vous : cahiers techniques de la radio, télévision et cinéma.

Prix : 35 francs.

5 cahiers différents : 157 francs.
Ouvrages d'un grand intérêt pratique et technique.

LA DOCUMENTATION
TECHNIQUE ET PUBLICITAIRE
C. C. P. Paris 5372-19.

77, avenue République, PARIS (11^e).

T. S. F.

Qualité « LABEL ». Garantie deux ans. Vente directe sans intermédiaire. Au comptant : à partir de 7 530 francs. A crédit : Grands supers à partir de 934 francs par mois. Expédition rapide dans toute la France. Catalogue et conditions envoyés gratuitement. Sans engagement de votre part.

TELESON RADIO

Service Province E,
33, avenue Friedland, PARIS (8^e).

**LA MACHINE A GRAVER
"GRAVIT"**



Les Établissements VITOUX 42, rue de la Paix, à Troyes (Aube), Fabricants des Machines à Remailler « Vitos », utilisées dans le monde entier, viennent de présenter une Machine à Graver « GRAVIT ».

Cette machine, d'une rare perfection technique, apporte aux industriels et aux graveurs un outil remarquable par la rapidité, le fini de son travail et la simplicité de son emploi.

Sa cadence de frappe de 8.000 coups à la minute donne un trait continu extrêmement fin.

La machine peut travailler sur cuivre, zinc, aluminium, bois, matières plastiques, etc...

Elle permet d'établir rapidement des plaques d'identité, plaques de bicyclette, bagues, etc...

Son emploi se prête à des développements industriels presque illimités. Sa manœuvre, très simple, ne nécessite aucun apprentissage.

Avec « GRAVIT » vous gravez aussi rapidement et aussi facilement que vous écrivez.

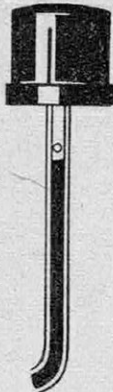
**RETENEZ BIEN CECI :
AVEC CORECTOR**

on efface comme on écrit

Ceci est mieux qu'un slogan, car seul le Corector possède un stylogoutte breveté qui emmagasine le liquide dans sa tige creuse et permet d'effacer l'encre avec la même facilité qu'on écrit.

Pour enlever les taches d'encre sur le papier, le bois, les mains, le linge blanc, exigez CORECTOR produit français garanti sans chlore.

EN VENTE PARTOUT

**TOUTES LES CARRIÈRES
DE L'AUTOMOBILE**

Motoriste, mécanicien - chauffeur, électricien-réparateur, employé ou magasinier de garage, vendeur-représentant en automobiles, etc., vous serez ouverts en suivant nos cours par correspondance qui feront de vous techniciens et mécaniciens de premier ordre.

— Préparation au service militaire dans l'armée motorisée ;

— Conduite, entretien et dépannage de tracteurs agricoles ;

— Autorails, chemin de fer de France et des Colonies ;

— Mécanicien - dépanneur des P. T. T.

COURS TECHNIQUES AUTO

rue du Docteur-Cordier,
Saint-Quentin (Aisne).

Renseignements gratuits sur demande.

**RADIO ET AVIATION
COURS par CORRESPONDANCE**

Vous pouvez devenir aviateur navigateur ou réussir au E. O. A. Vous pouvez en quelques mois devenir moniteur, dépanneur ou chef monteur.

Au lieu d'acheter un poste de T. S. F., construisez-le vous-même.

Vous aurez ainsi, sans plus de dépense, un poste supérieur en ordre de marche avec ses lampes et son haut-parleur et, de plus,

vous aurez un métier lucratif. Mais adressez-vous à une maison sérieuse.

L'INSTITUT TECHNIQUE SUPÉRIEUR (Sect. 4), 24, rue Jouffroy, Paris (17^e), vous offre toutes garanties avec ses techniciens éprouvés et sa direction assurée par le général qui mit sur pied l'École Supérieure de Guerre Aérienne.



LES MEILLEURES ÉTUDES PAR CORRESPONDANCE

se font à l'ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS où les meilleurs maîtres, appliquant les meilleures méthodes d'enseignement par correspondance, forment les meilleurs élèves. Demandez, en la désignant par son numéro, la brochure qui vous intéresse. Envoi gratuit par courrier.

N° 32040. CLASSES SECONDAIRES COMPLÈTES : Baccalauréats.

N° 32041. CLASSES PRIMAIRES COMPLÈTES : Brevets.

N° 32042. ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licence ès Lettres.

N° 32043. COURS D'ORTHOGRAPHE.

N° 32044. COURS DE RÉDACTION.

N° 32045. FORMATION SCIENTIFIQUE (Math., Phys., Chimie).

N° 32046. DESSIN INDUSTRIEL.

N° 32047. INDUSTRIE : Certificats d'aptitude professionnelle.

N° 32048. RADIO, CERTIFICATS DE RADIO DE BORD (1^{re} et 2^e classes).

N° 32049. COMMERCE ET COMPTABILITÉ : Certificats d'aptitude professionnelle.

N° 32050. DUNAMIS (Culture mentale).

N° 32051. PHONOPOLYLOTTE (Anglais, Allemand, Italien, Espagnol).

N° 32052. DESSIN ARTISTIQUE.

N° 32053. COURS D'ÉLOQUENCE.

N° 32054. COURS DE POÉSIE.

N° 32055. FORMATION MUSICALE.

N° 32056. INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES.

N° 32057. COURS DE PUBLICITÉ.

N° 32058. CARRIÈRES DES P. T. T. et des TRAVAUX PUBLICS.

N° 32059. ÉCOLES D'INFIRMIÈRES et ASSISTANTES SOCIALES, ÉCOLES VÉTÉRINAIRES.

Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

16, rue du Général-Malleterre, PARIS (16^e).



*Une Situation
d'avenir en
étudiant chez soi*

DESSIN RADIO

Méthode d'enseignement INÉDITE, EFFICACE et RAPIDE sous la direction de professeurs de valeur.

Préparation aux diplômes de :
DESSINATEUR CALQUEUR
DESSINATEUR DÉTAILLANT
DESSINATEUR PROJETEUR
C. A. D.

BACCALURÉATS TECHNIQUES
... des carrières séduisantes et bien rémunérées

Nos services d'Orientation Professionnelle et de placement sont à la disposition de nos élèves.

DOCUMENTATION GRATUITE
SPÉCIFIQUE LA BRANCHE CHOISIE



INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE 11, RUE CHALGRIN - PARIS (16^e)

POUR LA BELGIQUE, s'adresser I. P. P., 33, rue Vandermaelen, à BRUXELLES-MOLENBECK

Anglais Espagnol Allemand Russe

en un temps record

Connaître au moins une de ces quatre langues est devenu indispensable à tout Français. Pour apprendre vite, le meilleur moyen est la méthode par disques Linguaphone. En quelques mois, vous parlerez avec un accent impeccable

RIEN DE PLUS FACILE

Vous placez un disque sur votre phono et vous écoutez la voix des professeurs qui vous parlent dans leur propre langue ; en même temps, vous suivez, sur le livre illustré, les mots prononcés. Vous vous familiarisez très vite avec les sons et vous commencez à parler sans aucun effort. Votre prononciation est parfaite dès le début parce que vous n'entendez jamais prononcer un mot incorrectement.

QUEL EST DONC LE SECRET DE LINGUAPHONE ?

Si vous voulez le savoir, renseignez-vous sur cette méthode éprouvée depuis 25 ans par plus d'un million d'élèves dans tous les pays du monde. La méthode Linguaphone, pour apprendre les langues par phono, est la plus facile, la plus rapide et la plus intéressante qui ait jamais été conçue.

UNE BROCHURE OFFERTE GRATUITEMENT EXPLIQUE COMBIEN IL EST FACILE D'APPRENDRE UNE LANGUE PAR LINGUAPHONE

Ecrivez sans tarder : cette brochure de 20 pages vous sera envoyée par retour, gratuitement et sans engagement de votre part. Vous y trouverez une documentation complète sur cette merveilleuse méthode. Elle vous indiquera comment vous pouvez faire un essai gratuit, chez vous, sans aucun engagement. Stipulez la langue qui vous intéresse.

LINGUAPHONE

(Dépt. Y 3)

12, rue Lincoln (Ch.-Élysées) PARIS-8*

DEVENEZ REPORTER

SPORTIF - THÉÂTRAL - CINÉMA
INFORMATION - CRIMINEL - VOYAGES, etc

OU

CORRESPONDANT DE PRESSE

EN SUIVANT NOTRE COURS
DE JOURNALISME

SI VOUS AIMEZ

LE DESSIN LE CROQUIS

SUIVEZ NOTRE COURS DE
CARICATURISTE

Méthode nouvelle de

René MANDEROY

DESSIN PUBLICITAIRE, MODE et ARTS, CINÉMA

TOUS CES COURS PEUVENT
ÊTRE SUIVIS SANS QUITTER
VOS OCCUPATIONS HABITUELLES

COURS PAR CORRESPONDANCE
SITUATIONS D'AVENIR INDÉPENDANTES ASSURÉES

Pour tous renseignements gratuits
adressez 6 frs en timbres pour frais d'envoi

ÉCOLE TECHNIQUE
DE REPORTAGE
8, boulevard Michelet
TOULOUSE



Apprenez chez vous le Dessin ET LA PEINTURE



Très joli croquis à la plume traité largement et bien équilibré de notre élève R. H., de Strasbourg, dès le début de ses cours.

Excellente étude à l'aquarelle de notre élève M. J. L., de Sarlat, qui déjà a la valeur d'un professionnel.



Si vous voulez devenir un artiste à votre tour, connaître les joies incomparables du dessinateur et du peintre, améliorer votre situation pécuniaire, **VIVRE** vraiment, vous le pouvez désormais, grâce aux secrets qui vous seront révélés par l'extraordinaire méthode **Voir, Comparer, Traduire**, de l'**ÉCOLE INTERNATIONALE**. En quelques mois, vous apprendrez à dessiner et à peindre, **chez vous**, sans rien changer à vos occupations habituelles et pour une dépense à la portée de tous.



Croquis rapide mais très expressif de l'un de nos élèves à son troisième cours.

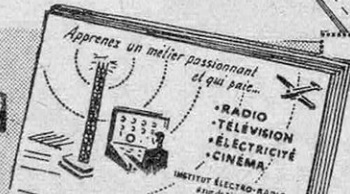
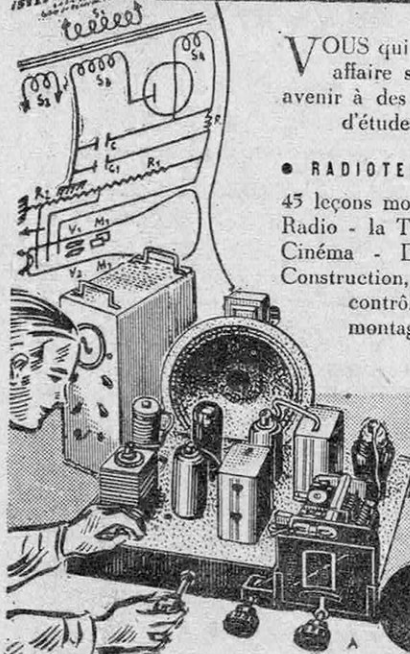
Réclamez aujourd'hui même le passionnant album de renseignements que vous offre l'**ÉCOLE INTERNATIONALE** (Service SV. 71), Principauté de Monaco. Joignez simplement à votre demande vos noms et adresse, ainsi que 10 francs, à votre gré, pour frais de poste.

RADIO MONTAGE LEÇON N° 6 CINÉMA N° 2 TÉLÉVISION N° 3 RADIO DÉPANNAGE N° 7 ÉLECTRICITÉ CON N° 1 ÉCLAIRAGISME CON N° 1

★ **UN LABORATOIRE sur votre TABLE!**

VOUS qui désirez améliorer votre situation, créer une affaire sans quitter vos occupations, confiez votre avenir à des ingénieurs spécialisés. — Certificat de fin d'études — Préparation aux carrières d'État.

- **RADIOTECHNICIEN** ● 45 leçons modernes sur la Radio - la Télévision - le Cinéma - Dépannage et Construction, et 130 pièces contrôlées pour les montages pratiques.
- **ÉLECTROTECHNICIEN** ● 45 leçons claires et simples sur les installations - Tous les calculs pratiques d'électricité et les 4 coffrets de montage des moteurs.



● NOM _____
● ADRESSE _____

Demandez tout de suite, contre 10 Fr. (en déduisant ou recopiant ce bon) notre Album SV "La Radio et ses applications, métiers d'avenir".

INSTITUT ELECTRO-RADIO
6, RUE DE TÈHERAN, PARIS (8^e)

1947 SERA DÉCISIF POUR VOUS

Un début d'année est un moment propice pour faire « le point ».

Où en êtes-vous ?

Vous vous efforcerez de développer votre instruction pour mieux pratiquer votre métier actuel, ou celui que, grâce à vos études, vous pourrez exercer.

Mais, sincèrement, en vous-même, êtes-vous sûr de savoir utiliser à fond vos connaissances ?

Avez-vous la volonté constante de réussir ? Savez-vous vous imposer, vaincre votre timidité et conserver en toute circonstance la maîtrise de vous-même ?

Demandez à l'Institut PELMAN de mettre à votre profit cinquante-six ans d'expérience et de succès.

Cette année sera pour vous, alors, celle qui décidera de votre réussite.

Demandez la documentation n° VI-21.

INSTITUT PELMAN

176, boulevard Haussmann, PARIS (8^e)

LONDRES, NEW-YORK, AMSTERDAM, DUBLIN
STOCKHOLM, MELBOURNE, DELHI, CALCUTTA, etc.



JEUNES GENS III

sans quitter votre emploi actuel

ASSUREZ VOTRE AVENIR !

CHOISISSEZ UNE CARRIÈRE REMUNÉRATRICE !

LA RADIO manque de spécialistes

Il faut des **RADIOTECHNICIENS** dans
L'ARMÉE, L'AVIATION, la MARINE
L'INDUSTRIE, le COMMERCE, L'ARTISANAT

Nos élèves sont suivis par des Professeurs de valeur

Cours de tous les degrés sous leur direction

Préparation aux diplômes officiels

PLACEMENT ASSURÉ

Envoi du matériel à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

à domicile

ÉCOLE PRATIQUE

D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES

39, rue de Babylone - PARIS-VII^e

Cours par correspondance

Demandez notre documentation gratuite N° 45

TOUS LES JEUNES GARÇONS et FILLES

Sans quitter vos occupations, devenez

RADIO-TECHNICIENS

ou

DESSINATEURS INDUSTRIELS

en suivant les cours de

l'École Spéciale des Techniques Modernes

14, rue Volta, TOULOUSE

I. — Le **RADIO** ouvre de belles situations dans l'Industrie et l'Artisanat, l'Administration, l'Armée, l'Aviation.

Enseignement prémilitaire Radio approuvé par le Ministère de l'Air.

Stages pratiques dans une École Radio de l'Aviation Militaire.

II. — Le **DESSIN** conduit à toutes les branches d'activité : industrie, constructions, urbanisme, topographie, etc. Nombreuses et bonnes situations assurées en France et dans les territoires de l'Union Française.

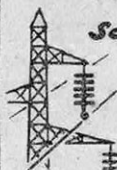
Pour tous renseignements, écrire au Directeur de l'École. (Spécifier la branche choisie.)

APPRENEZ

L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE

sans connaître les mathématiques!



TOUS les phénomènes électriques ainsi que leurs applications industrielles et ménagères sont étudiés dans le cours pratique d'électricité sans nécessiter aucune connaissance mathématique spéciale. Chacune des manifestations de l'électricité est expliquée à l'aide de comparaison avec des phénomènes connus. En dix mois vous serez à même de résoudre tous les problèmes pratiques de l'électricité industrielle. Ce cours s'adresse aux praticiens de l'électricité, radio-électriciens, mécaniciens, vendeurs de matériel électrique et à tous ceux qui sans aucune étude préalable désirent connaître réellement l'électricité, tout en ne consacrant à ce travail que quelques heures par semaine.

↓ Demandez la documentation en envoyant ou en recopiant le bon ci-dessous. — Joindre 6 frs en timbres.

BON 56 D

COURS PRATIQUE D'ÉLECTRICITÉ

222, Bd. Péreire - Paris 17^e



AVEC VOUS

jusqu'au succès final!

RADIO-CINÉMA-AVIATION

JEUNES GENS... JEUNES FILLES...
 Ces carrières modernes répondent bien à vos aspirations. Préparez-les en suivant nos cours **PAR CORRESPONDANCE**

Notre organisation spécialisée sera tout entière avec vous jusqu'au succès final.
 Elle groupe, sous la direction d'une élite de professeurs, les Ecoles suivantes :

ÉCOLE GÉNÉRALE RADIOTECHNIQUE
 (Monteurs-dépanneurs, dessinateurs, opérateurs, sous-ingénieurs et ingénieurs.)

ÉCOLE GÉNÉRALE AÉRONAUTIQUE
 (Préparation technique du pilote d'avion, de navigateurs radios, mécaniciens, dessinateurs.)

ÉCOLE GÉNÉRALE PHOTOGRAPHIQUE
 (Opérateurs des studios d'art, techniciens de laboratoires, reporters, photographes.)

PRÉPARATION aux Brevets officiels d'opérateurs projectionnistes.

Pour recevoir gratuitement la documentation de l'École qui vous intéresse, écrivez en vous recommandant de Science et Vie, au

CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES ET ARTISTIQUES

69, rue Louise-Michel, LEVALLOIS (Seine) — Tél. : Pereire 55-10



MONTEUR DE PANNEAU

INGÉNIEUR RADIO

OPÉRATEUR RADIO D'AVION

MARINE MARCHANDE ET MILITAIRE

OPÉRATEUR DE PROJECTION

— PUBLÉDITEC-DOMENACH —

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

152, Avenue de Wagram, PARIS (17^e)

Enseignement par correspondance

MATHÉMATIQUES Les Mathématiques sont accessibles à toutes les intelligences, à condition d'être prises au point voulu, d'être progressives et d'obliger les élèves à faire de nombreux exercices. Elles sont à la base de tous les métiers et de tous les concours.

Candidats, apprenez les Mathématiques par la méthode de l'École du Génie Civil.

Cours à tous les degrés, de même que pour la Physique, la Chimie.

MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ De nombreuses situations sont en perspective dans la Mécanique générale et l'Électricité. Les cours de l'École s'adressent aux élèves des lycées, des écoles professionnelles, ainsi qu'aux apprentis et techniciens de l'Industrie.

Les cours se font à tous les degrés : Apprenti, Monteur, Technicien, Dessinateur Sous-Ingénieur et Ingénieur.

CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES Cours de Monteurs, Techniciens, Dessinateurs, Sous-Ingénieurs.

AVIATION CIVILE Brevets de navigateurs aériens, de Mécaniciens d'aéronefs et de Pilotes. Concours d'Agents techniques de l'Aéronautique et d'Ingénieurs militaires des Travaux de l'Air.

MARINE MARCHANDE Préparation à l'examen d'entrée dans les Écoles Nationales de la Marine marchande. Préparation au brevet d'officier mécanicien de deuxième classe.

MARINE MILITAIRE Préparation aux Écoles de Maistrance et d'Élèves Ingénieurs Mécaniciens.

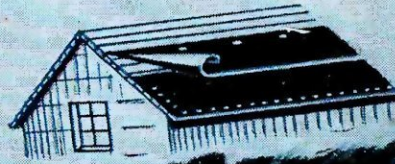
T. S. F. Préparation aux carrières de la Radio : P. T. T., Aviation, Marine, Colonies. Construction industrielle, Dépannage.

Envoi franco du programme de chaque section contre 10 fr. en timbres ou mandats pour les Colonies et l'Étranger.

*Contre la pluie
et l'humidité...*

ASFEUTROÏD

PROTÈGE EFFICACEMENT
et pour LONGTEMPS
C'est la couverture
ou le revêtement
le plus économique
En vente chez votre quincaillier



L'ASFEUTROÏD

le feutre asphalté solide

USINE À MONTSOULT (S.-&O.)

216, RUE LECOURBE
PARIS 15^E

Supplément au n° 352 (janvier 1947) de SCIENCE ET VIE

SCIENCE ET VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES

ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

TOME LXX

JUILLET A DÉCEMBRE 1946 (N^{os} 346 A 351)

5, rue de La Baume, PARIS (VIII^e)

SCIENCE ET VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

TOME LXX : JUILLET A DÉCEMBRE 1946 (N° 346 A 351)

TABLE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

	N°	Pages		N°	Pages
A					
<i>Abramovitz</i> . — Homochromie	346	43	<i>Astruc</i> . — Réflexes	348	127
Accélérateurs de particules (Nouveaux engins), par M.-E. NAHMIAS	346	27	Atterrissage par vent latéral. — A. C. Auer (Recherches atomiques et man-chons). — A. C.	351	205
Accumulation (Chauffage par)	349	181	Automobile française (L'), par Jean BONNET	349	195
Acétylène	350	217	Automobile (Le poids, ennemi de l'), par Jean BONNET	350	207
Acide azotique et fusées	351	265	Automobiles de course 1946, par Georges GEDOVIOUS	347	87
Aciers (Cémentation au silicium pour les). — E.	348	136	AUTOMOBILES :	348	98
A Côté de la Science, p. V. RUBOR	346	44	Alfa Romeo 308. Course 1946	348	103
d°	347	96	Alfette. Course 1946	348	102
d°	348	141	Alta 1 500 cm ³ . Course 1946	348	103
d°	349	192	Aluminium français	350	211
d°	350	242	<i>Andreau</i>	347	94
d°	351	295	<i>Andreau</i>	350	212
Actinogénèse, par C. PUISSÉGUR	348	109	<i>Bernardet</i>	350	212
Activité volontaire (Du réflexe à l'), par Paul CHAUCHARD	348	127	<i>Bonnet Deutsche</i> et). Course 1946 ..	348	101
Acupuncture	348	132	<i>Bugatti</i> . Course 1946	348	102
<i>Adrian</i> . — Réflexes	348	127	<i>Coucy</i> (De). Course 1946	348	100
Aéroportées (Le rôle des troupes) dans une guerre future, par Camille ROUGERON	349	168	D. B. Course 1946	348	101
Agfacolor (Cinéma en couleurs)	346	19	Delahaye. Course 1946	348	100
Ailes volantes (Avions sans queue et), par Jean CASTELLAN	349	147	<i>Deutsche et Bonnet</i> . Course 1946	348	101
Algotron	346	35	Dyna Panhard	350	209
Allègement de l'automobile, par Jean BONNET	347	87	E. R. A. 1 500 cm ³ . Course 1946	348	104
Allocaïne	350	217	<i>Eageol</i> . Course 1946	348	108
Alphatron et mesure du vide	350	240	<i>Grégoire</i>	347	93
Aluminium français (Automobile)	350	211	<i>Grégoire</i>	350	209
<i>Alvarez</i> . — Ralutron	346	34	<i>Guérin-de Coucy</i> . Course 1946	348	100
Amines et fusées	351	266	<i>Mathis</i> trois roues	350	212
Amphibie britannique à pneus à pression variable en marche. — A. C.	350	245	Mercedes. Course 1946	348	105
Analgésie	350	216	Novi Governor. Course 1946	348	106
<i>Andreau</i> . — Automobile	347	94	Panhard (Dyna)	350	209
<i>Andreau</i> . — Automobile	350	208	Peugeot. Berline 202	350	214
<i>Andrussow</i> . — Fusées	351	262	<i>Renault</i> 4 ch moteur arrière	350	210
Anesthésie chirurgicale (Les techniques modernes de l'), par R. DUBAU	350	215	Rovin. Motocar	350	206
Angle (Trisection de l'). — A. C.	350	247	Simca. Course 1946	348	101
Animaux et végétaux sont-ils sujets aux mêmes maladies ? — A. C.	346	44	Talbot, 4, 5 litres. Course 1946	348	99
Animaux lumineux, par C. PUISSÉGUR	348	109	Terrapin II. Amphibie	350	246
Anoxémie	350	222	<i>Wimille</i>	350	206
<i>Arnouz</i> . — Aile volante	349	149	Autorégleur (Piston)	347	89
Arséniates (Procédé Holiden pour la conservation des bois aux). — A. C.	349	192	Avertine	350	217
Arts et Métiers (Laboratoire de mesures du Conservatoire des)	351	272	Aveugles (Détection des obstacles pour les), par P. HÉMARQUINQUER	348	137
			Aveugles et contrôle de précision. — A. C.	349	194
			Avions sans queue et ailes volantes, par Jean CASTELLAN	349	147
			AVIONS :		
			Alles volantes : Arnoux, Berreur, Canova, Cedric Lee, Dunne, Etrich, Fauvel, Hoffman, Horten,		

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
Huth, Landwerlin, Lippisch, Mentzen, Northron, Parseval, Soldenhoff, Steiger, Tcheranowsky, Weiss, Wels	349	149	Bollden (Procédé) pour la conservation des bois par les arsénates. — A. C.	349	192
Armstrong-Whitworth. Aile volante.	349	151	Bombe radioguidée « Azon ». — A. C.	346	44
Armstrong-Whitworth AW-524. Aile volante	349	154	BOMBES :		
Bloch 175. Torpillage (France)	346	10	Henschel Hs-293 volante radio-commandée (Allemagne)	351	266
Delta 1. Aile volante	349	150	Bonnier. — Réflexes	348	132
Delta 1. Aile volante	349	151	Boutry. — Cellule photoélectrique	351	281
Delta IV. Aile volante	349	151	Boutry (G.-A.). — Mesures	351	271
Dunne. Aile volante	349	151	Boyle. — Anesthésie	350	219
Etrich et Wels. Aile volante	349	149	Boyle (R.). — Animaux lumineux	348	112
Fauvel AV-10. Aile volante	349	151	Bristol. — Chenilles	347	56
Fauvel AV-17. Aile volante	349	156	Brown-Sequard. — Nerfs	348	127
Flying Ram Northrop XP-79. Aile volante	349	146	Brûlures solaires (Contre les). — A. C.	351	297
Gloster « Meteor ». Record de vitesse : 991 km/h (Angleterre)	350	199	Butelline	350	217
Gotha P-60 B. Aile volante	349	151			
Gotha P-60 C. Aile volante.	349	151	C		
Handley Page « Manx ». Aile volante.	349	153	Canon sans recul	349	172
Havilland DH-168 « Swallow ». Aile volante	349	155	Canova. — Aile volante	349	149
Hoffman. Aile volante	349	151	CARTES :		
Horten I. Aile volante	349	151	France (Aménagement hydroélectrique de la S. N. C. F.)	347	79
Horten II. Aile volante	349	151	France (Lignes ferroviaires électrifiées)	347	80
Horten V. Aile volante	349	151	Cavitron	346	35
Manx (Handley Page). Aile volante.	349	153	Cedric Lee. — Aile volante	349	149
Meteor (Gloster). Record de vitesse : 991 km/h (Angleterre)	350	199	Cémentation au silicium pour les aciers. — E.	348	136
Northrop XB-35. Aile volante	349	151	CENTRALES HYDRAULIQUES :		
Northrop N1-M. Aile volante	349	146	Fabréges	347	77
Northrop N1-M. Aile volante	349	151	Géniissiat (Mai 1946)	347	78
Northrop XP-56. Aile volante	349	152	Marèges	347	76
Northrop XP-79 Flying Ram. Aile volante	349	146	Charbon (Beurre et savon de). — A. C.	347	96
Parabola. Aile volante	349	151	Chauffage domestique par l'électricité, par J. MARCHAND.	349	178
Pterodactyl. Aile volante	349	151	Chaussure (Infrarouges et industrie de la). — A. C.	351	300
Skimmer XF 5 U-1. Aile volante.	349	158	Chemins de fer français (L'électrification des), par Jean MARCHAND.	347	75
SNCA-SE-2100. Aile volante	349	151	Chewing-gum et sulfamides. — A. C.	346	48
Storch. Aile volante	349	151	Chimicolor (Cinéma en couleurs)	346	22
Swallow (De Havilland DH-108). Aile volante	349	155	Chimie (Poissons et). — A. C.	346	46
Transonic (Vickers). Maquette volante à fusée	351	266	Chloroforme	350	217
Vickers « Transonic ». Maquette volante à fusée	351	266	Chlorure d'éthyle	350	217
Whitworth. Aile volante	349	151	Chréien. — Motoculture	347	51
Whitworth (Armstrong) AW-524. Aile volante	349	154	Chromatophores	346	39
Avogadro (Nombre d')	351	260	Chronaxie de Lapique	348	133
			Cinéma en couleurs, par Pierre BRARD	346	11
			Circulaire (Système de navigation)	349	159
			Citroën. — Chenilles caoutchouc	347	56
			Clerc (L.-P.). — Polaroids	350	243
			Cnidaires (Orties de mer), par Robert WEILL	351	282
			Cocaine	350	217
			Cohn (W.-M.). — Four solaire	350	244
			Collins Warren (John). — Anesthésie	350	215
			Collot. — Balances	351	275
			Conservation des bois par les arsénates (Procédé Bollden pour la). — A. C.	349	192
			Conservatoire national des Arts et Métiers (Laboratoire d'essais et de mesures du)	351	272
			Consol (Système) de navigation	349	161
			CONSTELLATIONS :		
			Chevelure de Bérénice	351	257
			Chiens de Chasse	351	256
			Pégase	350	258
			Vierge	351	258
			Cordus (Valérius). — Éther	350	215
			Corps noir	351	280
			Couche limite laminaire	350	201
			Couche limite turbulente	350	201
			Couleur (Qu'est-ce que la)	346	11
			Couleurs (Cinéma en), par Pierre BRARD	346	11
			Couleurs complémentaires (Définition)	346	11
			Coups de soleil (Contre les). — A. C.	351	297
			Course (Voitures de) 1946, par Georges GÉDOVIUS	348	98
			Crawford Williamson Long. — Anesthésie	350	215
			Culture motorisée en France, par J. ENGELHARD	347	51

	N ^o	Pages
Cultures sans sol. — A. C.....	346	47
Curare et anesthésie	350	221
Cyclopropane	350	217
Cyclotron	346	27

D

Darcy. — Écoulement des fluides	350	199
Dark red vet petrolatum et brûlures solaires. — A. C.	351	297
Davy (Humphrey). — Protoxyde d'azote	350	215
D. D. T. (Antidotes du). — E.....	346	35
D. D. T. appliqué à la puce du rat. — E.	346	35
Décapage par l'hydrure de sodium. — A. C.	348	143
Decca (Navigateur), par R. LEPRETRE.	347	60
Decca (Système) de radionavigation ..	349	160
Decker	346	46
Delieuvin. — Motoculture	347	57
Déménagement (Mines terrestres et problème du), par J. GARANCHER	347	67
Deribéré. — Guerre et sécheresse. — A. C.	346	46
Descour	346	44
Desplas. — Anesthésie	350	218
Détection des mines, par J. GARANCHER.	347	67
Détection photoélectrique des obstacles pour les aveugles, par P. HÉMAR-DINQUER.	348	137
Dilanthine, antidote du D. D. T. — E. .	346	35
Distances astronomiques	351	260
Dommages aux lignes d'énergie électrique en Angleterre dus à la guerre. — E.	347	86
Donaldson (Groupe Captain). Record de vitesse : 991 km/h.	350	198
Dood. — Spirotron	346	28
Doppler-Fizeau. — Expansion de l'univers	351	258
Dragage des mines sous-marines, par R. LEPRETRE	348	117
Dreyer. — Astronomie	351	251
Dubois (Raphaël). — Animaux lumineux	348	112
Ducellier-Isman. — Gaz de fumier	351	299
Dufay (Cinéma en couleurs Dufaycolor).	346	17
Dunne. — Aile volante	349	149
Dupont de Nemours. — Fusées	351	262

E

Eau oxygénée et fusées	351	264
Eau potable à partir de l'eau de mer. — A. C.	349	193
Ébourgeonnage latéral des pins. — A. C.	346	48
Échauffement des avions à grande vitesse	350	203
Économie de charbon due à l'électrification des chemins de fer français ..	347	75
Eddington. — Astronomie	351	260
Edson	346	46
Einstein. — Expansion de l'univers ..	351	258
Ekasilicium. — E.....	351	290
Électricité (Chauffage domestique par l'), par J. MARCHAND	349	178
Électrification des chemins de fer français, par Jean MARCHAND	347	75
Électron (Variation de la vitesse et de la masse de l') en fonction de son énergie.....	346	35
Électrostatique (Procédé) pour l'industrie textile. — A. C.	351	297
Énergie atomique (Prix de revient de l'). — E.....	349	177
Estrade. — Motoculture	347	51
Étalons internationaux (Des) aux mesures industrielles, par Jean LABADIÉ	351	271
Éther	350	217
Éthylène	350	217
Êtres vivants lumineux, par C. PUISSEUR	348	109

Évipan	350	217
Expansion de l'univers (Nébulieuses extragalactiques et), par J. GAUZIT ..	351	251

F

Fabry. — Interféromètre	351	273
Fauvel. Aile volante	349	149
Félix. — Motoculture	347	51
Film gaufré et cinéma en couleurs.....	346	15
Fischer (Cinéma en couleurs).....	346	20
Flotte de guerre française : ce qu'elle est en 1946, ce qu'elle pourra être, par Henri LE MASSON	346	3
Flourens. — Anesthésie	350	224
Fœx. — Four solaire.....	350	244
Fours solaires. — A. C.	350	244
Fowler (John). — Labour à vapeur ..	347	51
Francita (Cinéma en couleurs).....	346	15
Fromm. — Rugosité et écoulement ...	350	201
Fusée Walter HWK-109-500	351	266
Fusée Walter HWK-509 à deux liquides.....	351	267
Fusées à liquides, par Camille ROUGERON.....	351	261
Fusées ionosphériques, par Yves LE VERNOS	349	190
Fusil automatisé allemand pour parachutistes	349	176

G

Gauchissement aérodynamique	349	148
Gäumann	346	44
Gaumont (Cinéma en couleurs).....	346	14
Gaz de fumier (Tracteur agricole au). — A. C.	351	299
Ger (Système) de radionavigation.....	349	160
Germanium. — E.....	351	290
Giersberg. — Homochromie	346	40
Gillod. — Cellule photoélectrique	351	281
Gisements miniers (Épuisement des). — E.....	349	189
Glucosate de calcium, antidote du D. D. T. — E.....	346	35
Godowsky (Cinéma en couleurs)	346	21
Goltz. — Nerfs	348	127
Graine de Zanonia.....	349	149
Grégoire. — Automobile	347	93
Grégoire. — Automobile	350	209
Guerre et sécheresse. — A. C.	346	46
Guerre future (Le rôle des troupes aéroportées dans une), par Camille ROUGERON.....	349	168
Guidage des avions par radio, par J. PIERGO	349	159
Gurwitsh. — Animaux lumineux	348	113

H

Hales. — Réflexes	348	127
Hangar climatique. — A. C.	346	48
Harvey (Newton). — Animaux lumineux	348	112
Haussmann. — Fusées	351	266
Heidbrink. — Anesthésie	350	220
Hélices d'avions Curtiss-Wright. — A. C.	351	295
Hélicoptère au service de l'agriculture, par Jean MARIVAL.....	351	291
HÉLICOPTÈRES :		
Air Horse (Cierva) (Angleterre).....	351	292
Bell-47 (États-Unis)	351	291
Cierva « Air Horse » (Angleterre) ..	351	292
Sikorsky R-4 (États-Unis)	351	292
Henry La Blanchelais. — Four solaire ..	350	244
Hoffman. — Aile volante	349	149
Holl. — Caterpillar	347	54
Holweck. — Pompe moléculaire	350	236
Homochromie, mimétisme des couleurs, par C. PUISSEUR	346	36
Horten. — Aile volante	349	149

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
<i>Howard</i> . — Labour à vapeur	347	51	M		
<i>Howard Jones</i> . — Anesthésie	350	224	<i>Mach</i> (Nombre de)	350	205
<i>Hubble</i> . — Astronomie	351	251	<i>Mac Leod</i> . — Jauge micromanométrique	350	239
<i>Humphrey Davy</i> . — Protoxyde d'azote	350	215	<i>Magendie</i> . — Réflexes	348	127
<i>Huth</i> . — Aile volante	349	149	Magnitude	351	252
Hydrazine (Hydrate d') et fusées	351	267	Maison fabriquée en 24 heures. — A. C.	349	192
Hydre d'eau douce (Nématocyste d')	351	288	Maladies (Animaux et végétaux sont-ils sujets aux mêmes). — A. C.	346	44
Hydrure de sodium (Décapage par l'). — A. C.	348	143	Manchons Auer (Recherches atomiques et). — A. C.	349	195
Hyperbolique (Système de navigation)	349	159	<i>Mannès</i> (Cinéma en couleurs)	346	21
Hypergols	351	261	<i>Marchal</i> . — Polyembryonie	350	233
I					
<i>Ihrig</i> (H.-K.). — Cémentation au silicium pour les aciers. — E.	348	136	Marine de guerre française : ce qu'elle est en 1946, ce qu'elle pourra être, par Henri LE MASSON	346	3
Indianapolis, banc d'essai des bolides américains	348	107	Matières plastiques (Bandes routières en). — A. C.	349	195
Influx nerveux	348	133	<i>Mentzen</i> . — Aile volante	349	149
Infrarouge et séchage industriel. — E.	346	43	Mesures industrielles (Des étalons internationaux aux), par Jean LABADIÉ	351	271
Infrarouge (Viseurs en). — A. C.	348	142	Métascopie pour parachutistes	349	176
Infrarouges (Les) dans l'industrie de la chaussure. — A. C.	351	300	Meteor (La préparation des) pour le record de vitesse, par André FOURNIER	350	198
Interféromètre Benoit, Pérot et Fabry	351	273	Mica artificiel et mica synthétique. — A. C.	348	142
Ionisation (Jauge à vide à)	350	239	Micromètre Solex	351	273
Ionosphériques (Fusées), par Yves LE VERNOTS	349	190	Microtron	346	31
Ipsophone (L'), par Gilbert Bloch	349	187	<i>Millan</i> . — Synchrotron	346	32
J					
<i>Jackson</i> (Charles). — Anesthésie	350	215	Mimétisme des couleurs (L'homochromie), par C. PUISSÉGUR	346	36
Jauges à vide (Mac Leod, Knudsen, Pirani, à ionisation)	350	239	Mines sous-marines (Dragage des), par R. LEPRÊTRE	348	117
<i>Jans</i> . — Astronomie	351	253	Mines terrestres et problème du déminage, par J. GARANCHER	347	67
Joint homocinétique	350	210	Monergols	351	261
<i>Jouan</i> . — Balances	351	274	<i>Monod</i> (Robert). — Anesthésie	350	224
Journées de travail perdues par suite de rhumes. — A. C.	351	296	<i>Morton</i> (William). — Anesthésie	350	215
K					
<i>Kégresse</i> . — Chenilles caoutchouc	347	56	Moteur à 2 temps (Renaissance du) en 1946	350	208
<i>Keller-Dorian</i> (Cinéma en couleurs)	346	15	Moteurs des voitures de course 1946, par Georges GÉDOVIUS	348	100
<i>Kelvin</i> (Lord)	351	271	MOTEURS :		
<i>Kelvin</i> (Lord). — Chauffage thermodynamique	349	186	Alfa-Romeo 158. Course 1946	348	102
<i>Knudsen</i> . — Jauge micromanométrique	350	239	Alfa-Romeo 308. Course 1946	348	102
Kodachrome (Cinéma en couleurs)	346	21	Derwent V (Rolls-Royce). — Turboréacteur	350	201
Kodakolor (Cinéma en couleurs)	346	16	Flat-Twin	350	208
Kodakolor (Cinéma en couleurs)	346	21	Maserati 1 500 cm ³ . Course 1946	348	102
<i>Koller</i> . — Anesthésie	350	217	Rolls-Royce « Derwent V ». — Turboréacteur	350	201
<i>Koller</i> . — Homochromie	346	43	Motoculteur Mabec	347	59
<i>Kollmann</i> . — Vitesse des avions. — A. C.	350	242	Motoculture en France, par J. ENGELHARD	347	51
<i>Krohn</i> . — Homochromie	346	42	Mur de traînée	350	205
L					
<i>La Blanchetuis</i> (Henry). — Four solaire	350	244	<i>Mushin</i> . — Anesthésie	350	221
<i>Landrin</i> . — Bêches coulissantes	347	55	N		
<i>Landwerlin</i> . — Aile volante	349	149	Narcose	350	218
<i>Langley</i> . — Réflexes	348	130	Navigateur « Decca », par R. LEPRÊTRE	347	60
<i>Lapicque</i> . — Réflexes	348	127	Navigation (Systèmes de) circulaire, hyperbolique, ofthodromique	349	159
<i>Latil</i> . — Motoculture	347	55	Navires-citernes pour le vin, par Henri LE MASSON	347	81
<i>Lavoisier</i> . — Four solaire. — A. C.	350	244	NAVIRES DE COMMERCE :		
<i>Lawrence</i> . — Bétatron	346	29	Mascara. Navire-citerne (France)	347	82
<i>Lee</i> (Cédric). — Aile volante	349	149	Firbranch. Navire-citerne (France)	347	82
<i>Lemmon</i> . — Anesthésie	350	224	Allan M. Summer. Super-destroyer (États-Unis)	346	9
<i>Leriche</i> . — Réflexes	348	133	Colossus. Porte-avions	346	2
Lignes d'énergie électrique en Angleterre (Dommages dus à la guerre aux). — E.	347	86	De Grasse. Croiseur (France)	346	6
<i>Lippisch</i> . — Aile volante	349	149	Dixmude. Porte-avions (France)	346	8
Lithergols	351	261	Dragueur YMS (États-Unis)	348	125
Locomotive à turbine à gaz de 3 750 ch fonctionnement sans eau. — E.	351	281	Finisterre. Super-destroyer (Angleterre)	346	9
<i>Long</i> (Crawford Williamson). — Anesthésie	350	215	La Fantasque. Croiseur léger (France)	346	6
Loran (Système) de radionavigation	349	160	Midway. Porte-avions (États-Unis)	346	7
<i>Lutz</i> (Otto). — Fusées	351	268	Montcalm. Croiseur (France)	346	5
			Richelieu. Cuirassé (France)	346	4

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
YMS. Dragueur (États-Unis).....	348	125	Paroles visibles (Obstacles audibles et), par P. HÉMARDINQUER.....	348	137
Nébuleuses extragalactiques et expansion de l'univers, par J. GAUZIT	351	251	Parseval (Von). — Aile volante	349	149
NÉBULEUSES :			Parsons. — Épuisement des gisements miniers. — E.....	349	189
Andromède. Messier 31. — N. G. C. 224	351	250	Paschal. — Anesthésie.....	350	224
Barrées. — N. G. C. 2859, N. G. C. 5850, N. G. C. 7479	351	253	Paulian. — Animaux lumineux	348	116
Elliptiques. — N. G. C. 3379, N. G. C. 221, N. G. C. 4621, N. G. C. 3115	351	254	Pentothal	350	217
Extragalactiques. — N. G. C. 3081, N. G. C. 4324, N. G. C. 488, N. G. C. 1398	351	255	Percaïne	350	217
Hélix (N. G. C. 7293).....	351	252	Pérol. — Interféromètre.....	351	273
H 11240 (Spirale).....	351	258	Pflüger. — Nerfs	348	127
Irrégulières. — N. G. C. 3034, N. G. C. 4449	351	254	Photogénèse, par C. PUISSEUR	348	109
Messier 31 (Andromède).....	351	250	Photométrie au Conservatoire des Arts et Métiers.....	351	278
Messier 51 (Spirale).....	351	256	Physalies (Orties de mer), par Robert WEILL	351	283
N. G. C. 221 (Elliptique).....	351	254	Piéranoni. — Animaux lumineux	348	114
N. G. C. 224 (Andromède).....	351	250	Pins (Ébourgeonnage latéral des). — A. C.....	346	48
N. G. C. 488 (Extragalactique).....	351	255	Pinardiens (Cargos), par Henri LE MASSON	347	81
N. G. C. 1398 (Extragalactique).....	351	255	Pinchart (Cinéma en couleurs).....	346	15
N. G. C. 2841 (Spirale).....	351	253	Pirani. — Jauge micromanométrique... ..	350	239
N. G. C. 2859 (Barrée).....	351	253	Pistons de moteur (Allègement de).....	347	89
N. G. C. 3034 (Irrégulière).....	351	254	Pitkin. — Anesthésie	350	224
N. G. C. 3081 (Extragalactique).....	351	255	PLANEURS :		
N. G. C. 3115 (Elliptique en fuseau)	351	254	Airspeed « Horsa » (Angleterre).....	349	169
N. G. C. 3379 (Elliptique).....	351	254	Hamilcar (Angleterre).....	349	170
N. G. C. 4273	351	258	Horsa (Airspeed) (Angleterre).....	349	169
N. G. C. 4324 (Extragalactique).....	351	255	Waco CG-4	349	168
N. G. C. 4449 (Irrégulière).....	351	254	Plateau (Couleurs complémentaires).....	346	24
N. G. C. 4565 (Spirale).....	351	257	Poids ennemi de l'automobile (Le), par Jean BONNET	347	87
N. G. C. 4594 (Spirale).....	351	253	Poiseuille. — Écoulement en tuyaux rugueux.....	350	202
N. G. C. 4621 (Elliptique).....	351	254	Poissons et industrie chimique. — A. C.....	346	46
N. G. C. 5457 (Spirale).....	351	253	Polaroids (Vision stéréoscopique par). — A. C.....	350	243
N. G. C. 5850 (Barrée).....	351	253	Pollock. — Bêta-synchrotron.....	346	33
N. G. C. 7293 (Hélix).....	351	252	Pneumatiques à pression variable en marche sur un amphibie britannique. — A. C.....	350	245
N. G. C. 7479 (Barrée).....	351	253	Pompes à vide	350	236
Orlon	351	252	P. O. P. I. (Système) de navigation	349	161
Spirales. — N. G. C. 4594, N. G. C. 2841, N. G. C. 5457	351	253	Port en lourd	347	81
Spirales. — Messier 51.....	351	256	Post. — Cavitron.....	346	35
Spirales. — N. G. C. 4565	351	257	Prochaska. — Réflexes	348	127
Spirales H 11240	351	258	Profil autostable d'aile d'avion	349	148
Nématocystes.....	351	282	Profil d'aile à gauchissement aérodynamique	349	148
Nerfs (Comment fonctionnent nos) : du réflexe à l'activité volontaire, par Paul CHAUCHARD.....	348	127	Propulseurs-fusées à liquides	351	269
Newton Harvey. — Animaux lumineux.....	348	112	Protoxyde d'azote	350	217
Nicolian (Dick) (Cinéma en couleurs)	346	15	Pyromètre à disparition de filament ..	351	276
Nikuradse. — Rugosité et écoulement... ..	350	201			
Nimonic (Alliage)	350	198			
Novocaïne.....	350	217			
O					
O'Brien (W.-J.). — Decca	347	60	Quarella. — Anesthésie	350	224
Obstacles audibles et paroles visibles, par P. HÉMARDINQUER.....	348	137	Quinine (Monopole de la). — A. C.	348	141
Ombredanne. — Anesthésie	350	218	R		
Opel. — Fusées	351	261	Rachianesthésie	350	224
Orthodromique (Système de navigation).....	349	159	Radar et navigation.....	349	161
Orties de mer (Les), par Robert WEILL	351	282	Radiateurs électriques directs	349	178
Outils aratoires poussés. — A. C.....	350	244	Radioalignements et navigation	349	160
Oviedo y Valdes. — Animaux lumineux... ..	348	116	Radiobornage et navigation	349	163
Oxygène liquide et fusées.....	351	263	Radiogoniométrie et navigation.....	349	160
P					
Panneaux rayonnants à basse température	349	185	Radioguidage : bombe « Azon ». — A. C.....	346	44
Parallaxe d'espace et cinéma en couleurs.....	346	15	Radionavigation (La), par J. PIERGO ..	349	159
Parallaxe de mouvement et cinéma en couleurs.....	346	14	Radiophares et navigation.....	349	161
Parasites des cultures (Hélicoptère contre les), par Jean MARIVAL	351	291	Ralitron	346	34
Parasitisme et parasites, par Pierre BECK.....	350	225	Recherches atomiques et manchons Auer. — A. C.....	349	195
Paravane.....	348	125	Reclus. — Anesthésie	350	217
			Record de vitesse (La préparation des « Meteor » pour le), par André FOURNIER.....	350	198
			Rectanol	350	217
			Réflexe et activité volontaire, par Paul CHAUCHARD	348	127
			Renault. — Automobile	350	208
			Réseaux colorés et cinéma en couleurs ..	346	17

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
Réserves de minerais (Épuisement des).			Trainée (Coefficient de) due aux joints		
— E.....	349	189	et aux têtes de rivets ou de vis	350	203
Ressort liquide. — A. C.....	350	246	Transpirant (Tuyère en matériau)	351	264
Reynolds (Nombre de).....	350	201	Transplanter (Machines à). — A. C.....	348	144
Rhume (Le) sera-t-il enfin vaincu ? —			Transport des vins d'Algérie, par Henri		
A. C.....	351	296	LE MASSON	347	81
Routes (Bandes blanches sur les) au			Trichloréthylène	350	217
moyen de matières plastiques. —			Trisection de l'angle. — A. C.....	350	247
A. C.....	349	195	Trombe (F.). — Four solaire	350	244
Roux (Cinéma en couleurs)	346	15	Troupes aéroportées (Le rôle des) dans		
Rugosité (Effets de la) sur la trainée ..	350	199	une guerre future, par Camille Rou-		
Ruprecht. — Balances	351	275	GERON	349	168
			Tscheranowsky. — Aile volante.....	349	149
S			Tuffier. — Anesthésie	350	224
Salol et brûlures solaires. — A. C.	351	297	Turbine à combustion (Température et		
Saphirs synthétiques. — A. C.....	350	242	rendement de la)	350	204
Saprophytes	350	225	Turbine à gaz (Locomotive de 3 750 ch		
Savon de charbon (Beurre et). — A. C.	347	96	à) sans eau. — E.....	351	281
Schwiniger. — Microtron.....	346	31	Tycho Brahé. — Astronomie.....	351	257
Sebrechts. — Anesthésie	350	224			
Séchage industriel et infrarouge. — E.	346	43	U		
Sécheresse (Guerre et). — A. C.....	346	46	Univers (Expansion de l') et nébuleuses		
Sélection trichrome (Reproduction des			extragalactiques, par J. GAUZIT	351	251
couleurs par)	346	13	Uréthane, antidote du D. D. T. — E. ...	346	35
Sherrington. — Réflexes	348	127			
Siemens. — Motoculture	347	51	V		
Smith. — Thermométrie	351	279	V-2 ionosphérique	349	191
Snooperscope (Viseur infrarouge). —			Valdes (Oviedo y). — Animaux lumi-		
A. C.....	348	143	neux	348	116
Soldenhoff. — Aile volante	349	149	Valérius Cordus. — Éther.....	350	215
Soleil (Fours utilisant la chaleur du). —			Valette (Cinéma en couleurs).....	346	22
A. C.....	350	244	Valier. — Fusées	351	261
Solex (Micromètre)	351	273	Veksler. — Microtron et synchrotron ..	346	31
Soubeyran. — Anesthésie	350	224	Velours (Tissus genre) et électrosta-		
Speckert (Frida)	346	44	tique. — A. C.....	351	297
Stabilités de l'avion (Diverses).....	349	149	Vide (Où en est la technique du), par		
Stamer. — Fusées	351	261	M.-E. NAHMIAS	350	235
Stamm (R.-W.). — Polaroids	350	243	Vins d'Algérie (Comment voyagent les),		
Steiger. — Aile volante	349	149	par Henri LE MASSON	347	81
Stéréoscopique (Vision) par polaroids.			Vinesthène	350	217
— A. C.....	350	243	Violle. — Photométrie	351	280
Stock. — Roue	347	54	Viseurs infrarouges. — A. C.....	348	142
Stovaine	350	217	Vision stéréoscopique par polaroids. —		
Sulfamides (Chewing-gum et). — A. C.	346	48	A. C.....	350	243
Supernova	351	258	Visols et fusées	351	267
Sympathicothérapie	348	132	Visualisation de la parole, par P.		
Syncaïne	350	217	HÉMARDINQUER	348	140
Synchrotron	346	32	Vitesse des avions (Pour mesurer la). —		
Synthèse additive des couleurs	346	12	A. C.....	350	242
Synthèse soustractive des couleurs.....	346	12	Vitesse (La préparation des « Meteor »		
Système nerveux (Comment fonctionne			pour le record de), par André FOUR-		
le) : du réflexe à l'activité volontaire,			NIER.....	350	198
par Paul CHANCHARD.....	348	127	Voitures de course 1946, par Georges		
			GEDOVIOUS	348	98
T			Vulpian. — Nerfs.....	348	127
Tareb. — Trisection de l'angle	350	247			
Tarifcation de l'énergie électrique en			W		
1946	349	181	Walter (Hellmuth). — Fusées	351	261
Technicolor (Cinéma en couleurs)	346	18	Warren (John Collins). — Anesthésie ..	350	215
Téléphonie automatique (Nouveauté			Weiss. — Aile volante	349	149
en) : l'Ipsophone, par Gilbert BLOCH ..	349	187	Wells (Horace). — Anesthésie	350	215
Température et rendement de la turbine			Wels. — Aile volante	349	149
à combustion.....	350	204	Westendorp. — Bétatron	346	30
Températures (Mesure des)	351	277	Williamson Long (Crawford). — Anes-		
Tesia (Bobine de) et recherche des fuites			thésie	350	215
d'un appareil vidé d'air	350	239	Wilson (Groupe Captain). — Record de		
Textile (Procédé électrostatique pour			vitesse : 975 km/h.	350	198
l'industrie). — A. C.....	351	297	Winkler (Clemens). — Germanium	351	290
Thermodynamique (Chauffage)	349	186			
Thermomètre à résistance de platine ..	351	278	Z		
Thermométrie au Conservatoire des			Zanonia (Graine de)	349	149
Arts et Métiers.....	351	278	Zondek. — Homochromie.....	346	42
Thomson (Cinéma en couleurs).....	346	16			
Tout avant ou tout arrière en automo-					
bile.....	350	209			
Tracteur agricole au gaz de fumier. —					
A. C.....	351	299			
Tracteurs agricoles : Tractavia, Allis					
Chalmers, Kramer-Diesel, Bruneau-					
Rocher, Vierzon, Deering Farmall,					
La Française	347	51			