

SCIENCE ET VIE

JUILLET 1947

N° 358

30 FRANCS



Des possibilités illimitées

PUBLICITES REUNIES

S'OFFRENT A VOUS, quelles que soient les situations civiles et militaires auxquelles vous aspirez.

Plus de 70% des candidats reçus aux **examens officiels** sont des élèves de l'E.C.T.S.F.

IL N'EXISTE PAS D'AUTRE ÉCOLE POUVANT VOUS DONNER LA GARANTIE D'UN PAREIL COEFFICIENT DE RÉUSSITE.



ÉCOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE - PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

Demandez le Guide des Carrières gratuit



J'aime le DESSIN!

Merci de m'avoir initié à cet art exaltant !...

Voilà ce qu'écrit à Marc SAUREL l'un des nombreux élèves qu'il a formés et dont il a fait des artistes. On sait que Marc SAUREL est le véritable père de l'enseignement du dessin par correspondance, qu'il a été le premier à lancer en France dès 1912 et qu'il pratique depuis trente-cinq ans exactement.

Sa nouvelle méthode « LE DESSIN FACILE », fruit d'une expérience unanimement reconnue, ne ressemble à aucune autre. Elle utilise d'une façon ingénieuse le document photographique ; ses magnifiques planches modèles facilitent à l'extrême les débuts de l'élève. Elle développe chez lui la mémoire visuelle par un entraînement méthodique et l'amène à dessiner sans modèle, c'est-à-dire à « créer ».

Croquis d'après nature par un de nos élèves.

VOUS QUI AIMEZ LE DESSIN, écrivez en toute confiance à Marc SAUREL, demandez-lui conseil : il vous orientera vers le genre de dessin ou de peinture qui convient à votre tempérament. L'un de ses cours est fait pour vous.

BON SV 4

Cette jolie brochure illustrée de 16 pages, véritable introduction à l'art passionnant du dessin, vous sera envoyée contre ce bon et 12 frs en timbres. Soulignez le genre qui vous intéresse.



CROQUIS - PAYSAGE - PORTRAIT - PEINTURE - DESSIN DE MODE - ILLUSTRATION AFFICHE ET PUBLICITÉ - DESSIN ANIMÉ DE CINÉMA - DESSIN INDUSTRIEL - DESSIN DE LETTRES - COURS POUR ENFANTS DE 6 A 12 ANS.

"LE DESSIN FACILE"

11, RUE KEPPLER - PARIS (16^e)

Qualité...
D'AUTREFOIS

- SOUPLE
- DOUCE
- GRAND POUVOIR D'EFFAÇAGE
- N'ARRACHE PAS LE PAPIER
- ÉCONOMIQUE A L'USAGE

1ère Marque
Le crayon de France
gomme lard
EXTRA DOUCE

BAIGNOL & FARJON

MANUFACTURE NATIONALE DE BOULOGNE S/MER

Une Situation d'avenir en étudiant chez soi

DESSIN INDUSTRIEL 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. P.
BACCALAURÉATS TECHNIQUES
... des carrières séduisantes et bien rémunérées

Méthode d'enseignement technique et pratique comportant des travaux à domicile et à l'école.

Préparation aux diplômes de :
MONTEUR
CHEF MONTEUR
SOUS-INGÉNIEUR, etc.
PRÉPARATION AUX EXAMENS OFFICIELS
... un métier nouveau aux perspectives illimitées.

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

DOCUMENTATION GRATUITE
(SPÉCIFIER 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-MOLENBEECK

Pour les études de vos enfants, pour vos propres études,

n'hésitez pas à recourir à l'enseignement
par correspondance de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

qui a comblé une grave lacune. Grâce à l'École Universelle, en effet, tous ceux qui étaient jusqu'ici empêchés de s'instruire, parce qu'ils résident loin d'un centre ou parce que leur état de santé les retient à la maison, peuvent désormais travailler chez eux. Il en est de même de tous ceux qui sont astreints à de fréquents déplacements ou qui ont un retard à rattraper, ou qui se trouvent dans l'impossibilité de poursuivre leurs études à un rythme normal, et aussi ceux qui sont dans la nécessité de gagner leur vie. **L'enseignement individuel de l'École Universelle** permet à chacun de faire chez soi, à tout âge, sans dérangement, dans le minimum de temps, aux moindres frais, quel que soit le degré d'instruction de l'élève, en toute discrétion s'il le désire, toutes les études qu'il juge utiles, quel que soit le but qu'il veuille atteindre.

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

- Br. 21.980 : ENSEIGNEMENT PRIMAIRE :** Classes complètes ; préparation au C. E. P., Bourses, Brevets, etc.
- Br. 21.981 : ENSEIGNEMENT SECONDAIRE :** Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.
- Br. 21.982 : ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR :** Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.
- Br. 21.983 : GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.**
- Br. 21.984 : POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE :** Administrations financières, P. T. T., École nationale d'Administration.
- Br. 21.985 : CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS,** Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.
- Br. 21.986 : CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.**
- Br. 21.987 : COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc...** Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.
- Br. 21.988 : ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.**
- Br. 21.989 : LANGUES VIVANTES, TOURISME,** Interprète, etc...
- Br. 21.990 : CARRIÈRES de l'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.**
- Br. 21.991 : CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.**
- Br. 21.992 : CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE** (Pont, Machines, Commissariat).
- Br. 21.993 : CARRIÈRES des LETTRES** (Secrétariats, Bibliothèque, etc...).
- Br. 21.994 : ÉTUDES MUSICALES :** Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.
- Br. 21.995 : ARTS DU DESSIN :** Professorats, Métiers d'art, etc...
- Br. 21.996 : COUTURE, COUPE, MODE, LINGERIE, etc...**
- Br. 21.997 : ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.**
- Br. 21.998 : CARRIÈRES DU CINÉMA.**

Milliers de brillants succès aux baccalauréats,
brevets et tous examens et concours.

ÉCOLE UNIVERSELLE
la plus importante du monde

59, boulevard Exelmans, PARIS
ou : chemin de Fabron, NICE

CIERPA-BESANÇON

A REPRIS SES
FABRICATIONS DE
HAUTE PRÉCISION

Le dernier cri de la perfection
L'ÉTANCHE A VIS

CADRAN
LUXE
RADIUM



BON DE
GARANTIE
D'UN AN
ÉCHANGE
ADMIS

20%

au dessous des cours sur
les 1.000 premières montres

Prix du
Modèle

2.32

Net franco

2.911 frs

2.328 F.

MOUVEMENT HAUTE PRÉCISION

A ANCRE 15 RUBIS

ABSOLUMENT HERMETIQUE

Bracelet cuir véritable
envoi contre remboursement
ou mandat joint aux C^{des}

LES DIFFUSIONS

CIERPA

67, RUE ROCHECHOUART.
PARIS. 9^e.

Votre visite sera la bien venue



Institut
PELMAN

Fondé en 1890

Puis-je réussir?

Cette question angoissante est posée par tout homme sérieux lorsqu'il fait un examen impartial de ses possibilités.

Il compare ses connaissances et son entregent aux difficultés matérielles de la vie quotidienne et cherche à définir si celles-ci surmonteront celles-là.

Mais la clé du problème ne se trouve pas hors de sa personne ; elle est en lui-même.

Possède-t-il les éléments-moteurs qui sont : énergie, assurance, initiative, mémoire, jugement, esprit de méthode ? Alors, il peut être sans crainte : il réussira et franchira tous les obstacles.

Développez ces qualités essentielles par l'emploi de la méthode PELMAN qui, depuis cinquante-six ans, a permis à des centaines de milliers d'hommes du monde entier de réussir.

Demandez, sans engagement, la brochure VI 27C à l'Institut PELMAN, 176, boulevard Haussmann, Paris.

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



Le 1^{er} Stylo Français
à plume capotée
assure :

- 1 PROTECTION
CONTRE TOUT
ENCRASSEMENT
- 2 ARRIVÉE
D'ENCRE
INSTANTANÉE
- 3 DES MILLIERS DE KMS D'ÉCRITURE
AVEC SA PLUME À POINTE
INUSABLE EN MÉTAL PRÉCIEUX
- 4 UN SERVICE
D'ENTRETIEN
PERMANENT ET GRATUIT

AIRMAIL
FAP

33, RUE CAMBON · OPÉ 72-89 · PARIS
En vente dans toutes les bonnes maisons

PUB



HUET
PARIS

PUB



*Voir plus loin...
Voir plus net...
Jumelles HUET!*

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE
76, BOULEVARD DE LA VILLETTE, PARIS

OUVRAGES TECHNIQUES

RADIO-FORMULAIRE. Recueil de formules, symboles, normes, etc..., indispensable aux étudiants et praticiens de la Radio. Franco, fr. **155**

ÉMETTEURS DE PETITE PUISSANCE SUR ONDES COURTES, d'Ed. Cliquet (F8ZD). Tome I : Théorie élémentaire et montages pratiques. Les circuits oscillants, les lampes, les montages auto-oscillateurs et oscillateurs à quartz. Les étages doubleurs de fréquence et les étages intermédiaires. Les étages amplificateurs haute fréquence de puissance. 300 pages, 225 schémas. Edition 1947. Franco, fr. **320**

MATHÉMATIQUES SIMPLIFIÉES POUR ABORDER L'ÉTUDE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE LA RADIO. Toutes les notions élémentaires d'arithmétique, d'algèbre et de trigonométrie que doivent s'assimiler tous ceux qui veulent entreprendre avec succès l'étude de l'Électricité et de la radio. Franco, fr. **170**

LES MAQUETTES ET LEUR CONSTRUCTION. Construction de modèles réduits, de planeurs, avions, bateaux anciens et modernes et chemins de fer. Télécommande et auto-commande. 224 pages. Franco, fr... **215**

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DANS L'INDUSTRIE TEXTILE. Le seul ouvrage complet sur l'emploi de l'électricité dans le textile. Edition 1947. Franco, fr. **440**

LE MOTEUR ÉLECTRIQUE MODERNE. L'ouvrage le plus moderne et le plus complet sur ce sujet. 800 pages. Franco, fr. **575**

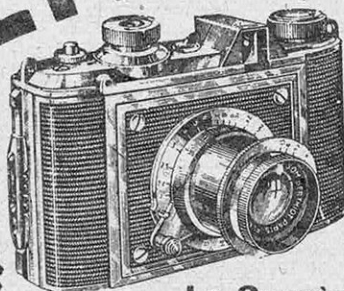
EXPÉDITION IMMÉDIATE CONTRE MANDAT

SCIENCES & LOISIRS

17, av. de la République, PARIS-XI^e

C. C. P. PARIS 3793.13

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

Notice L 6 sur demande

PHOTO-RAYLU

8, Avenue de la 4^e-Armée, PARIS

Société d'Horlogerie du Doubs
106 RUE LAFAYETTE PARIS 10^E



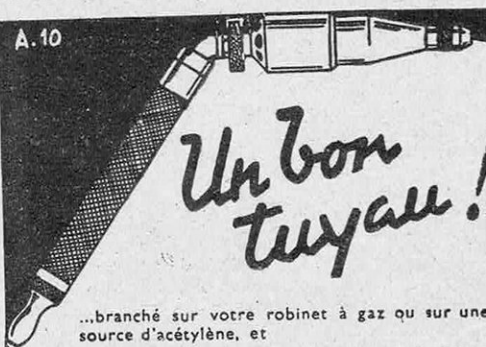
**WATERPROOF
STAINLESS**



- * MONTRE - BRACELET, HOMMES, DAMES OU GARÇONNET, 15 RUBIS.... 2160^F
- * ÉTANCHE, SOIGNÉE 15 RUBIS.... 2340^F
- * ÉTANCHE DE LUXE, LUMINEUSE 15 RUBIS 2522^F

CATALOGUE N° 25 SUR DEMANDE

A. 10



Un bon tuyau !

...branché sur votre robinet à gaz ou sur une source d'acétylène, et

LE CHALUMEAU BRANDT

breveté S. G. D. G. — Licence Schäfer

Suffisent pour braser et souder à basse température

**SANS AIR COMPRIMÉ
SANS OXYGÈNE**

TOUS MODÈLES DISPONIBLES

En vente chez les quincailliers et spécialistes en fournitures industrielles

Pour documentation et vente en gros, s'adresser :

Établissements EDGAR BRANDT

52, Champs-Élysées — PARIS (8^e)

— Téléphone : ELYsées 18-87 - BALzac 36-26 - -

JEUNES GENS III

sans quitter votre emploi actuel

ASSUREZ VOTRE AVENIR !

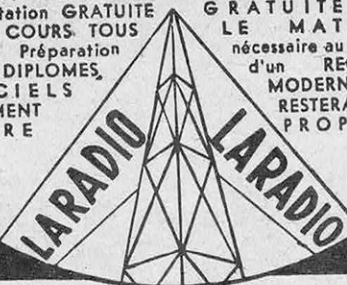
CHOISISSEZ UNE CARRIÈRE REMUNÉRATRICE !

LA RADIO manque de spécialistes dans

L'ARMÉE, L'AVIATION, LA MARINE
L'INDUSTRIE, LE COMMERCE, L'ARTISANAT

SUIVEZ NOS COURS PAR CORRESPONDANCE

DEMANDEZ NOTRE VOUS RECEVREZ
documentation GRATUITE GRATUITEMENT
N° 45. COURS TOUS LE MATÉRIEL
DEGRÉS. Préparation nécessaire au montage
aux DIPLOMES d'un RECEPTEUR
OFFICIELS MODERNE QUI
PLACEMENT RESTERA VOTRE
ASSURÉ PROPRIÉTÉ



JEUNES GENS ! devenez comptables agréés

COURS DE TOUS LES DEGRÉS

PRÉPARATION AUX DIPLOMES OFFICIELS

DEMANDEZ notre DOCUMENTATION GRATUITE N° 48

**ÉCOLE PRATIQUE
D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES**

39, RUE DE BABYLONE — PARIS-VII^e

SOUS 48 HEURES

VOUS RECEVREZ VOTRE COMMANDE

CELLULES PHOTOÉLECTRIQUES

Grande marque

Pour le cinéma amateur et professionnel, commande automatique, anti-voil, photométrie, etc.
Tube TCG5 à gaz 2 broches, modèle réduit pour film 16 mm. amateur. Hauteur totale : 60 mm.
TCG3 RE culot français à gaz. Hauteur 78 mm.
TCG3 RA culot américain à gaz pour films de 16 et 35 mm.

TCG3 E à gaz culot européen. Hauteur 100 mm.
TCG3 A à gaz culot américain pour film de 35 mm.
Prix unitaire de chaque cellule..... 1 000 »

Toutes nos cellules sont garanties 3 mois.

Demandez notice et mode d'emploi contre 9 francs en timbres.

Nous pouvons livrer toutes les lampes d'amplis ou autres : 6L6.... 440 » 6N7..... 600 »
6J7..... 260 » 6V6.... 240 » 5Y3..... 156 »
6C5.... 260 » 5Z3GB. Culot 4 broches... 444 »
5U4GB. Culot octal..... 444 »

POUR TOUS AUTRES TYPES, NOUS CONSULTER

Nous sommes en mesure de livrer également :

Moteurs — Pick-up — Microphones — Amplis, etc., etc...

Demandez notre catalogue général n° 10 contre 9 francs en timbres.

CIRQUE-RADIO (Maison fondée en 1920).

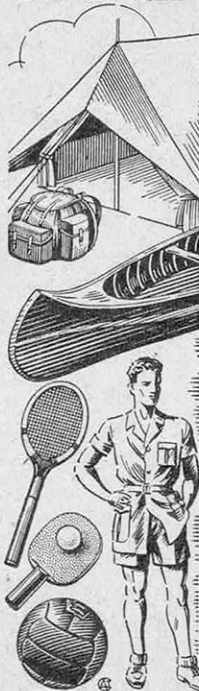
24, boulevard des Filles-du-Calvaire, PARIS (11^e)

Tél. : ROquette 61-08 — Métro : Filles-du-Calvaire

C. P. P. Paris 445.66.

SPECIAL CAMPING

16. BOULEVARD VOLTAIRE. PARIS
11. COURS LIEUTAUD. MARSEILLE
17. Rue du MARECHAL JOFFRE. RENNES



Grand choix de
- TENTES - SACS A DOS -
- MATELAS PNEUMATIQUES
- SACS DE COUCHAGE
- LITS DE CAMP - USTENSILES
et VÊTEMENTS DE CAMPING

CANOËS BOIS ET ALU-BLOC
KAYACKS PLIANTS
ET RIGIDES
BATEAUX DE PÊCHE, etc...

Tous les articles de sport :
TENNIS - PING-PONG
ATHLÉTISME - FOOTBALL, etc

VÊTEMENTS DE TOILE
BLOUSONS - WINDJACKS
PANTALONS GOLF
MAILLOTS DE BAIN
SWEAT-SHIRTS
IMPERMÉABLES

Catalogue S Camping
ou Vêtements contre 5 francs

COLAS-PURUL

QUI n'a pas essayé de faire des CROQUIS?



Quel naturel dans l'attitude de ces deux personnages! La méthode A. B. C. apprend à voir et à noter l'essentiel en quelques traits.

N'est-ce pas votre plus grand désir de savoir dessiner? N'avez-vous pas eu déjà envie de faire des portraits ou des caricatures de vos amis? Ou peut-être de peindre des paysages et des animaux? Vous le pouvez! Pendant les longues soirées d'hiver, vous pouvez apprendre à dessiner non pas seulement des copies d'autres dessins, mais des sujets originaux pris sur le vif. Vous trouverez cela très amusant dès la première leçon, passionnément intéressant et cela vous sera profitable si vous voulez y trouver une source de revenus. L'École A. B. C. vous apprend le dessin d'une façon toute nouvelle, d'après une méthode qui supprime tout ce qui est ennuyeux et qui le rend facile dès le début. Avec cette méthode, si vous pouvez écrire, vous pouvez dessiner.

OFFRE SPÉCIALE

Envoyez 6 francs en timbres pour recevoir l'intéressante brochure illustrée qui vous dira tout sur cette nouvelle méthode, et comment vous pourrez, sans frais supplémentaires, vous spécialiser dans une de ces branches rémunératrices de l'art: affiche, dessin de mode, publicité, illustration, caricature, décoration, paysage, etc.



Croquis d'un de nos élèves devenu professionnel.

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



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 seront complétés par des TRAVAUX PRATIQUES. Vous-même, dirigé par votre professeur Géo Mousseron, construisez un poste de T. S. F.

CE POSTE, TERMINÉ, RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ

ENSEIGNEMENT SUR PLACE ET PAR CORRESPONDANCE

Sur simple demande vous recevrez gratuitement tous renseignements utiles ainsi que notre documentation affranchis philatéliquement.

ÉCOLE PROFESSIONNELLE SUPÉRIEURE
9, AVENUE DE VILLARS, PARIS (VII^e)

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

(Studio C. 55) - 12, rue Lincoln, PARIS (VIII^e)

Veillez m'envoyer, sans engagement de ma part, votre album illustré donnant tous renseignements sur la Méthode A. B. C. (Joindre 9 francs pour frais).

NOM

ADRESSE

Et surtout écrivez-nous avec détails: nous répondrons à vos questions.



En témoignage d'un

RECORD MONDIAL DE SÉCURITÉ

Le Conseil Inter-Américain de Sécurité Aérienne rend honneur aux collaborateurs, hommes et femmes de la

PAN AMERICAN WORLD AIRWAYS

Ceux qui ont voyagé par Clipper reconnaissent que les équipages des Avions Pan American sont les meilleurs du monde... Mais, pour chaque équipage d'avion effectivement dans les airs, il y a au sol 150 collaborateurs Pan American également en service.

C'est le travail permanente d'équipe de ces collaborateurs, chacun à son poste dans les différents services du réseau, qui a valu cette récompense.

Les Clippers de Réseau Pan American qui relient tous les continents ont réalisé 70.644.531 kilomètres de vol à travers le monde pour un total de 1.222.150.038 kilomètres-passagers SANS UN SEUL ACCIDENT aux passagers ou aux équipages.

Tous les collaborateurs de la Pan American à travers le monde forment cette équipe de sécurité qui a réalisé ce record exceptionnel. Les équipages qui pilotent les Clippers volants... les équipes expérimentées du sol... TOUS participent à la grande tradition de responsabilité et de confiance qui a valu à la Pan American World Airways sur six continents la réputation d'être la "Compagnie aérienne la plus expérimentée du monde!"



Le Réseau Aérien des Clippers

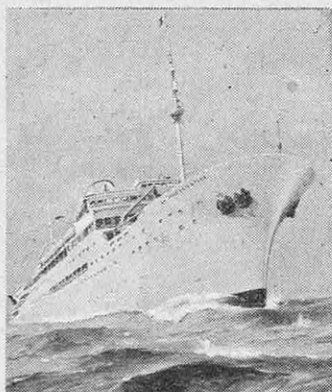
SCIENCE ET VIE

Tome LXXII - N° 358

Juillet 1947

SOMMAIRE

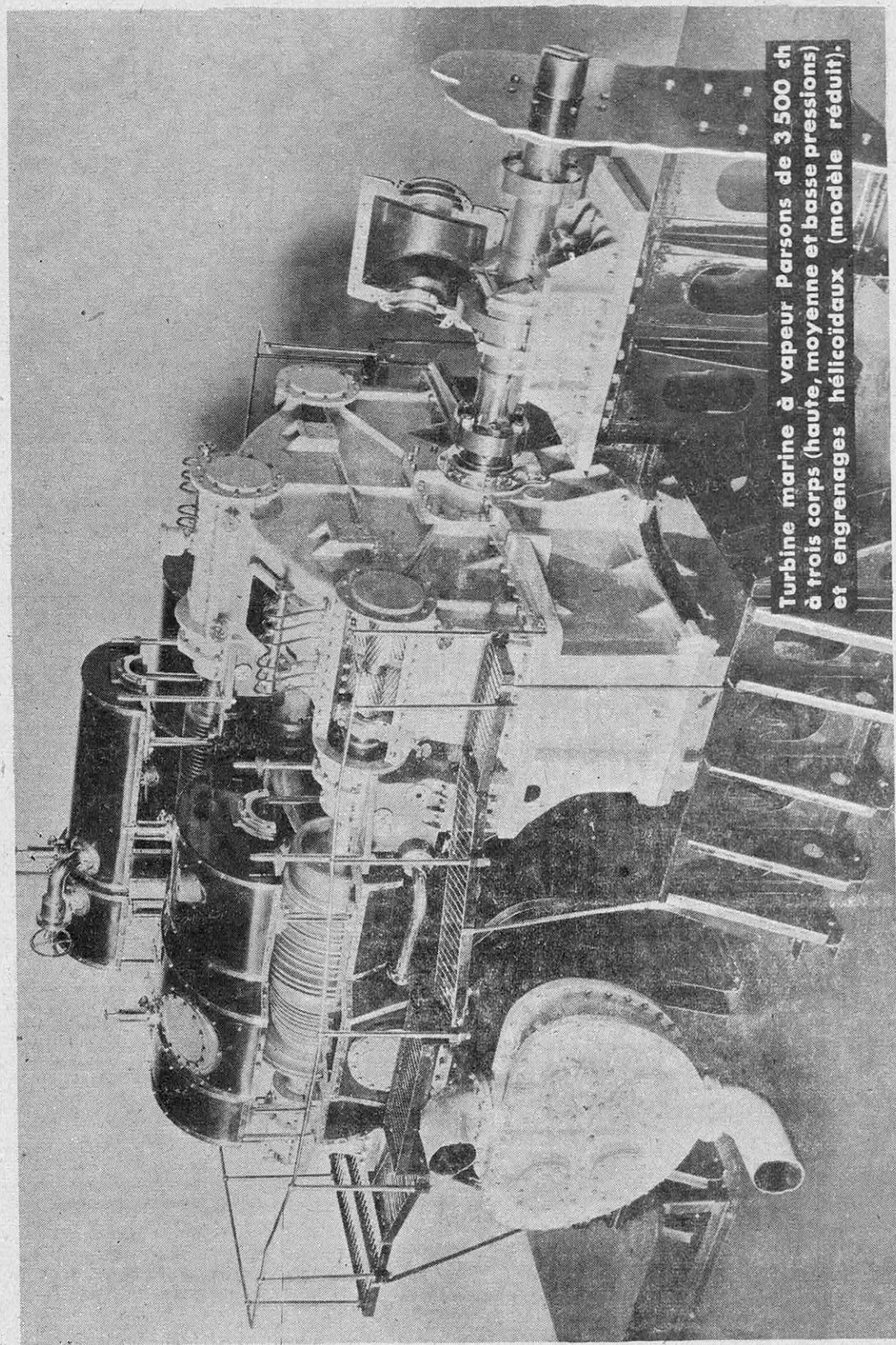
- ★ L'évolution technique du paquebot et du navire de charge,
par Henri Le Masson 3
- ★ Les groupes sanguins et le facteur Rhesus, par Andrée
Tétry..... 15
- ★ Des vaccins bactériens aux antigènes synthétiques, par
Jean Francis.....,..... 24
- ★ Souffleries supersoniques, par Y. Marchand 25
- ★ La fièvre aphteuse est vaincue, par J. Engelhard 37
- ★ Photographie-minute, par L.-P. Clerc 45
- ★ A côté de la Science, par V. Rubor 47



Après avoir été, pendant toute la durée de la guerre, consacrés exclusivement au transport des troupes, des armements et du ravitaillement d'urgence, et dans l'obligation de ne circuler qu'en convois fortement escortés, empruntant des itinéraires soigneusement étudiés, les navires de commerce recommencent à sillonner les grandes routes maritimes du globe. Les pertes infligées aux marines marchandes par la guerre aéronavale ont été largement compensées par les constructions neuves de bâtiments de série, mais dont les caractéristiques ne répondent pas toujours aux exigences d'une exploitation commerciale économique. C'est pourquoi les chantiers navals s'orientent de nouveau vers la construction de bâtiments spécialisés, depuis les charbonniers et les navires frigorifiques jusqu'aux cargos mixtes et aux paquebots rapides, mettant en œuvre les plus récentes acquisitions de la technique, du point de vue propulsion en particulier. La couverture de ce numéro représente le paquebot français *La Marseillaise* destiné au service de l'Extrême-Orient, dont les aménagements s'achèvent actuellement à La Ciotat. (Voir l'article 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 et Balzac 02-97.
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 », juillet mil neuf cent quarante-sept.

ABONNEMENTS. — Affranchissement simple : France et Colonies. 300 francs.
Recommandé : supplément, 100 francs. Étranger : 450 francs; recommandé, 600 francs.
Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou viréments) 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.



Turbine marine à vapeur Parsons de 3 500 ch à trois corps (haute, moyenne et basse pressions) et engrenages hélicoïdaux (modèle réduit).

L'ÉVOLUTION TECHNIQUE DU PAQUEBOT ET DU NAVIRE DE CHARGE

par Henri LE MASSON

Les grandes routes maritimes mondiales reprennent progressivement leur physionomie d'antan au fur et à mesure que disparaissent les entraves que la guerre avait apportées à la liberté des échanges économiques et que les besoins immédiats des pays libérés se font moins impératifs. Au sortir de cette lutte si longue où les transports par mer ont joué le rôle que l'on sait et ont éprouvé des pertes si considérables, il peut paraître surprenant de constater que le chiffre global du tonnage maritime s'est accru par rapport à celui de 1939. Mais les bâtiments américains construits en grande série sont d'une exploitation commerciale difficile, et jamais les besoins en navires marchands spécialisés n'ont été aussi grands. Devant les progrès de l'avion, il est probable que l'ère du supertransatlantique est close. Mais un des traits saillants de l'évolution du paquebot de moyen tonnage comme du navire de charge est l'augmentation des vitesses, favorisée par la généralisation de la chauffe au mazout, l'application des chaudières à haute pression, de la propulsion par turbines, les progrès des moteurs à combustion interne et la mise au point de la turbine à gaz. Dans quelques années, des vitesses de 23 à 28 nœuds pour tous les paquebots et de 16 à 18 nœuds pour tous les cargos de lignes seront probablement la règle sur les grandes routes de la mer. Ultérieurement, des vitesses économiques plus élevées encore seront sans doute possibles lorsqu'on entrera dans l'ère d'application pratique de l'énergie atomique.

La guerre a profondément perturbé les grands courants de trafic maritime tels qu'ils étaient fixés en 1939. A cette époque la navigation était libre. Malgré les tendances autarciques de certains pays, les échanges entre nations s'accomplissaient dans l'ensemble sans grandes entraves ; les appareillages des navires marchands n'étaient fonction que du tonnage à transporter et des horaires établis par les armateurs d'après les nécessités commerciales. Paquebots et cargos, construits presque toujours pour un service donné — car un navire marchand est normalement un « outil » très spécialisé — suivaient, pendant toute la durée de leur existence, des itinéraires immuables à quelques milles près, itinéraires sur lesquels ils se succédaient, sinon avec la même fréquence, du moins avec une régularité comparable à celle des trains.

Le dirigisme, nécessité du temps de guerre

Survint la guerre : pendant cinq ans, les navires alliés — nous ne parlerons que de ceux-là — furent empêchés de franchir certaines mers. La mer du Nord, la Baltique, la mer Noire, la Méditerranée (jusqu'en septembre 1943), le Pacifique occidental, dans les parages du Japon, de la Chine, de l'Insulinde, leur furent totalement ou partiellement interdits. Le trafic n'était plus libre : au contraire, il dut même être entièrement « dirigé » car, pendant toute cette période, les énormes besoins militaires ont primé toute

autre considération. Partout le tonnage allié fut mis à la disposition d'organismes d'État, chargés de l'utiliser au mieux des intérêts militaires et économiques des pays intéressés, et l'on connaît sous le nom de « pool interallié » l'organisation qui, pendant six ans, a régi les mouvements du tonnage maritime. Il y a quelques mois encore, les journaux nous expliquaient que le paquebot *Ile-de-France* (43 500 tx), qui venait d'être réarmé sous pavillon français, n'avait pas, pour autant, été rendu à la libre disposition de la France, mais qu'il allait rester soumis pendant quelque temps encore aux décisions du « pool » pour son exploitation ; effectivement, l'*Ile-de-France* ne fut remis à la disposition de la France que quelques mois plus tard. C'est seulement petit à petit que, les besoins du « pool » devenant moins impératifs, il fut loisible de rendre à chaque pays une part chaque jour plus considérable du tonnage qu'il avait apporté à la masse commune au cours des hostilités.

D'autre part, alors qu'en 1939 les paquebots et les cargos, navigant isolément sans se préoccuper les uns des autres, se succédaient sur les routes de la mer comme les maillons plus ou moins serrés d'une chaîne, à quelques heures ou quelques jours d'intervalle suivant la densité du trafic, ces mêmes bâtiments, dangereusement menacés par les sous-marins, ne purent naviguer pendant la guerre qu'en convois fortement escortés. Il en résulta de nouvelles servitudes pour la navigation commerciale, car les navires obligés de franchir une zone dangereuse devaient, tout d'abord, se diriger vers un port de formation de convois.

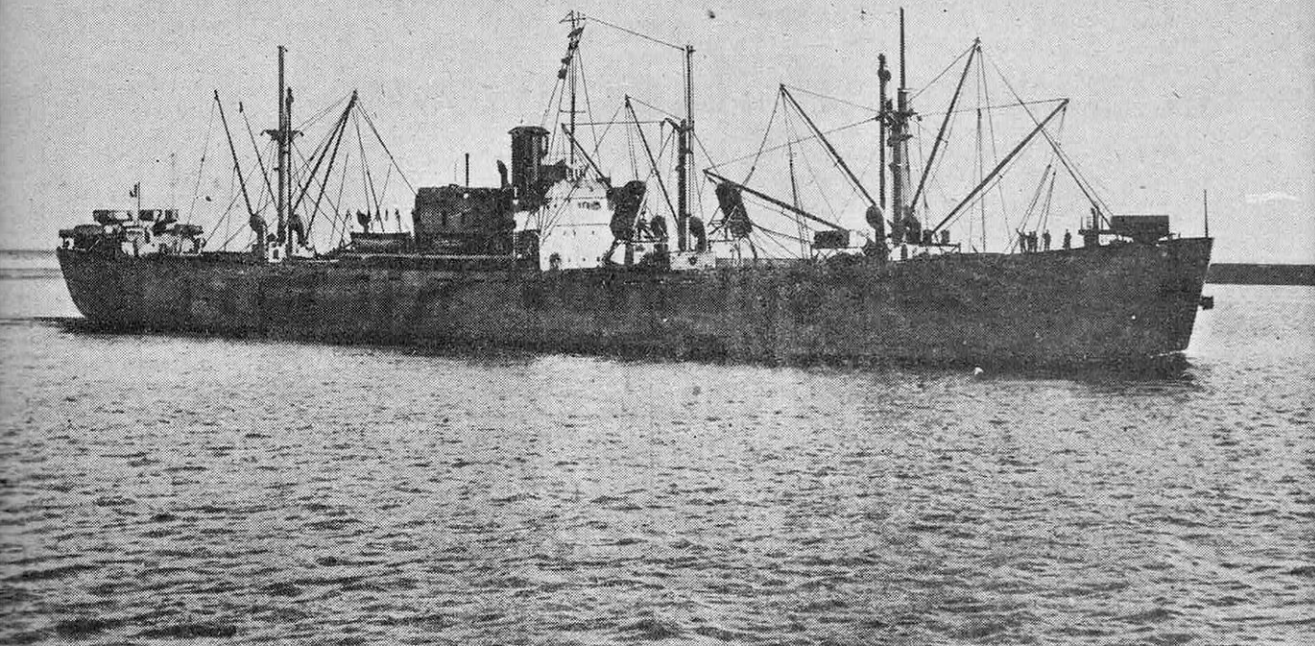


FIG. 1. — UN « LIBERTY SHIP »

Près de 2 700 « Liberty ships » ont été construits en grande série par les États-Unis pendant la guerre. Leur tonnage total représente une jauge brute équivalente à celle de la flotte marchande britannique en 1939. Ce sont des cargos du type océanique de 134,60 m de long, ayant un port en lourd de 10 800 t. Propulsés par une machine alternative de 2 500 ch, ils sont malheureusement un peu lents (10 nœuds en pleine charge) et ne correspondent pas aux exigences de beaucoup de trafics maritimes. Soixante-quinze « Liberty ships » ont été achetés par la France à la fin de 1946, dont trente-deux sont gérés par la Compagnie Générale Transatlantique.

Ces ports étaient de véritables « plaques tournantes » ou, si l'on préfère, des gares régulatrices du trafic. Le tonnage marchand s'y concentrait en attendant d'être acheminé sous escorte vers sa destination. Certains de ces convois groupaient un nombre considérable de navires.

Il est intéressant de rappeler à cet égard que le plus important convoi ayant traversé l'Atlantique appareilla de New York le 17 juillet 1944 : il comprenait 167 navires marchands, dont 159 à destination de l'Angleterre, parmi lesquels 50 navires anglais, 75 américains, 39 alliés (dont 1 français), 3 neutres. Le chargement total de ces bâtiments représentait 1 019 829 t dont 307 000 t de mazout et 251 297 t d'équipements militaires.

Les routes maritimes du temps de guerre

Certaines routes suivies par les convois recoururent assez exactement sur les cartes les tracés des itinéraires strictement commerciaux suivis avant 1939, mais d'autres apparurent complètement différentes, car toute une série de transports d'une nature très particulière naquirent pendant cette période. Les besoins des armées alliées en Afrique du Nord, par exemple, entraînent le développement d'un trafic direct se chiffant par millions de tonnes entre les États-Unis et les ports algéro-marocains, alors qu'avant guerre un petit nombre de cargos suffisait aux échanges entre ces pays. De même, la nécessité d'alimenter les armées américaines progressant d'île en île vers le Japon provoqua la création

de routes nouvelles qui ont été parcourues par un trafic d'une intensité comparable à celle de quelques-unes des artères maritimes les plus fréquentées en période normale. Citons, par exemple, le fait qu'une flotte de quatre-vingts grands pétroliers de 10 000 à 12 000 t de port en lourd fut nécessaire pour approvisionner régulièrement les divisions américaines opérant dans Okinawa au début de l'été 1945 : soixante de ces bâtiments étaient à la mer, en cours de transport, vingt en cours de chargement et de déchargement à chaque extrémité du parcours, ce qui représentait le trafic d'un grand port pétrolier du temps de paix.

Le retour progressif au régime de la liberté

Le retour à la pleine liberté du trafic maritime n'a pu se faire que progressivement parce que la fin des hostilités n'a pas entraîné *ipso facto* la possibilité d'un retour immédiat à la liberté des échanges économiques. Malgré une utilisation intensive de tous les moyens de transport possibles allant jusqu'à l'emploi de croiseurs et de porte-avions pour ramener des théâtres d'opérations lointains du personnel militaire et même des passagers civils, les échanges sont demeurés entravés à un degré inimaginable pendant toute la durée du rapatriement des immenses armées envoyées outre-mer par les États-Unis et la Grande-Bretagne. Ces transports, en effet, ont porté sur plusieurs millions d'hommes ! En outre,

la famine, menaçante dans plusieurs pays d'Europe centrale et dans certaines régions de la Chine, a obligé de consacrer au service de l'U. N. R. R. A., la puissante organisation américaine créée pour venir en aide aux populations des régions sinistrées par la guerre, un tonnage considérable utilisé pour transporter le ravitaillement indispensable. Aussi longtemps, enfin, que les besoins de la reconstruction en Europe obligeront à importer d'outre-Atlantique un tonnage important de matériaux et de machines commandés par les gouvernements des pays sinistrés et non par des particuliers, une grande partie de la navigation commerciale demeurera « dirigée » comme elle l'a été pendant la guerre.

Si, par conséquent, la suppression du convoiage a rendu à la navigation une partie de son ancienne liberté, et c'est là, tout de même, une amélioration importante, les conséquences de la guerre ont retardé pendant un certain temps encore le droit pour les armateurs de disposer entièrement de leur tonnage.

Le tonnage mondial est théoriquement reconstitué

Si l'on se place au seul point de vue du tonnage global existant, on peut écrire que les pertes infligées aux marines marchandes par la guerre aéronavale ont été largement compen-

sées par les constructions neuves effectuées au cours de cette période. Les États-Unis ont, à eux seuls, mis sur cale et terminé, depuis six ans, près de 30 millions de tonneaux de navires marchands (1), c'est-à-dire plus que les marines alliées n'en ont perdu. La composition de ce tonnage est, cependant, très différente de ce qu'eût été avant la guerre une flotte de même importance construite en se conformant strictement aux besoins des armateurs et aux exigences et aux particularités des différents trafics maritimes. Il fallait parer au plus pressé : on a donc commandé des bâtiments en série, en réduisant les types au nombre minimum. La masse des bâtiments américains neufs comprend ainsi une majorité de grands cargos de 10 000 t de port en lourd plus ou moins rapides (10 à 15 nœuds), dont les plus connus et les plus nombreux sont ceux des catégories dites « Liberty » et « Victory ». Prenons, par exemple, le cas des « Liberty ships » (fig. 1) ; leurs caractéristiques générales sont, dans l'ensemble, celles d'un type de cargo qui existait en 1939 et qui répondait à certaines données commerciales ; mais les quelque 2 545 unités de ce type qui ont été construites

(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.

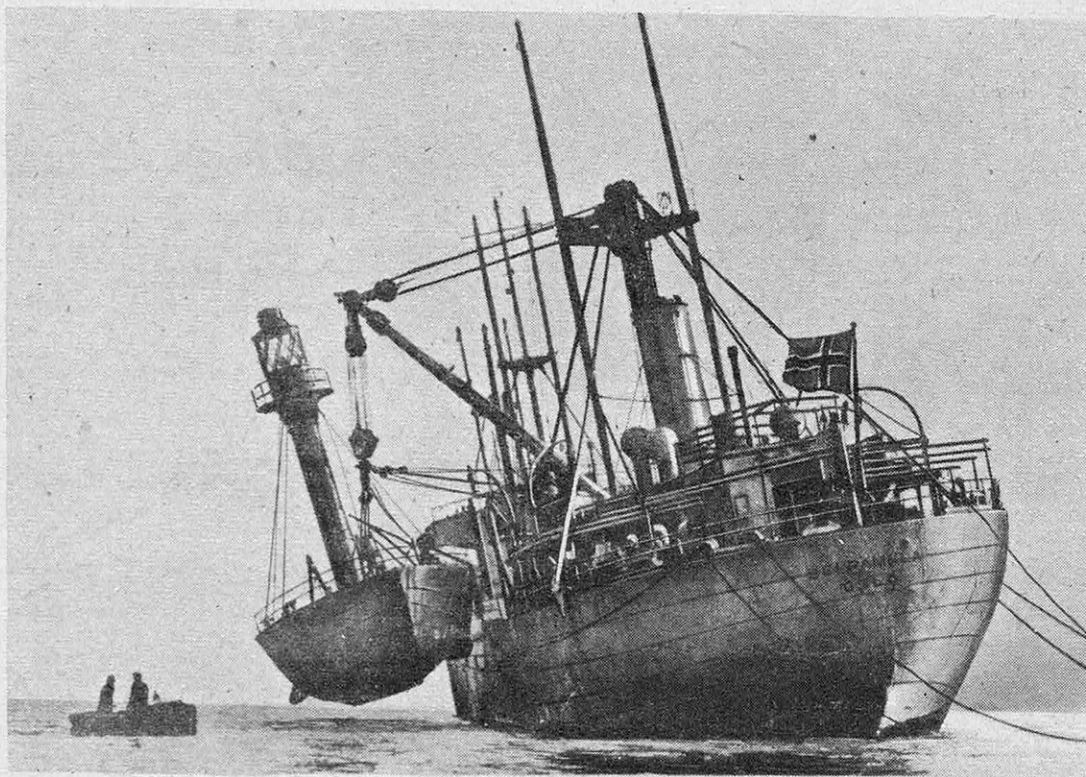


FIG. 2. — UN CARGO POUR TRANSPORTS LOURDS

Le Belpamela était un cargo de type spécial construit par un armateur norvégien pour des transports extra-lourds : on le voit ici chargeant un bateau-phare destiné aux Indes. Ce bâtiment a été utilisé plus récemment pour le transport des locomotives 141-R commandées par la S. N. C. F. aux États-Unis, les unes étant chargées à fond de ca e, les autres en pontée. On sait que le Belpamela a sombré en avril dernier avec dix-sept locomotives à bord.

sont en fait trop nombreuses ; elles ne répondent pas, dans la généralité des cas, aux préoccupations d'un armement commercial obligé, s'il veut prospérer, de travailler avec un instrument exactement adapté aux conditions de son exploitation ; on peut reprocher surtout aux « Liberty ships » leur tirant d'eau en charge (plus de 9 m) qui leur interdit beaucoup de ports, leur vitesse de 10 nœuds en marche normale qui est trop faible dans beaucoup de cas. Il fallait, avant tout, transporter beaucoup ; or un ensemble moteur plus puissant aurait entraîné une diminution de la capacité de chargement. Il fallait aussi construire vite ; on a, pour cette raison, choisi la classique et robuste machine alternative, plus simple à usiner que les diesels ou les turbines à engrenages des navires modernes à marche plus rapide.

Il est donc certain que, dès maintenant, et malgré l'abondance relative du tonnage existant, les armateurs sont dans l'obligation de commander des navires « spécialisés », convenant exactement à leurs services et qu'ils préféreront aux « Liberty ships » et constructions analogues du temps de guerre, susceptibles de leur être offerts aussitôt disparus les transports « dirigés » de l'après-guerre. Les États-Unis le savent bien, qui se préoccupent déjà des moyens de conserver des centaines de ces navires, après désarmement, afin de les retrouver en bon état le jour — très lointain, souhaitons-le, s'il doit jamais arriver — où il faudrait utiliser de nouveau des navires marchands sans se préoccuper du rendement commercial.

On sait aussi que, pour la même raison, l'achat, en 1946, de soixante-quinze « Liberty ships » par la marine marchande française a été considéré comme un pis aller, et que cette opération a été critiquée.

L'Angleterre, d'autre part, à laquelle les États-Unis avaient transféré quatre cents « Liberty ships » au titre de la loi Prêt et Bail, vient de décider d'en rendre le plus grand nombre à

l'Amérique d'ici 1948 : elle envisage d'en garder seulement cinquante ou soixante-quinze.

Le tableau de la figure 3 montre la variété des transports maritimes et indique ceux pour lesquels on construit en temps normal des cargos spécialisés. Encore doit-on se souvenir que, pour une marchandise donnée, les cargos d'un type déterminé ne sont pas interchangeables, les caractéristiques de tonnage, de machines et d'équipement variant nécessairement avec la longueur du parcours de la ligne desservie, les facilités de ravitaillement en combustible et équipement, ainsi qu'avec la profondeur des bassins des ports de chargement, de déchargement ou des ports d'escale.

Les principaux types de navires marchands

Aux premiers âges de la navigation à vapeur, on distinguait essentiellement les paquebots et les navires de charge. Très vite, ces derniers se subdivisèrent en cargos de lignes régulières et en « tramps », d'après l'expression anglaise signifiant « vagabond » ou « chemineau », les « tramps » étant les navires que leurs armateurs font naviguer au gré des affrètements qu'ils contractent.

Aujourd'hui, le terme paquebot désigne des bâtiments de caractéristiques très différentes. À côté des gros paquebots rapides de 20 000 à 80 000 tx des services transcontinentaux, tels que la *Queen Elisabeth* (Amérique du Nord, 30 nœuds) (fig. 4), le *Pasteur* (Amérique du Sud, 25 nœuds) (fig. 5) ou la *Marseillaise* (Extrême-Orient, 22 nœuds) et des paquebots rapides de tonnage modéré comme ceux qui relient l'Angleterre au Continent (2 000 à 4 000 tx, 24,5 nœuds) (fig. 6) ou la France à l'Algérie (5 000 à 10 000 tx, 20 nœuds) (fig. 7), il existe nombre de bâtiments dont la fonction principale est d'être des navires de charge, mais auxquels la régularité de leur marche et leur vitesse commerciale relativement

DENRÉES ALIMENTAIRES	Céréales (blé, orge, avoine, riz).
	Fruits { Frais (pommes, bananes, citrons). Séchés. En conserves.
	Viande (frigo, conserves).
	Produits d'élevage.
	Boissons (vins, cacao, café, thé). Industrie baleinière Poisson (frais, séché, en conserves).
Divers. { Sel, huiles végétales. Sucre, épices.	
COMBUSTIBLES	(Mazout, charbon.)
MATIÈRES PREMIÈRES	(Minérales (fonte, minerais de fer et autres). Bois (billes, charpentes, bois débité). Déchets (vieux métaux). Divers : soie, coton, laine, jute, chanvre, caoutchouc, tabac.
	PRODUITS MANUFACTURÉS { Machines et outillage (matériel de centrales, ferroviaire, de sucrerie). Navires de mer (coques ou machines). Automobile, aviation, pièces de rechange.
	Divers. { Tôles. Tissus. Produits pétroliers raffinés (essence, huiles de graissage).
PRODUITS DE LUXE	{ Articles de fantaisie, vins de luxe, chevaux de course, ameublement, couture, mode, tissus de soie, souvent transportés en paquebot.
PASSAGERS	{ Emigrants, affaires, croisière.

FIG. 3. — LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DU FRET MARITIME

Les marchandises et produits donnant lieu, pour le transport, à la construction des navires spécialisés sont indiqués en caractères gras.

élevée a permis d'ajouter dans un château central plus ou moins vaste des aménagements pour passagers. On les appelle cargos ou paquebots « mixtes » suivant la plus ou moins grande importance accordée au « fret » humain.

Les « mixtes » se rencontrent en général sur les routes longues où une vitesse élevée (plus de 18 nœuds) ne serait pas « payante », faute d'un nombre de passagers suffisant et de frets rémunérateurs. L'*Orégon*, de la Compagnie Générale Transatlantique, construit pour le service Le Havre-Pacifique Nord, mais provisoirement affecté au service de New York, est un bon exemple de mixte. Suivant les lignes, les bâtiments de cette catégorie transportent entre cinquante et cent passagers, entre 10 000 et 12 000 t de fret, et leur vitesse commerciale atteint entre 14 et 17 nœuds.

Un très grand nombre de navires frigorifiques pour les transports de viande sont aménagés en mixtes, le trafic des viandes congelées ou frigorifiées étant suffisamment important pour alimenter des chargements complets et réguliers d'un bout de l'année à l'autre entre l'Amérique du Sud, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et l'Europe. La marine marchande anglaise surtout comprenait, en 1939, des unités de ce genre aussi remarquables par le confort des installations qu'elles offraient à une classe « unique » de passagers que par la perfection de leur équipement frigorifique. On peut citer, parmi les armements britanniques spécialisés dans ces transports, la *Blue Star Line* qui armait une flotte très homogène de paquebots « mixtes » de 14 000 tx et 17 nœuds et de cargos « mixtes » de 11 000 tx et 15 nœuds.

D'autres cargos réfrigérés sont les « fruitiers » et les « bananiers » navires qui dépassent rarement 5 000 tx et qui ne sont d'ailleurs pas de type interchangeable, car la banane demande pour son transport une température différente de celle qui est nécessaire pour les citrons et les oranges, lesquels ne se conserveraient pas dans des conditions convenant pour les pommes (fig. 8 et 9).

En raison de l'équipement spécial de leurs entreponts, les « fruitiers » et les « bananiers » font nécessairement sur lest une traversée sur deux, ce qui est également le cas des pétroliers,

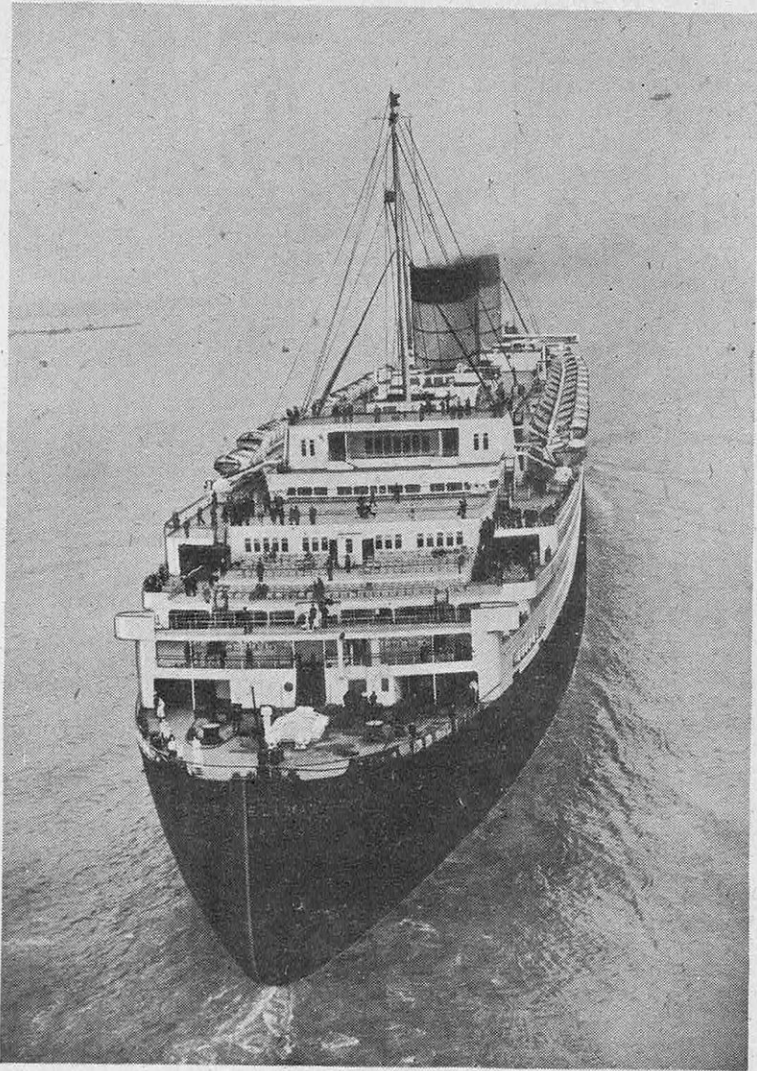


FIG. 4. — LA « QUEEN ELISABETH » QUITTANT SOUTHAMPTON POUR SON PREMIER VOYAGE APRÈS SA RECONVERSION (16 OCTOBRE 1946)

La Queen Elisabeth et la Queen Mary risquent de demeurer les seuls paquebots de grand luxe et à grande vitesse (30 nœuds) en service dans le Nord Atlantique. Ces bâtiments peuvent assurer pendant la saison un service régulier hebdomadaire.

autre type de cargos très spécialisés, les « tanks », c'est-à-dire les citernes, n'étant pas exactement les mêmes pour le transport du mazout ou celui de l'essence. En tant que navires de charge, les pétroliers doivent être étudiés aux points de vue particuliers suivants : stabilité, robustesse, dilatation du liquide, étanchéité (et corrosion), protection contre le danger d'incendie et d'explosion, moyens de pompage. Signalons la tendance générale à augmenter la portée en lourd de ces navires : Penhoët, le grand chantier de constructions de Saint-Nazaire, avait déjà construit en 1940 un pétrolier de 21 340 t : trois unités analogues y sont encore en montage.

Le principe du navire-citerne s'était étendu, peu avant la guerre, au transport des vins algériens. Son application avait été freinée par les

incidents soulevés par les dockers sétois, qui appréhendaient l'extension de ce mode de transport pour l'avenir de leur profession. Depuis la guerre, il s'est sensiblement développé dans la marine marchande française, où un certain nombre de « pinardiers » sont déjà en service (1).

Les pétroliers et les « pinardiers » nous ramènent aux « tramps ». Pour être un navire de charge spécialisé et même très spécialisé, un pétrolier, en effet, n'est pas forcément un navire de ligne régulière ; un « tanker » est même rarement affecté à la desserte exclusive d'un même port pétrolier d'embarquement. Aussi, peut-on écrire qu'un pétrolier n'est souvent qu'un « tramp », au même titre qu'un quelconque cargo, apte aux transports les plus variés et appelé à naviguer sur tous les océans.

Le « tramp » appartient généralement au type *Three-Islands* à deux ponts, c'est-à-dire qu'il est presque toujours caractérisé extérieurement par trois petites superstructures : gaillard, château et dunette. Ses panneaux de charge sont normalement de dimensions moyennes, car, lorsqu'il s'agit de navires qui doivent transporter des marchandises variées, il n'y a pas d'avantages pratiques à augmenter la

largeur des panneaux pour faciliter les opérations de manutention. Aussi bien, et à moins de précautions spéciales, les grandes surfaces de panneaux sont-elles préjudiciables à la sécurité du navire ; en outre, la limitation de la largeur des panneaux facilite le chargement de pontées, ce qui permet d'accroître le rendement d'un « tramp ».

Les « tramps » peuvent transporter sans aménagements spéciaux des marchandises en vrac (houille, minerais), en balles (laine, coton, etc...), en sacs (céréales), ou encore des articles divers. Un « tramp » appareillé d'Europe avec un chargement de charbon à destination de la côte occidentale d'Afrique en reviendra avec des bois coloniaux ou des graines d'arachides ; chargé de nouveau avec de la houille ou des pièces de machines, il ira échanger cette cargaison contre un chargement de blé ou de café en Amérique du Sud ; un voyage ultérieur le verra transporter des bois de Scandinavie en Méditerranée, et ainsi de suite. Ce genre de bâtiment se déplace en fonction des transports saisonniers et sert d'appoint aux cargos de lignes régulières en périodes de pointe.

Bien qu'un type de cargo non spécialisé puisse convenir au transport de marchandises aussi variées que celles que nous venons d'indiquer, beaucoup d'armateurs construisaient pour cer-

(1) Voir « Comment voyagent les vins d'Algérie. » (*Science et Vie*, n° 347, août 1946).

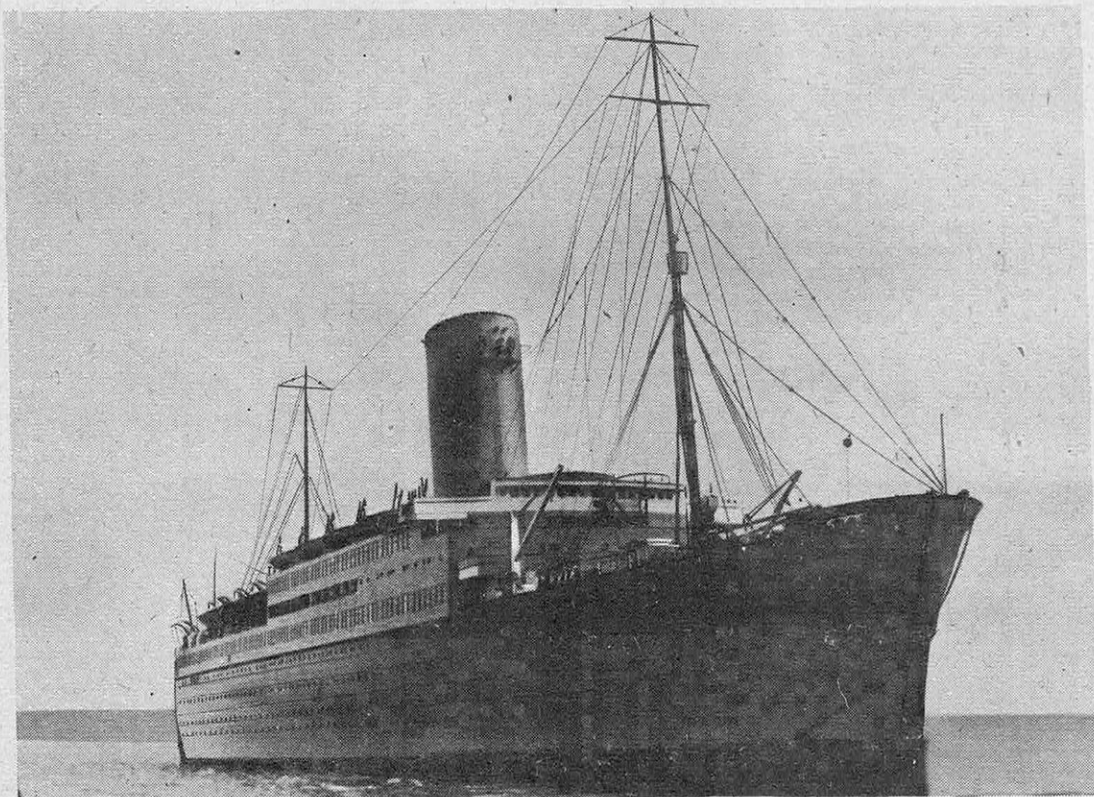


FIG. 5. — UN PAQUEBOT SPÉCIALISÉ POUR L'AMÉRIQUE DU SUD : LE « PASTEUR »

Achevé en août 1939, le Pasteur n'a pratiquement jamais encore été utilisé comme paquebot. Ses dimensions, son tirant d'eau ont été déterminées en fonction des exigences de la navigation dans le Rio de la Plata. De même, ses installations ont été étudiées pour répondre aux demandes d'une clientèle souvent riche et, comportent pour cette raison une large proportion de cabines de luxe.

taines d'entre elles des bâtiments spécialisés : il existait ainsi, avant la guerre, des cargos « lainiers », des porteurs de minerai, d'autres spécialement créés pour arrimer en Scandinavie des « pontées » de bois montant jusqu'à hauteur de la plate-forme supérieure de la passerelle. C'est ainsi, et bien que la houille soit un des frets convenant le mieux aux « tramps » ordinaires, que l'existence de transports réguliers de charbon entre les ports d'Angleterre et le continent européen avait permis de construire des cargos « charbonniers » presque aussi spécialisés dans leur genre que des pétroliers (fig. 10). Ces bâtiments accomplissent, eux aussi, sur lest une traversée sur deux et leurs particularités procèdent de la nécessité d'une très grande rapidité d'opérations dans les ports afin que les rotations s'effectuent dans des conditions satisfaisantes d'exploitation.

A la différence des « tramps » ordinaires, ces charbonniers possèdent de grands panneaux, des cales aussi dégagées que possible et de puissants moyens de remplissage et de vidange, des ballasts dont la capacité doit être élevée pour qu'ils puissent naviguer sur lest en toute sécurité.

Un bon type de charbonnier est donné par les bâtiments construits depuis 1936 pour l'armement Lamy de Caen (type *Danaé*) : ce sont des navires de 2 600 tx seulement (en raison des dimensions du canal de Caen à la mer), 11 nœuds, qui peuvent embarquer 3 500 t de houille ; ce type de bâtiment, très bien compris, a été repris dans les programmes de construction de la marine marchande française actuellement en cours de réalisation, et onze unités étaient sur cale ou en achèvement à flot à la fin de 1946.

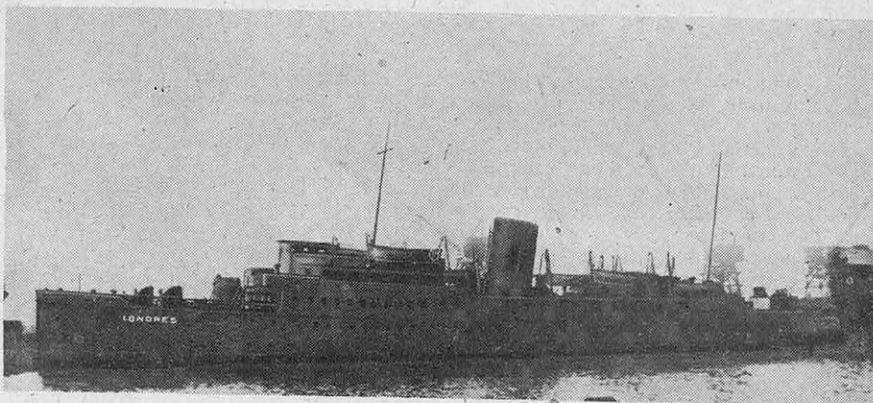


FIG. 6. — LE PAQUEBOT FRANÇAIS « LONDRES » POUR LA TRAVERSÉE DE LA MANCHE

Le service Dieppe-Newhaven a été renforcé au printemps 1947 par deux nouveaux paquebots rapides, le *Londres* et l'*Arromanches*. Les paquebots « transmanche » sont également des bâtiments correspondant à des exigences bien déterminées : grosse réserve de puissance pour soutenir leurs 24 nœuds même par gros temps et ne pas risquer de retarder les trains en correspondance dans les ports terminaux. Leurs dimensions et leur tirant d'eau sont limités par la capacité des ports où ils doivent pouvoir entrer et manœuvrer quelle que soit la hauteur de la marée.

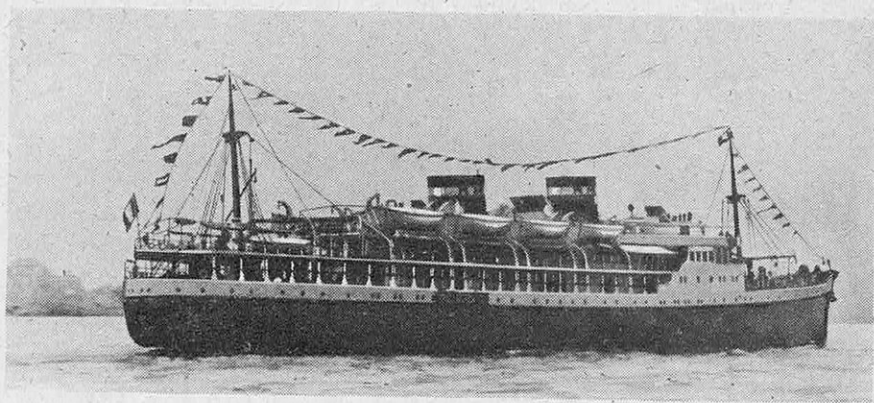


FIG. 7. — LE PAQUEBOT « EL DJEZAIR » POUR LA MÉDITERRANÉE

Ce navire était en 1939 un excellent type de paquebot rapide (21 nœuds) pour traversées moyennes : de même que ses similaires il avait été étudié spécialement pour le service Marseille-Alger.

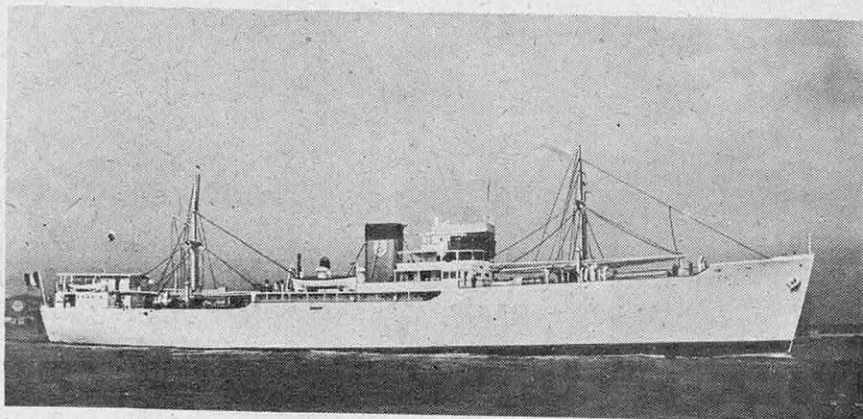


FIG. 8. — UN CARGO FRUITIER FRANÇAIS : LE « BARFLEUR »

Les cargos spécialisés dans le transport des fruits (bananes ou agrumes) sont des bâtiments de tonnage moyen, assez rapides (15 à 16 nœuds), tel le *Barfleure* que l'on voit ici. Ce sont en général des navires à moteurs diesels.

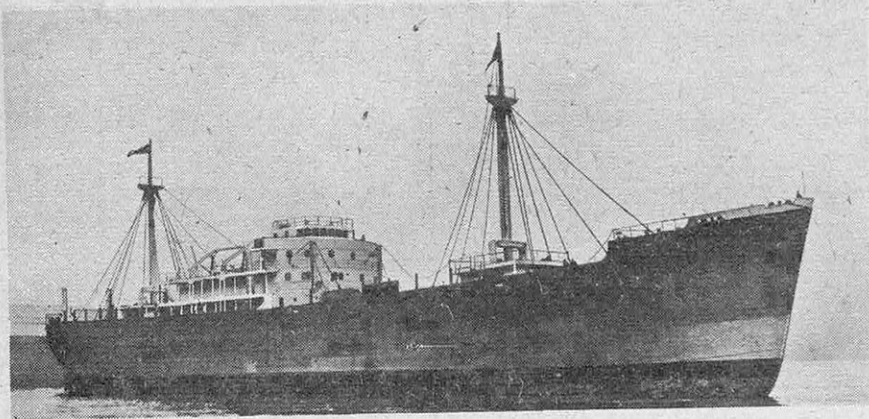


FIG. 9. — LE CARGO FRANÇAIS « LA HAGUE » POUR L'AFRIQUE DU NORD

Ce cargo, lancé le 12 septembre 1946, a été construit spécialement pour relier en quatre jours les ports de Nantes et de Bordeaux à l'Algérie. C'est un cargo moderne de 5 500 t de port en lourd et 15 nœuds. Il possède cinq cales et entreponts correspondants. La cale et les entreponts correspondants sont réfrigérés pour le transport des fruits, agrumes et primeurs. En outre, deux chambres frigorifiées de 330 m³ permettront le transport de toute marchandise périssable.

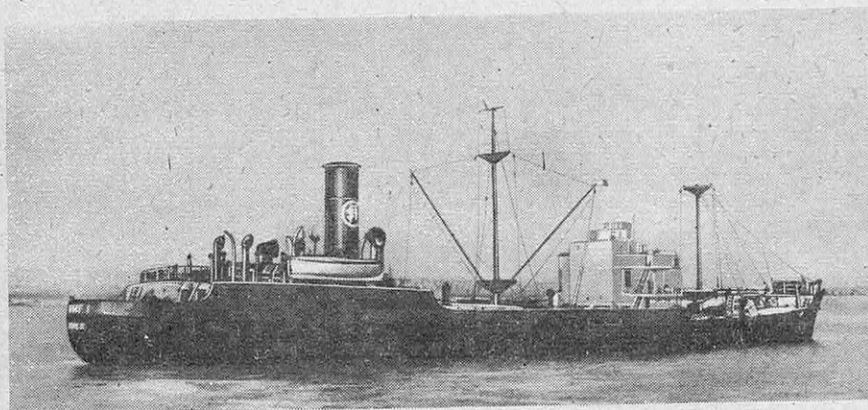


FIG. 10. — LE « S. N. C. F. I », CARGO CHARBONNIER CONSTRUIT EN 1946

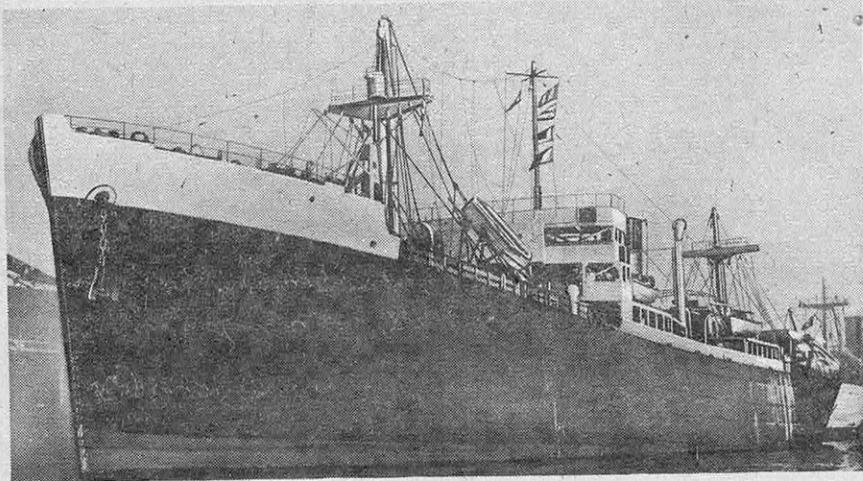


FIG. 11. — UN CARGO ANGLAIS DU TYPE « EMPIRE »

Les cargos du type Empire sont les équivalents anglais des « Liberty ships » américains. On voit ici le Lieutenant-Le Meur, qui appartient à la Compagnie Générale Transatlantique. Leurs caractéristiques principales sont : longueur : 134,50 m ; jauge brute : 7 070 tx ; déplacement en pleine charge : 14 192 t ; puissance : 2 500 ch ; vitesse : 11 nœuds.

La concurrence du paquebot et de l'avion

Il n'y a pas eu, pendant la guerre, de révolution technique sensationnelle dans la construction et l'aménagement du navire marchand ; les circonstances ne s'y prêtaient pas. Pendant ces six années, le navire de commerce n'a donc pas progressé comme l'avion, devenu un concurrent sérieux pour le transport des voyageurs. Cette concurrence sera surtout redoutable pour les paquebots rapides des services transcontinentaux à grande distance, car il ne saurait être question pour un paquebot de lutter de vitesse avec l'avion, six à dix fois plus rapide que lui. Un accroissement de vitesse permettant aux grands paquebots transatlantiques de gagner seulement un jour sur la durée actuelle des traversées Europe-États-Unis les plus rapides ne pourrait être obtenu, dans l'état actuel de la technique applicable aux navires, qu'au prix d'une nouvelle et considérable augmentation de puissance motrice et de tonnage. Or, il a déjà fallu arriver à des tonnages de 70 000 t et des puissances de 160 000 ch pour effectuer le parcours Le Havre-New York en quatre jours et demi à 30 nœuds de moyenne. Un nouvel accroissement du tonnage et de la vitesse serait d'ailleurs incompatible avec une exploitation rémunératrice, en admettant que les ports terminaux puissent recevoir des monstres encore plus grands.

Il est donc permis de penser que la *Queen Elizabeth* et la *Queen Mary* ne seront pas remplacées lorsque l'âge obligera à les retirer du service, dans quelque vingt ans d'ici. Par contre, on peut admettre qu'une nombreuse catégorie de voyageurs préférera toujours effectuer

une traversée maritime plutôt que de franchir l'océan par la voie aérienne. C'est à leur intention que plusieurs armateurs étudient pour le service du Nord-Atlantique des paquebots de vitesse et de tonnage moyens : 30 000-35 000 t et 23-24 nœuds, trois bâtiments de ce type au lieu de deux de 85 000 t et 30 nœuds étant nécessaires pour assurer un départ hebdomadaire dans chaque sens entre l'Europe et New York (fig. 14).

L'accroissement de la vitesse des navires de charge

L'augmentation de la vitesse des navires marchands était, avant la guerre, un des faits saillants de leur évolution. Le phénomène était général et on l'observait sur tous les services. Il y a vingt-cinq ans, les paquebots soutenant plus de 16 nœuds et surtout les cargos filant plus de 10 nœuds étaient l'exception ; en 1939, au contraire, on ne mettait guère sur cale de navires de charge de moins de 12 nœuds. Un gain de 2 nœuds ne paraît pas très sensible, mais, sur un parcours de plusieurs milliers de milles, ce qui est fréquent sur les services d'Amérique du Sud, d'Extrême-Orient ou du Pacifique, cela suffit pour gagner plusieurs jours sur la durée d'une traversée. La compagnie anglaise *P. and O.* (Peninsular and Oriental) construit, par exemple, pour sa ligne d'Australie, un prototype de 32 000 t, l'*Himalaya*, qui marchera à 23 nœuds ; ce nouveau paquebot gagnera huit jours sur la traversée Londres-Melbourne par comparaison avec ses prédécesseurs (vingt-huit jours au lieu de trente-six). Depuis une quinzaine d'années, la plupart des grands armateurs de cargos de lignes régulières n'ont jamais commandé de bâtiments

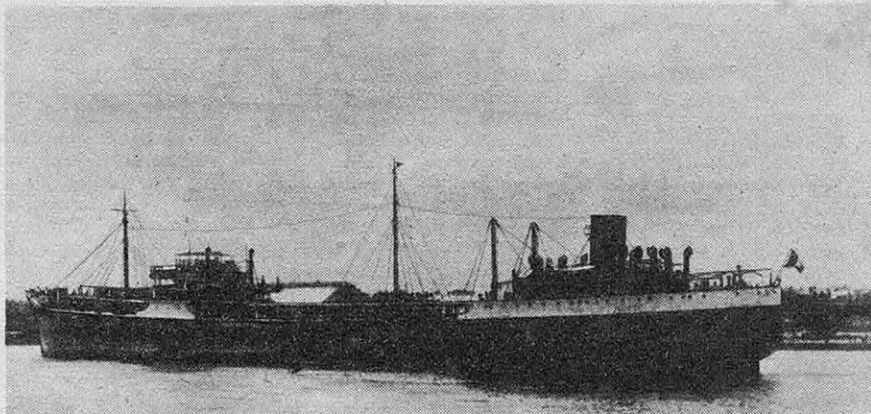


FIG. 12. — LE PÉTROLIER FRANÇAIS « PALMYRE »

Le Palmyre est un des plus gros pétroliers du monde : il déplace en pleine charge 32 000 t et peut porter 21 400 t. Trois bâtiments identiques sont en cours de construction à Penhoët. De tous les types de navires marchands, le pétrolier est un des plus spécialisés et un de ceux dont les rotations sont les plus rapides. En effet, grâce à la puissance des moyens de pompage modernes, un pétrolier comme le Palmyre peut être chargé ou déchargé à raison de 1 000 t par jour. C'est donc en général au bout de ce laps de temps qu'il reprend la mer. Il n'est pas rare que cette catégorie de navire réalise jusqu'à trois cents jours de mer par année.

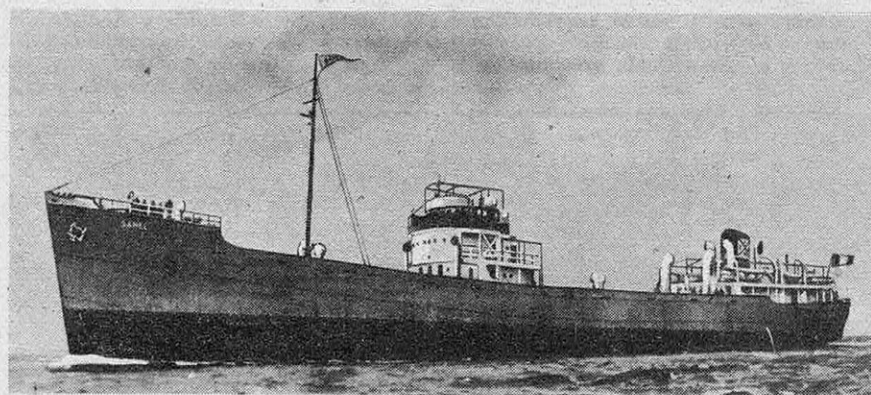


FIG. 13. — LE « SAHEL », CARGO PINARDIER MODERNE

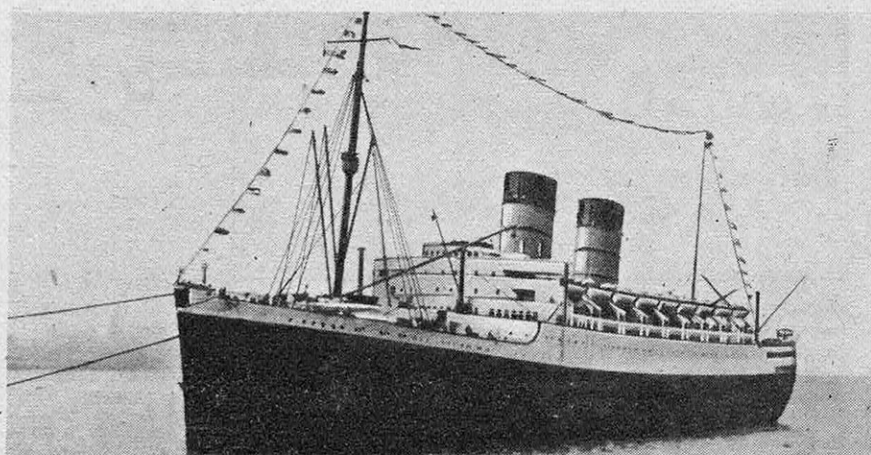


FIG. 14. — LE PAQUEBOT TRANSATLANTIQUE « MAURETANIA »

Malgré la concurrence de l'aviation, les armateurs ne pensent pas que la clientèle transatlantique abandonnera le paquebot. Ils votent encore de beaux jours pour des unités de tonnage moyen marchant 20 à 22 nœuds, tel le Mauretania qui venait d'entrer en service en 1939 et qui est équipé d'une turbine à vapeur.

de moins de 13 nœuds. La flotte de la société norvégienne Wilhelmsen, par exemple, comprenait, en mai 1940, 33 cargos « rapides » de 5 000 à 7 000 tx, presque tous propulsés par des diesels, et, à cette époque, les plus récentes unités de cette société, trois « motorships » achevés en 1939, soutenaient 17 nœuds en service courant. Cette vitesse sera également celle des nouveaux cargos du type *Washington* de la Compagnie Générale Transatlantique, dont le premier a été lancé par Penhoët, le 8 mars 1946. Huit bâtiments identiques, de 11 000 t de port en lourd sont en construction dans différents chantiers.

Certains navires de charge étaient même plus rapides encore. Il existait ainsi des « bananiers » de 19 nœuds et même des pétroliers (japonais) donnant 17 à 20 nœuds en pleine charge, par exemple le *Tatekawa Maru* qui effectuait ses traversées à 20,5 nœuds avec un chargement de 13 700 t.

Les armateurs ont, en effet, intérêt à faire « tourner » plus vite leurs bâtiments pour accroître leur rendement commercial. Le but est atteint lorsque, sur un service donné, l'accroissement de vitesse permet d'assurer une même fréquence de départs avec une unité de moins :

on assure en même temps un meilleur « service » pour la clientèle. La compagnie *P. and O.*, par exemple, assurera son service mensuel d'Australie déjà mentionné avec trois paquebots type *Himalaya* de 23 nœuds, alors qu'avant la guerre, il fallait quatre unités de 20 à 21 nœuds. La généralisation de la « chauffe au mazout » sur tous les navires de ligne réguliers, l'application aux cargos de la propulsion par turbines (avec trains d'engrenages réducteurs), les progrès du moteur à combustion interne ont favorisé cette évolution. Le développement du diesel, en particulier, a précipité le mouvement, car ce type de moteur permet, dans certains cas, des puissances unitaires relativement élevées sous un faible encombrement, avec une consommation modérée de l'ordre de 160-180 g par ch/h ; il nécessite, en outre, un personnel moins nombreux.

Prépondérance du combustible liquide

Avant 1939, 54 % du tonnage mondial étaient équipés pour la chauffe au mazout, ou comme « motorships ». Il est certain que ce pourcentage ira en augmentant, surtout en raison de la crise charbonnière mondiale. Cette utilisation grandissante du combustible liquide suffira déjà pour réduire la durée des traversées, tout au moins

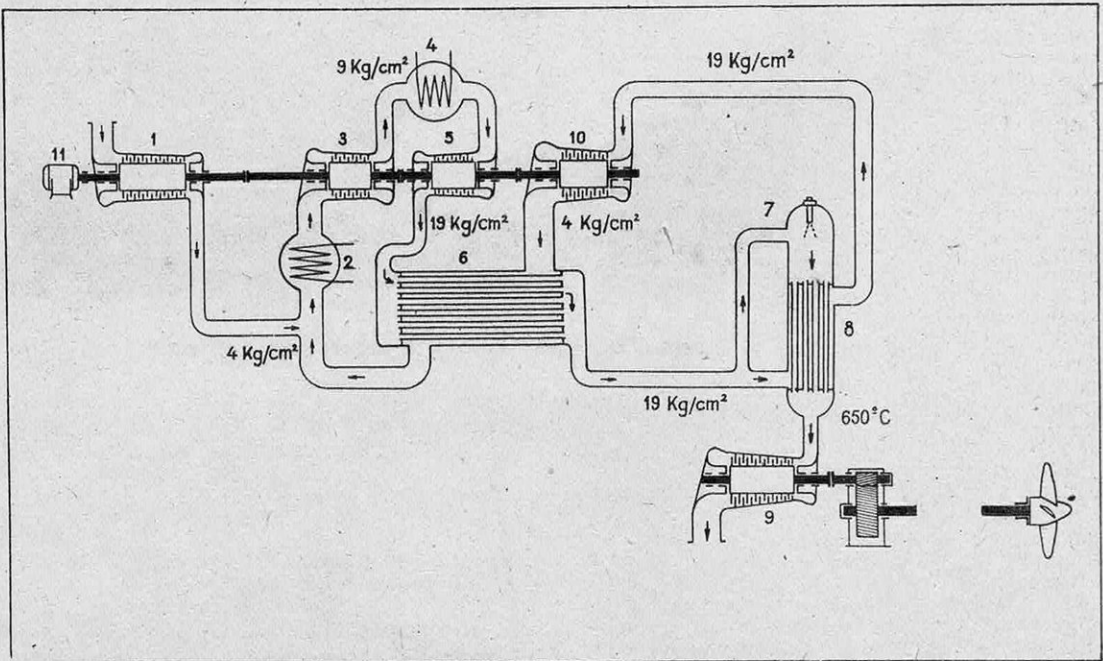


FIG. 15. — CYCLE DE FONCTIONNEMENT D'UNE TURBINE A GAZ SULZER

L'air aspiré à la pression atmosphérique et comprimé à 4 kg/cm² par le compresseur d'alimentation 1 est refroidi dans le refroidisseur 2, comprimé à 9 kg/cm² dans le compresseur 3, refroidi dans le refroidisseur 4, comprimé à 19 kg/cm² dans le compresseur 5, et chauffé dans le récupérateur 6, à la sortie duquel il est dirigé dans deux directions différentes : une partie va vers la chambre de combustion 7, où elle sert de comburant pour le combustible injecté, les gaz résultant de la combustion traversant l'échangeur 8 pour aller actionner la turbine 9 de puissance utile où ils pénètrent à 650° C ; l'autre partie de l'air comprimé à 19 kg/cm² traverse l'échangeur 8 où elle est échauffée à 650° C par les gaz de combustion, se détend à 4 kg/cm² dans la turbine auxiliaire 10 qui actionne les compresseurs et va rejoindre, en se refroidissant dans le récupérateur 6, l'air fourni par le compresseur 1. Cette seconde partie de l'air, actionnant la turbine auxiliaire, circule donc dans le circuit fermé 2-3-4-5-6-8-10-6-2, tandis que la quantité d'air actionnant la turbine de puissance utile 9 et évacuée à l'air libre correspond exactement à la quantité aspirée par le compresseur d'alimentation 1. Le moteur électrique 11 sert au lancement de la machine. Ce cycle est particulièrement approprié aux installations marines, car le rendement se trouve conservé à basse puissance, la chute de pression qui accompagne la réduction de puissance correspondant justement à la réduction imposée de la vitesse.

sur les longs parcours, même lorsqu'il n'y aura pas accroissement véritable de la vitesse de marche. On estime, en effet, qu'il faut quatre fois moins de temps pour « mazouter » que pour « charbonner ». Quelques heures suffisent, par conséquent, là où il faut jusqu'à deux et trois jours dans le cas d'un grand bâtiment qui doit embarquer plusieurs milliers de tonnes dans ses soutes. Grâce à l'emploi du mazout, on peut donc réduire la durée des séjours dans les ports, qu'ils soient têtes de ligne ou ports d'escale et, partant, réduire la durée du parcours total et accélérer la rotation. Ceci est particulièrement vrai pour les « motor-ships ». En raison de leur faible consommation, ils ont, pour un tonnage de soute égal, un rayon d'action beaucoup plus grand que celui des bâtiments à vapeur et la durée de leurs escales ne dure jamais que le temps strictement nécessaire pour les opérations commerciales, car ils n'ont besoin de se ravitailler qu'à d'assez longs intervalles.

Il ne faut cependant pas conclure au triomphe assuré du diesel pour la propulsion des bâtiments de commerce de l'avenir. Les chaudières à haute pression qui commencent à être appliquées avant 1939 à bord des navires marchands ont subi avec succès l'épreuve de la guerre ; il existe déjà sept types de chaudières marines timbrées entre 50 et 120 kg/cm² en service ou en essai. Or, l'emploi de la chaudière à haute pression avec surchauffe, dont la vapeur évacuée dans une turbine, permet d'arriver à des consommations de mazout de l'ordre de 260 g au ch/h. Dans ce cas, et à puissance égale, la dépense de combustible n'est pas plus élevée que pour un « motorship », parce que le mazout coûte moins cher que le gasoil des moteurs diesels. A bord des bâtiments rapides et à puissance motrice élevée, la turbine retrouve alors l'avantage d'un encombrement moindre que celui d'un moteur à combustion interne : il faut se souvenir, en effet, qu'un diesel marin de 12 500 ch est un bloc aux dimensions impres-

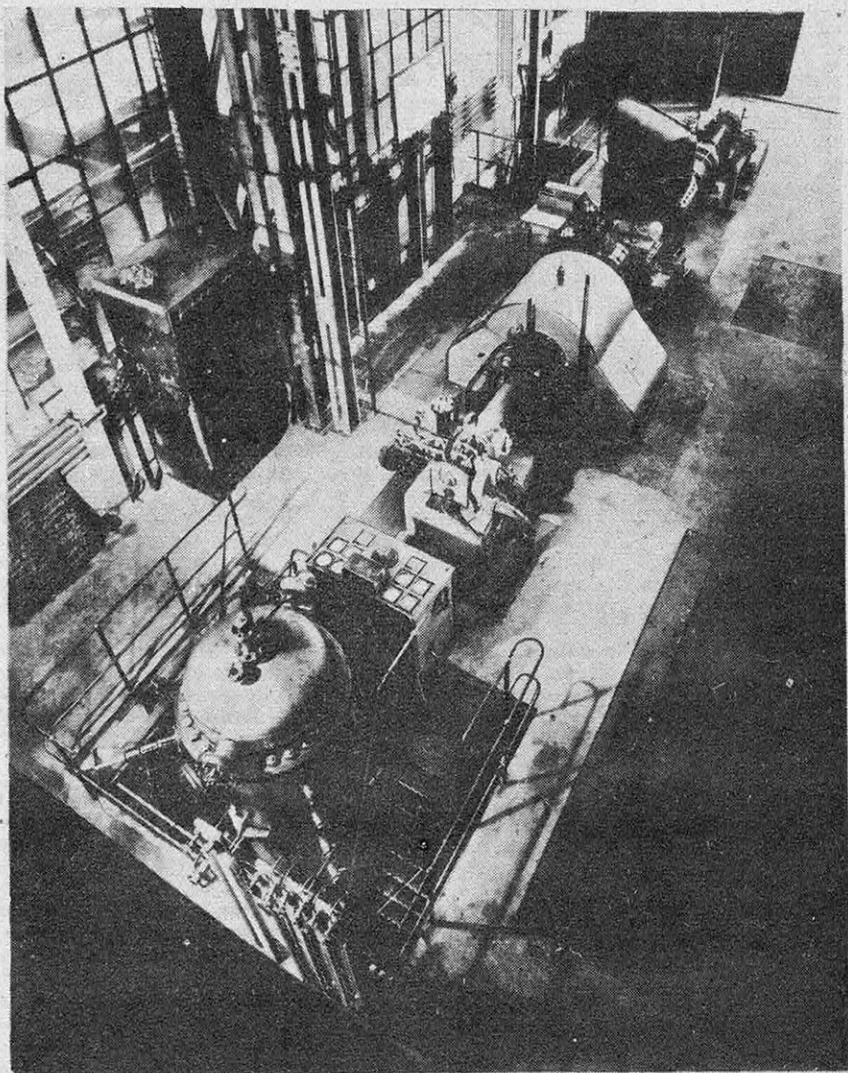


FIG. 16. — VUE D'ENSEMBLE DE L'INSTALLATION D'ESSAI DE LA TURBINE A GAZ SULZER

sionnantes : 20 m de longueur, 8 m de hauteur et 4 m de largeur à la base !

Les nouveaux types d'appareils moteurs

Il n'est, cependant, nullement certain que les appareils moteurs actuellement en service dans la marine restent seuls à l'ordre du jour dans un avenir que l'on peut même envisager assez proche. Il ne faut pas exclure, en effet, l'application possible à la propulsion marine de la turbine à gaz (1) et, peut-être plus tôt qu'on ne le croit, de l'énergie atomique. La turbine à gaz est surtout connue actuellement par ses applications à la propulsion des avions rapides. Mais déjà depuis plusieurs années, une locomotive expérimentale à turbine à gaz a été réalisée (2)

(1) Voir : *Science et Vie*, n° 287, juillet 1941.

(2) Voir « Les applications nouvelles de la turbine à gaz » (*Science et Vie*, n° 342, mars 1946).

et plusieurs types sont actuellement en projet, tant en Europe qu'en Amérique. La turbine à gaz fonctionne suivant le même cycle thermique que les moteurs à combustion, mais, au lieu que les différentes phases de ce cycle se succèdent dans le même espace clos, un cylindre de moteur, elles se déroulent d'une manière continue dans des organes séparés : la phase de compression s'effectue dans un compresseur rotatif, celle de combustion dans une chambre où le combustible est injecté continuellement, et celle de détente, produisant le travail moteur, à travers les aubages d'une ou plusieurs turbines. Le fractionnement du cycle apporte la possibilité d'intervenir à différents stades pour l'améliorer du point de vue thermodynamique. C'est ainsi qu'on pourra effectuer la compression en deux ou plusieurs étages, avec refroidissement intermédiaire, détendre les gaz chauds à travers des turbines haute et basse pression, avec réchauffage intermédiaire dans une nouvelle chambre de combustion, récupérer dans des échangeurs les calories emportées par les gaz d'échappement, etc. C'est pourquoi le rendement thermique de telles installations est en général excellent, bien supérieur à celui des machines à vapeur et même des moteurs à combustion. Aussi verrons-nous bientôt ce type de machine thermique utilisé couramment pour la propulsion des navires.

Une installation expérimentale de 2 000 kW construite sur les données de M. J. Akeret, professeur à l'École Polytechnique fédérale de Zurich, et de M. C. Keller, chef de la section d'études de la maison suisse Escher-Wyss, fonctionne depuis plusieurs années. Son rendement thermique a atteint pendant les essais 31,5 % et on espère même obtenir 33 %.

Toujours en Suisse, la société Sulzer construit un groupe expérimental dont on attend un rendement de 34 % avec une consommation de 190 g/ch-h (fig. 15 et 16).

Aux États-Unis, la société Elliott a construit quatre groupes de turbines à gaz de 2 500 ch pour le compte de la marine américaine, et travaille à la réalisation d'une autre turbine de 3 000 ch destinée à être substituée à la machine alternative d'un cargo « Liberty » (1).

En Angleterre, d'autre part, l'Amirauté britannique fait étudier une installation marine expérimentale et un groupe marin de 8 000 ch a été également envisagé.

Ces essais seront suivis avec d'autant plus d'intérêt que, d'ores et déjà, on est assuré que le rendement pratique de la turbine à gaz est supérieur à celui des installations à vapeur et sensiblement aussi économique que celui du diesel. Il semble même que l'on puisse envisager une certaine supériorité sur le diesel au point de vue de l'endurance de fonctionnement et de l'économie d'entretien.

Des solutions mixtes ont été d'autre part étudiées, et l'on retrouve dans les différents types de machines marines une évolution comparable à celle des propulseurs d'aviation (motopropulseur, motoréacteur, turbopropulseur, turboréacteur) (2), et dont les étapes sont les suivantes :

1° Moteur diesel à deux temps ;

2° Suralimentation du moteur diesel à deux temps avec utilisation des gaz d'échappement dans une turbine (puissance de 1 500 à 5 000 ch) ;

3° Générateur à pistons libres alimentant une turbine qui fournit la totalité de la puissance utile ;

4° Turbine à combustion continue, l'air sous pression étant fourni à la chambre de combustion par une turbine auxiliaire actionnant un compresseur.

En ce qui concerne l'énergie atomique, il faut rappeler que M. John Kenny, secrétaire d'État adjoint de la Marine américaine, a récemment indiqué au Congrès des États-Unis que des plans sont à l'étude pour réaliser la propulsion atomique dans la marine. Il s'agit évidemment de la marine de guerre, pour laquelle la question du prix de revient ne se pose pas comme pour un navire de commerce ; il n'en reste pas moins que l'on peut concevoir l'extension ultérieure de ce mode de propulsion aux paquebots, sinon aux cargos. L'installation motrice d'un bâtiment de mer comporte, dans une large mesure, des éléments d'une centrale ; or, au congrès des « Atomic Scientists » qui s'est tenu récemment aux États-Unis et qui a été consacré aux *power plants* en général, c'est-à-dire aux « centrales d'énergie thermique », un technicien américain, M. Anderson, a affirmé que cette question était susceptible d'un développement rapide : une pile spécialement construite pour produire de l'énergie utilisable est déjà en cours de réalisation, elle doit faire tourner une turbine d'ici quelques mois.

Le président de l'Institut britannique des Constructeurs navals, Sir Amos Ayre, a également déclaré que le monde assisterait dans un avenir rapproché à l'apparition de bâtiments très rapides propulsés par l'énergie atomique dont l'emploi nécessitera, d'ailleurs, des changements fondamentaux dans la construction des navires. « Il semble, a-t-il dit, que nous soyons sur le point d'arriver à des progrès dans le domaine de la propulsion maritime qui seront bien plus considérables que ceux, pourtant immenses, réalisés au cours des cinquante dernières années. » Il est naturellement impossible de dire ce que pourra être la structure de ces nouvelles installations motrices, mais on peut, cependant, concevoir qu'elles entraîneront la suppression complète du combustible à bord, donc des soutes, celle du circuit de combustible et de l'équipement qu'il implique, celle également du système de ventilation de chauffe et des cheminées. Si l'on parvient à utiliser comme fluide moteur un gaz, on supprimera également les circuits d'eau et toutes les sujétions qui s'attachent à l'alimentation des chaudières ainsi que le poids mort représenté par l'alimentation d'eau. On peut escompter, par conséquent, malgré la masse des écrans protecteurs de radiations, d'importantes économies de poids dans l'appareil propulsif, tout au moins pour une puissance donnée ; quant au rayon d'action, il deviendra pratiquement illimité et un navire pourra être exploité pendant des mois, sinon des années, sans que l'on ait à se préoccuper de son ravitaillement en combustible.

(1) Voir *Science et Vie*, n° 342, mars 1946, page 116.
(2) Voir « Les avions à réaction » (*Science et Vie*, n° 336, septembre 1945).

LES GROUPES SANGUINS ET LE FACTEUR RHESUS

par Andrée TÉTRY

















A part les vrais jumeaux qui constituent en quelque sorte deux exemplaires d'un même individu, il n'existe pas sur la terre deux hommes strictement identiques. Notre individualité se manifeste au premier coup d'œil par des caractères très apparents qui constituent notre signalement : taille, couleur de la peau et des cheveux, empreintes digitales, etc. A la croyance ancienne qui faisait résider dans le sang la source de ces caractères propres à chaque individu, la biologie moderne a substitué des connaissances extrêmement précises sur le mécanisme de leur transmission héréditaire et elle a montré que ces caractères sont liés à la structure des chromosomes qui se trouvent dans le noyau de toutes nos cellules, et en particulier de l'œuf, cellule initiale de notre organisme. Mais elle a découvert également que la croyance en une individualité absolue des sangs humains était fondée : il n'y a pas deux sangs rigoureusement identiques. Des méthodes toujours plus perfectionnées permettent de définir de plus en plus nettement les propriétés sérologiques d'un individu, et on peut même espérer qu'elles constitueront un jour le plus précis des signalements. Après la découverte des groupes sanguins A, B, AB et O, qui régissent les compatibilités des transfusions sanguines, et celle des facteurs M, N, P et Q et de leurs subdivisions, un nouveau caractère sérologique a été découvert en 1940, par Landsteiner et Wiener: le « facteur Rhesus ». Mis en évidence par des réactions qui paraissaient ne présenter qu'un intérêt purement théorique, il a cependant permis d'expliquer et de prévenir les accidents dus à des transfusions sanguines répétées et certaines maladies du fœtus et du nouveau-né. Et cette découverte confirme le caractère à la fois strictement rationnel dans ses méthodes et éminemment pratique dans ses résultats de la biologie moderne.

L'IDÉE d'injecter à un homme qui a perdu abondamment son sang celui d'un autre individu est extrêmement vieille. Mais c'est seulement assez récemment que cette petite opération est devenue courante; sa technique s'étant perfectionnée, on a vu, pendant la deuxième guerre mondiale, des soldats pratiquer des transfusions de sang « conservé » à leurs camarades blessés sur les champs de bataille mêmes (1). La raison de cette mise au point tardive de la transfusion sanguine est que, pratiquée sans précaution entre deux individus pris au hasard, elle donne lieu à des accidents qui peuvent être mortels. Dans certains cas, en effet, le sang du donneur est « agglutiné » par le sang qui le reçoit, et ce sang agglutiné produit des embolies dans le système circulatoire du receveur. C'est le biologiste américain Landsteiner (prix Nobel 1931) qui a réussi à découvrir

(1) Voir « Médecine et chirurgie de guerre » (*Science et Vie*, n° 334, juillet 1945).

FIG. 1. — POSSIBILITÉS ET IMPOSSIBILITÉS DES TRANSFUSIONS SANGUINES, SUIVANT LE GROUPE SANGUIN AUQUEL APPARTIENNENT LE DONNEUR ET LE RECEVEUR

Les agglutinogènes sont figurés par des majuscules et les agglutinines par des minuscules. On a représenté par des cercles noirs les cas où le sang du donneur n'est pas agglutiné et par conséquent où la transfusion est sans danger, et par des cercles remplis de pointillés les cas où le sang du donneur est agglutiné.

Groupe du donneur \ Groupe du receveur	A _(b)	B _(a)	AB _(a,b)	O _(ab)
A _(b)		 Bxb	 Bxb	
B _(a)	 Axa		 Axa	
AB _(a,b)				
O _(ab)	 Axa	 Bxb	 Axa Bxb	

Dans ce cas, on a indiqué la cause de l'agglutination par le produit d'un agglutinogène par l'agglutinine correspondante. Les individus du groupe O peuvent donner leur sang à tous les autres individus (colonne de droite) : ce sont des donneurs universels. Les individus du groupe AB (3^e ligne) peuvent recevoir du sang de n'importe quel donneur : ce sont des receveurs universels puisqu'ils ne possèdent aucune agglutinine.



FIG. 2. — MACACUS RHEBUS : UNE GUENON PORTANT SON PETIT SUR LE DOS (PHOTO LE CHARLES)

les lois auxquelles obéissent ces phénomènes d'agglutination, ce qui a permis, moyennant l'examen préalable des deux sangs, de pratiquer sans danger les transfusions.

Les groupes sanguins

On sait, grâce à Landsteiner, que l'agglutination du sang provient de l'action d'une substance, appelée *agglutinine*, contenue dans le sérum du receveur, sur une autre substance contenue dans les hématies (globules rouges) du donneur, et appelée *agglutinogène*. En première analyse, il existe deux sortes d'agglutinogènes que l'on a appelés A et B, et auxquels correspondent deux agglutinines *a* et *b*, A étant agglutiné par *a* et B par *b*; et l'on a classé les sangs de tous les individus en quatre groupes A, B, AB et O, selon les agglutinogènes qu'ils renferment, O signifiant l'absence des deux agglutinogènes. Le sérum du sang renferme les agglutinines qui ne risquent pas d'agglutiner ses propres hématies; c'est ainsi que :

— dans les sangs du groupe A, les hématies

	Rh +	rh —
Blancs	85 %	15 %
Nègres.....	92 %	8 %
Chinois	100 %	—
Irridiens (pure race) ...	100 %	—

FIG. 3. — PROPORTIONS RELATIVES DES INDIVIDUS DOTÉS DE SANG rh+ ET rh — SUIVANT LES RACES

renferment l'agglutinogène A, et le sérum l'agglutinine *b* (anti-B);

— dans les sangs du groupe B, les hématies renferment l'agglutinogène B, et le sérum l'agglutinine *a* (anti-A);

— dans les sangs du groupe AB, les hématies renferment à la fois les agglutinogènes A et B, et le sérum ne renferme pas d'agglutinine;

— dans les sangs du groupe O, les hématies ne renferment pas d'agglutinogène, le sérum renferme à la fois les agglutinines *a* et *b*.

Si l'on injecte du sang d'un individu à un autre individu, les agglutinines du donneur sont rapidement diluées et n'agissent pas sur les hématies du receveur. Au contraire, les agglutinines du receveur agissent, le cas échéant, sur les globules du donneur. Le tableau de la figure 1 résume tous les cas qui peuvent se présenter quand on opère une transfusion sans précaution spéciale et indique les compatibilités et incompatibilités sanguines entre les divers groupes sanguins.

Une dizaine d'années après la découverte des quatre groupes sanguins, on a constaté que le

	Rh +		rh —	
	Valeur absolue.	%	Valeur absolue.	%
Hommes (162).	137	84,55	25	15,45
Femmes (218).	187	85,77	31	14,23
Total (380) ...	324	85,26	56	14,74

FIG. 4. — RÉPARTITION PAR SEXE ET RÉPARTITION GLOBALE DU FACTEUR RHEBUS DANS UN GROUPE DE 380 PARISIENS (D'APRÈS KOSSOVITCH ET EYQUEM)

La proportion des facteurs Rh + et rh — est sensiblement indépendante du sexe: on obtient des résultats sensiblement les mêmes si on calcule le pourcentage des individus Rh + et rh — parmi les hommes seuls, les femmes seules ou dans l'ensemble de la population.

groupe A comportait plusieurs sous-groupes A₁, A₂, A₃; enfin, tout récemment, Gammelgard a montré que la liste des sous-groupes de A n'est pas close, et qu'il faut y ajouter des sous-groupes A₄, A₅,..., A_x.

Mais les réactions qui diversifient les sangs humains ne se limitent pas à celles qui permettent de les affecter à l'un des quatre groupes A, B, AB ou O, et à leurs sous-groupes.

Les agglutinogènes M et N

Les hématies du sang humain renferment également d'autres agglutinogènes appelés M et N, découverts par des méthodes expérimentales différentes des précédentes.

En injectant du sang humain à un lapin, on provoque la formation d'agglutinines dans son sang. Dans ces conditions, le sérum de ce lapin devient capable d'agglutiner certaines catégories de sang humain. On parvient ainsi à distinguer deux agglutinogènes-différents, M et N, et à répartir les sangs humains entre trois groupes M, N et MN suivant les agglutinogènes qu'ils

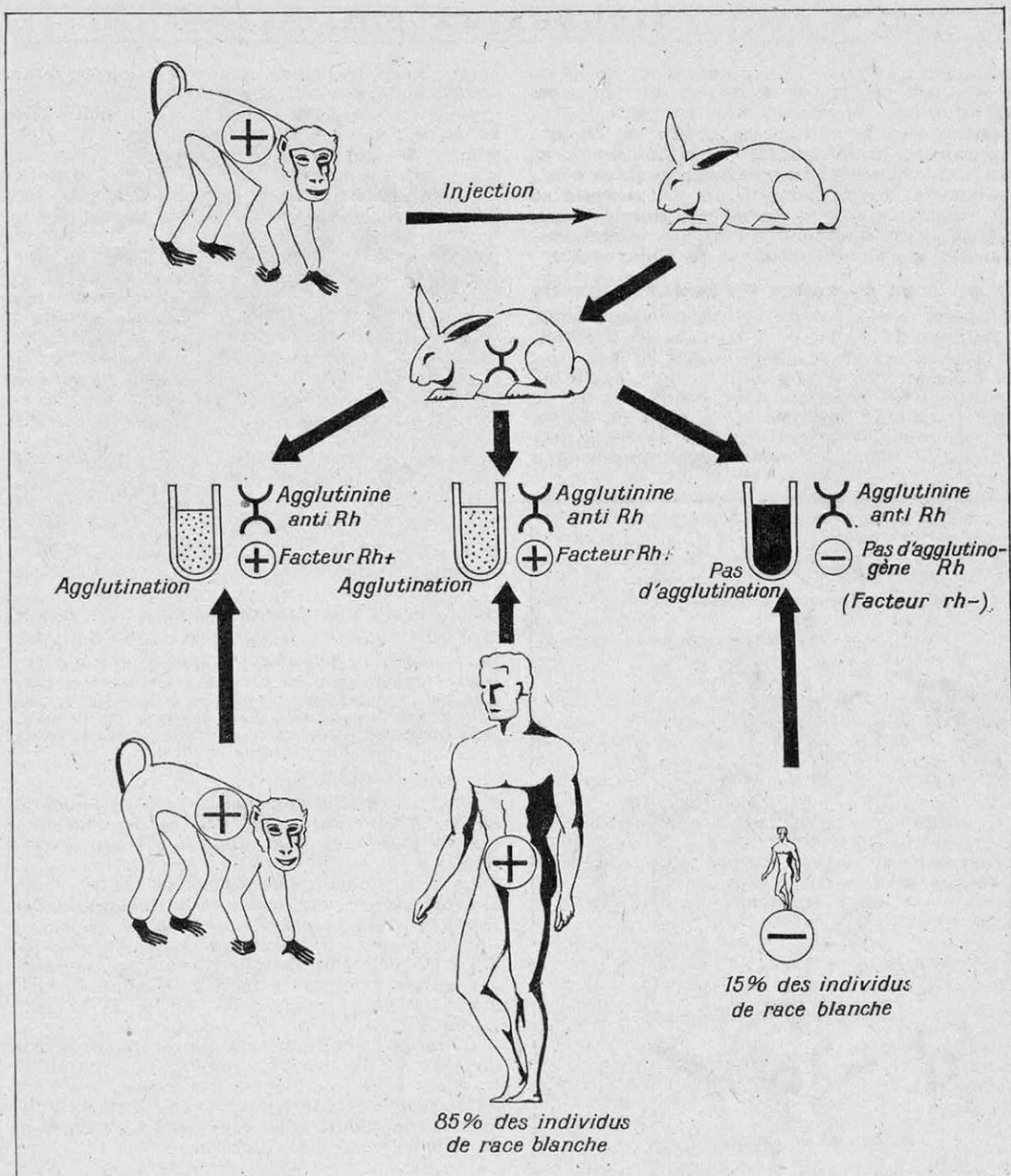


FIG. 5. — QU'EST-CE QUE LE FACTEUR RHESUS ?

Le sang de *Macacus rhesus* renferme un agglutinogène appelé facteur Rhesus, que l'on peut mettre en évidence en injectant des hématies de Rhesus à un lapin. Le sang de celui-ci élabore alors une agglutinine anti-Rh capable d'agglutiner les hématies du macaque. Mais le sang du lapin ainsi préparé est également capable d'agglutiner certains sangs humains dans lesquels existe donc le même agglutinogène. Au contraire, d'autres sangs humains en sont dépourvus. Les premiers sont dits Rh +, les autres rh —.

possèdent (il n'y a pas ici de groupe O). On discute encore sur l'existence des sous-groupes M₁, M₂, N₁ et N₂. A ces groupes et facteurs assez bien connus, il faut encore ajouter les facteurs P et Q (ce dernier étant peut-être une variété de P). Mais, si ces facteurs ont un gros intérêt parce qu'ils permettent de définir avec toujours plus de précision les différences individuelles entre les sangs humains et parce que leur transmission héréditaire peut être utilisée dans la recherche

de la paternité (1), ils n'interviennent pas dans la transfusion, car les hématies de l'homme renferment bien les agglutinogènes M et N, mais les agglutinines correspondantes sont absentes de son sérum.

En 1940, Landsteiner et Wiener ont découvert un nouveau facteur sanguin indépen-

(1) Voir « Un grand problème social, la recherche de la paternité devant la science » (*Science et Vie*, n° 284, avril 1941, p. 230).

dant des groupes classiques A, B, AB, O, et des facteurs M, N, P, Q; il est dénommé *rhesus* ou en abrégé Rh, pour rappeler le nom d'espèce du singe (*Macacus rhesus*, fig. 2), qui a permis de le déceler. Le comportement de ce facteur explique les accidents observés au cours des transfusions sanguines répétées réalisées avec des sangs compatibles quant aux groupes A, B, AB, O. Il est également à l'origine de certaines maladies graves du fœtus ou du nouveau-né.

La mise en évidence du facteur Rhesus

Si des hématies de *Macacus rhesus* sont injectées à des lapins ou à des cobayes, le sérum de lapin ou de cobaye agglutine alors les hématies du macaque. Ce sérum antimacaque agglutine également les hématies d'un grand nombre de sujets humains (environ 85 % pour les sujets de race blanche); les hématies de ces sujets renferment donc le même agglutinogène que

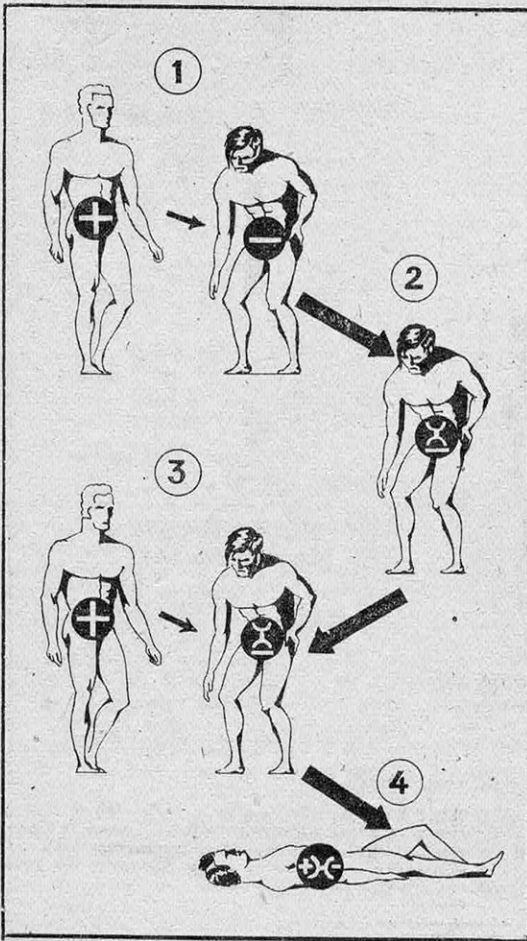


FIG. 6. — LES ACCIDENTS GRAVES DUS AU FACTEUR RH A LA SUITE DE TRANSFUSIONS SANGUINES RÉPÉTÉES

1, une première transfusion de sang Rh + est faite à un individu de sang rh —; 2, le sang de celui-ci élabore une agglutinine anti-Rh; 3, une deuxième transfusion est effectuée dans les mêmes conditions; 4, le sang du receveur agglutine les hématies du donneur, qui y rencontrent alors l'agglutinine anti-Rh; il se produit des accidents qui pourront être mortels.

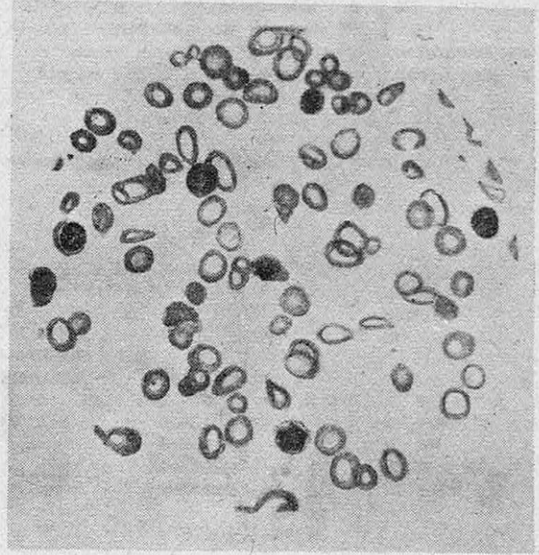


FIG. 7. — VUE MICROSCOPIQUE DU SANG D'UN ENFANT GRAVEMENT ATTEINT D'ÉRYTHROBLASTOSE FAMILIALE

On remarque l'existence de cellules polynucléées (les noyaux apparaissent en noir) qui sont des hématies (globules rouges) non parvenues à maturité et qui sont néanmoins passées dans le sang de l'enfant, pour compenser la destruction intense de ses hématies par l'agglutinine de la mère.

celui des hématies du macaque; c'est l'agglutinogène Rhesus ou facteur Rhesus; les individus qui le possèdent sont appelés *Rhesus positifs* (Rh +).

Le sang humain non agglutiné par le sérum antimacaque ne renferme pas l'agglutinogène Rhesus; il est appelé *Rhesus négatif* (rh —) et s'observe chez 15 % environ des sujets (fig. 4).

La fréquence du facteur Rhesus, comme celle des autres groupes et facteurs sanguins, varie avec les races, comme le montre le tableau figure 3.

La répartition du facteur Rh est indépendante du sexe et du groupe sanguin. Kossowitch et Eyquem (1947) ont étudié sa répartition chez les Parisiens et ont trouvé des résultats totalement concordants avec ceux de Landsteiner et de Wiener pour les Américains.

Le facteur Rhesus et les accidents dus à des transfusions répétées

Le facteur Rh est inoffensif par lui-même, car il n'existe pas d'agglutinine anti-Rh dans le sérum des sujets normaux; sa présence n'a été signalée que dans de très rares cas. Mais, des agglutinines anti-Rh peuvent être élaborées par des organismes rh — lorsqu'ils reçoivent du sang Rh +; et ces agglutinines, qui demeurent un temps plus ou moins long dans l'organisme, sont capables d'agglutiner, lors d'une seconde injection, les globules rouges du donneur Rh +.

Dans la pratique, ces conditions sont réalisées au cours de transfusions sanguines répétées et pendant certaines grossesses.

Supposons qu'un sujet rh — reçoive une première transfusion sanguine avec le sang d'un donneur universel Rh +. Au contact du

sang Rh +, le sujet rh - va former une agglutinine anti-Rh; il est donc sensibilisé à une transfusion ultérieure de sang Rh +. Si une seconde transfusion est nécessaire, l'introduction, dans l'organisme sensibilisé, du sang d'un donneur universel Rh + provoquera des accidents graves, voire mortels, car l'agglutinine anti-Rh agglutinera les hématies du donneur (fig. 6).

Pour éviter tout accident lors des transfusions répétées, il est donc indispensable non seulement que les sangs soient compatibles quant aux groupes sanguins A, B, AB, O, mais aussi que le sang du donneur soit rh -. Or, 15 % seulement des donneurs universels sont rh -; la fréquence des donneurs universels étant en moyenne de 40 %, celle des donneurs universels rh - sera de 6 %.

La transmission héréditaire du facteur Rhesus

La présence ou l'absence de l'agglutinogène Rhesus dans le sang d'un individu, tout comme d'ailleurs celle des autres agglutinogènes A, B, M, N du sang, constitue un caractère héréditaire au sens où l'entend la génétique, c'est-à-dire une qualité que l'on peut « isoler » parmi toutes les autres qualités de l'individu d'une façon qui ne soit pas purement verbale et arbitraire, et dont la transmission d'un individu à des descendants obéit aux lois découvertes il y a quatre-vingts ans par le moine Gregor Mendel, et interprétées depuis grâce aux découvertes des généticiens modernes.

La présence ou l'absence d'un tel caractère chez un individu est liée à la nature d'un couple de gènes existant dans les chromosomes de la cellule.

Les chromosomes d'un individu sont hérités pour moitié des chromosomes du père et pour moitié de ceux de la mère, chaque demi-jeu de

chromosomes provenant d'une cellule dédoublée : la cellule germinale mâle ou femelle. Chacun de ces demi-jeux de chromosomes apporte à l'œuf et à toutes les cellules de l'individu, pour chaque caractère étudié, un des deux gènes correspondants du père et de la mère.

En particulier, le facteur Rhesus est conditionné par une paire de gènes représentés par les symboles Rh + ou rh -, et qui pourront se trouver combinés dans une cellule suivant les trois formules (Rh +, Rh +); (rh -, rh -) et (Rh +, rh -). A ces trois formules ou « génotypes » correspond l'apparition des caractères suivants :

- (Rh +, Rh +) : l'individu est Rh + ;
- (rh -, rh -) : l'individu est rh - ;
- (Rh +, rh -) : l'individu est Rh + parce que le signe Rh + masque le gène rh -; on dit que le gène Rh + est *dominant* par rapport au gène rh -, lequel est dit *récessif*.

Les trois génotypes possibles peuvent donner lieu à neuf types de mariages différents, et la descendance qui résultera de ces unions sera en quelque sorte « tirée au sort » suivant le mécanisme illustré à la figure 9.

L'ensemble de tous les cas possibles est résumé par le tableau de la figure 8.

Les accidents de la grossesse imputables au facteur Rhesus

La loi de transmission héréditaire du facteur Rhesus a permis d'expliquer toute une catégorie d'accidents de la grossesse, groupés sous le nom général d'*érythroblastose familiale*, qui se produisent avant ou après la naissance des enfants, accidents dont la cause était encore mal connue il y a quelques années. Le fœtus peut mourir avant d'arriver à terme ou mourir à la naissance. Très souvent aussi le nouveau-né souffrira de maladies extrêmement graves : érythroblastose proprement dite, ictère grave

Gènes et groupe du mari.	(Rh +, Rh +) → Rh +	(Rh +, rh -) → Rh +	(rh -, rh -) → rh -
(Rh +, Rh +) → Rh +	100 % (Rh +, Rh +) → Rh +	50 % (Rh +, Rh +) → Rh + 50 % (Rh +, rh -) → Rh +	100 % (Rh +, rh -) → Rh +
(Rh +, rh -) → Rh +	50 % (Rh +, Rh +) → Rh + 50 % (Rh +, rh -) → Rh +	25 % (Rh +, Rh +) → Rh + 50 % (Rh +, rh -) → Rh + 25 % (rh -, rh -) → rh -	50 % (Rh +, rh -) → Rh + 50 % (rh -, rh -) → rh -
(rh -, rh -) → rh -	100 % (Rh +, rh -) → Rh +	50 % (Rh +, rh -) → Rh + 50 % (rh -, rh -) → rh -	100 % (rh -, rh -) → rh -

FIG. 8. — TABLEAU RÉSUMANT TOUS LES CAS POSSIBLES DE TRANSMISSION DU FACTEUR rh

Deux de ces cas ont été étudiés à la figure 9, les autres pourraient l'être par la même méthode. On a marqué dans chaque cas entre parenthèses le génotype du père, de la mère et des enfants, et, à droite du génotype, le groupe Rh + ou rh - auquel appartient l'individu. Les cas pouvant donner lieu à des accidents ont été encadrés d'un trait fort.

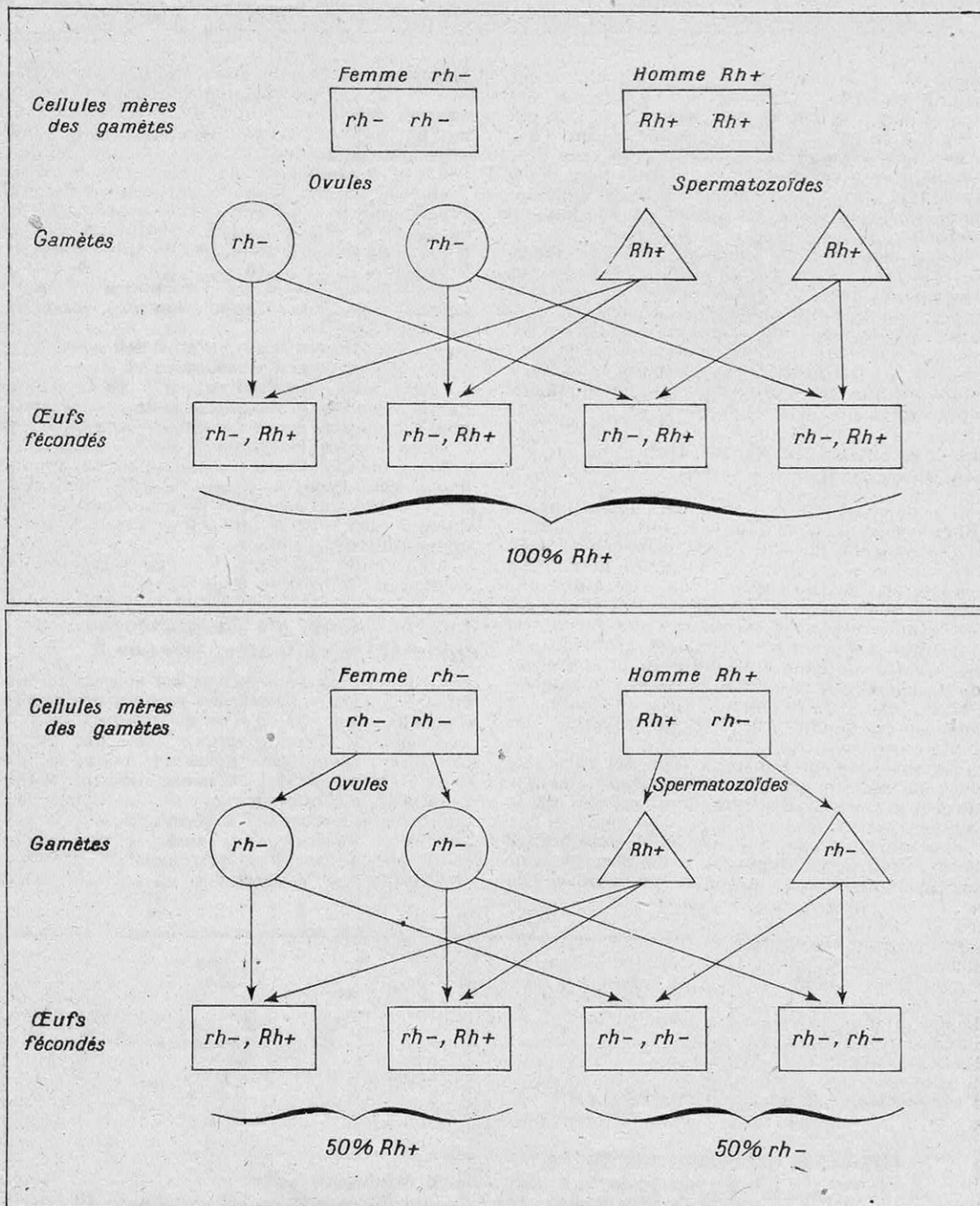


FIG. 9. — DEUX EXEMPLES DE TRANSMISSION HÉRÉDITAIRE DU FACTEUR Rh

En haut : une femme $rh-$, possédant deux gènes $rh-$, épouse un homme possédant deux gènes $Rh+$ et qui est par conséquent $Rh+$. Toutes les combinaisons des gènes paternels avec les gènes de la mère sont de la forme ($rh-$, $Rh+$) et donnent naissance à des enfants $Rh+$, puisque le gène $Rh+$ est « dominant ».

En bas : le père n'a plus qu'un seul gène $Rh+$ et un gène $rh-$. La moitié des combinaisons possibles est de la forme ($Rh+$, $rh-$) et l'autre moitié de la forme ($rh-$, $rh-$). La probabilité des naissances sera de 50 % d'enfants $Rh+$ et 50 % d'enfants $rh-$.

familial du nouveau-né, anasarque foeto-placentaire.

L'érythroblastose est caractérisée par la persistance d'un nombre important de globules rouges non mûrs (érythroblastes) possédant encore des noyaux, tandis que les hématies normales en sont au contraire dépourvues.

L'ictère grave familial du nouveau-né est un ictère apparaissant après la naissance et s'accompagnant d'une hypertrophie de la rate et d'hémorragie. Il est presque toujours mortel.

Enfin, l'anasarque foeto-placentaire, ou hydroisie générale du tissu cellulaire, détermine un gonflement général du corps. Il s'observe chez des

prématurés de sept mois, chez des mort-nés ou chez des nouveau-nés qui ne vivent que quelques heures.

On avait remarqué que, dans de nombreux cas, ces accidents survenaient en série dans une même famille, le premier enfant étant en général épargné, parfois même le deuxième. La mère présente également des troubles graves, toxicose gravidique, crises d'éclampsie, avortements à répétition.

Après la découverte du facteur Rh et des accidents qu'il occasionne au cours des transfusions répétées, on a eu l'idée d'étudier le sang des enfants et des parents du point de vue de ce nouvel agglutinogène, dans les familles où se produisent ces accidents de la grossesse.

Les statistiques concernant la distribution du facteur Rh chez les mères dont les enfants sont atteints d'érythroblastose ont mis en évidence une étroite corrélation entre le facteur Rh et le développement de cette grave maladie.

Voici quelques pourcentages relevés par Levine : sur 153 mères dont les enfants sont atteints d'érythroblastose, 8 p. 100 seulement étaient de sang Rh + et 92 p. 100 de sang rh —. Sur 89 maris de femmes rh —, tous étaient de sang Rh +. De même, sur 76 enfants atteints d'érythroblastose, tous étaient de sang Rh +.

Si l'on se rappelle que, dans une population prise au hasard, les pourcentages des sangs Rh + et rh — sont respectivement de 85 % et 15 %, on voit que la fréquence des mères à sang rh — dont les enfants sont atteints d'érythroblastose, n'est pas imputable uniquement au hasard.

A de rares exceptions près, les familles où apparaît l'érythroblastose présentent donc le schéma général suivant : père Rh +, mère rh —, enfant Rh +, qui correspond aux deux cas étudiés à la figure 9 et encadrés d'un trait plein dans le tableau de la figure 8.

* Quelle explication peut-on donner d'une statistique aussi nette ?

Avant toute grossesse, le sang de la mère rh — ne renferme pas d'agglutinine anti-Rh. Vient-elle à avoir un enfant de sang Rh +, le placenta qui ne constitue pas une barrière absolue (1) entre le sang de la mère et celui du fœtus est le siège des échanges entre ces deux sangs. Ces échanges

(1) Il est vraisemblable que des villosités choriales se rompent, pénètrent dans la circulation maternelle et y apportent suffisamment d'hématies pour provoquer la formation d'agglutinine maternelle.

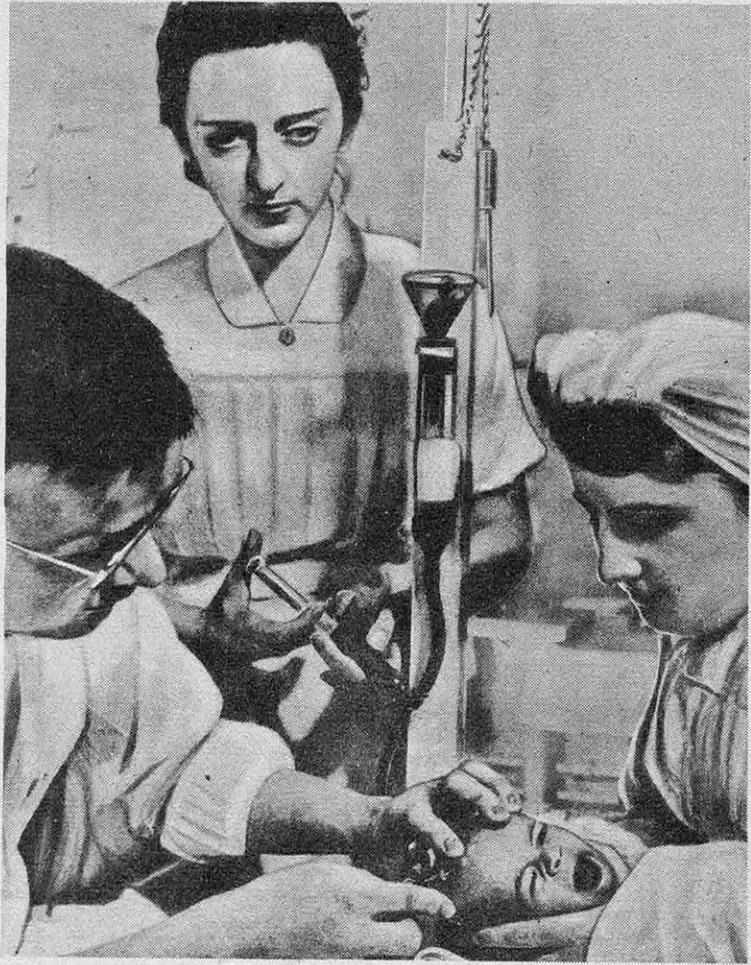


FIG. 10. — UNE TRANSFUSION DE SANG A UN BÉBÉ ATTEINT D'ÉRYTHROBLASTOSE

La transfusion, qui s'effectue par une veine de la tête, est destinée à remplacer une certaine portion du sang Rh + de l'enfant, détruit par l'agglutinine de la mère, par celui d'un donneur rh — ne renfermant pas cette agglutinine.

ne présentent aucun inconvénient du point de vue des groupes sanguins A, B, AB et O de l'enfant et de la mère, sans doute parce que le groupe sanguin n'est déterminé chez l'enfant qu'après la naissance. Il n'en va pas de même en ce qui concerne le facteur Rh. Du sang fœtal Rh + pénètre dans le sang maternel rh — qui réagit en fabriquant une agglutinine anti-Rh. Cette agglutinine est susceptible de filtrer à son tour à travers le placenta et d'atteindre le sang fœtal. Au contact du sang Rh +, l'agglutinine anti-Rh détermine des accidents graves, notamment une destruction (hémolyse) et une agglutination des hématies du fœtus. Ce sont les produits de la destruction qui déterminent l'ictère. L'hypertrophie de la rate, la présence de cellules nucléées (fig. 7) qui sont passées dans le sang avant même d'être parvenues à maturité sont les réactions de défense du fœtus contre la destruction de ses hématies. Mais, le plus souvent, l'agglutinine ne devient vraiment efficace qu'à partir de la seconde grossesse, ce qui explique que le premier enfant soit généralement épargné.

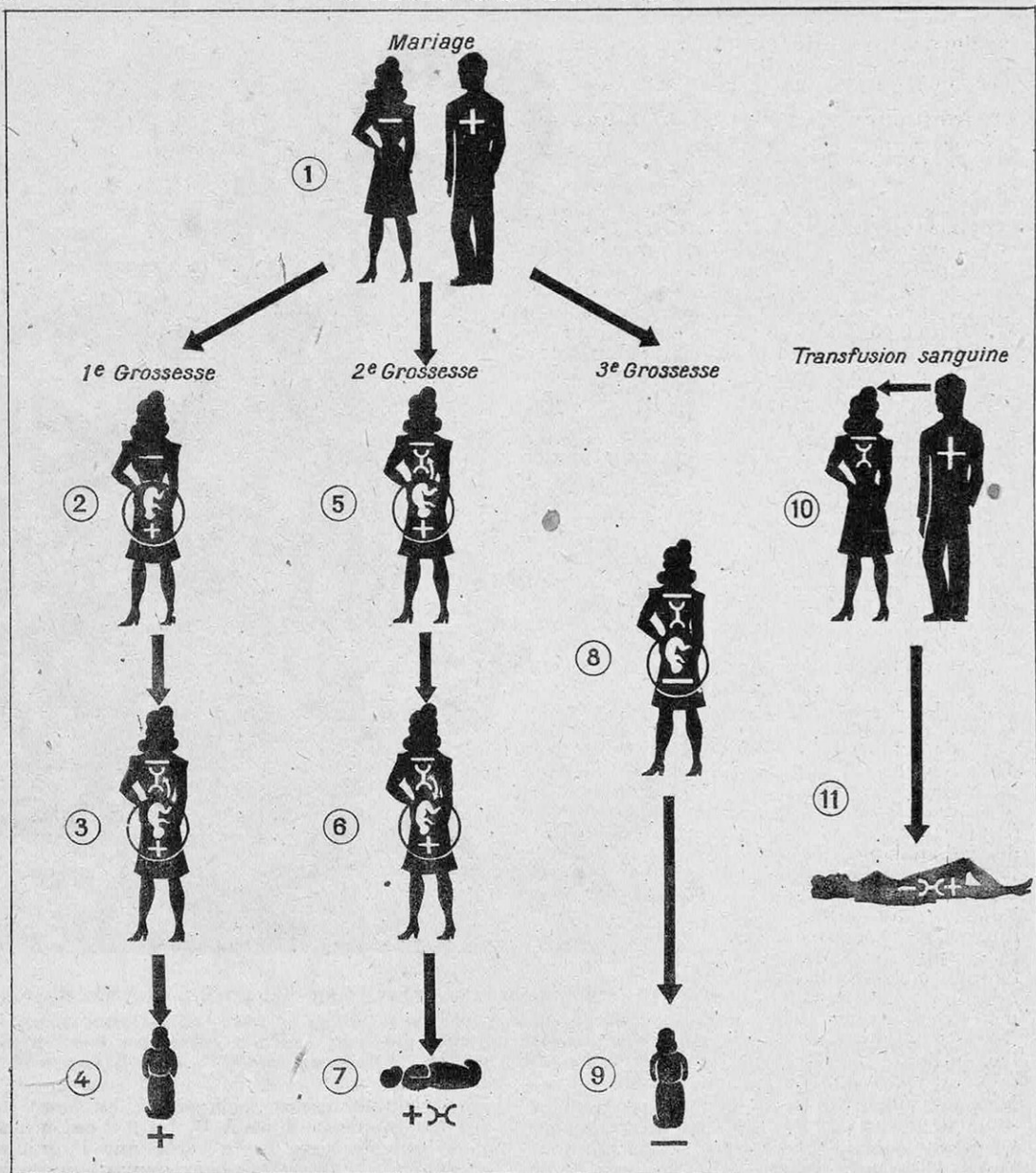


FIG. 11. — LES DANGERS PRÉSENTÉS PAR LE MARIAGE D'UNE FEMME rh — AVEC UN HOMME rh +

1, avant le premier enfant, le sang de la femme ne renferme pas d'agglutinine anti-Rh; — 2, première grossesse: l'enfant est de sang Rh +; — 3, le sang du fœtus fait apparaître l'agglutinine anti-Rh dans le sang de la mère; — 4, le premier enfant vient au monde en bonne santé; — 5, deuxième grossesse, l'enfant est de sang Rh + et son sang agit à nouveau sur le sang de la mère pour faire apparaître l'agglutinine anti-Rh; — 6, à son tour l'agglutinine agit sur le sang du fœtus; — 7, l'enfant meurt d'érythroblastose. Dans le cas où le père possède un gène Rh + et un gène rh —, il pourra naître des enfants rh — et des enfants Rh +. Les enfants rh — seront en bonne santé (8 et 9); — 10, la mère que ses deux grossesses ont dotée de l'agglutinine anti-Rh subit une transfusion sanguine d'un donneur Rh +; — 11, le sang du donneur se trouve agglutiné et provoque des troubles graves chez la femme.

L'intensité de ces différentes affections est variable. La mort survient souvent au bout de quelques heures, mais parfois l'hémolyse s'arrête et la guérison est spontanée. Dans quelques cas, l'enfant peut être sauvé grâce à des transfusions de sang rh —, jusqu'à ce que toutes les agglutinines anti-Rh soient éliminées de son organisme (fig. 10).

Une autre complication peut encore se produire si l'on n'y prend garde. Dans les accouchements difficiles, la faiblesse de la mère exige parfois une transfusion sanguine. On recourt alors souvent au père, quand il n'y a pas incompatibilité au point de vue des facteurs A, B, AB et O. Or, si nous nous trouvons dans un des cas « dangereux », le sang maternel renfermant

l'agglutinine anti-Rh agglutinera les hématies du donneur; la transfusion, loin d'apporter une amélioration, sera néfaste (fig. 11).

La fréquence des mariages dangereux

Pour qu'un mariage puisse être considéré comme dangereux, il faut que la femme soit de sang rh — (14 p. 100 des cas). Et, la femme étant supposée remplir cette condition, il faut que l'homme soit Rh + (86 p. 100 des cas). La composition de ces deux probabilités permet de calculer que la fréquence des mariages dangereux sera de 12 %. Ce chiffre montre tout l'intérêt qu'il y aurait à procéder à un examen de groupe des futurs conjoints au point de vue du facteur Rh, puisque deux individus pris au hasard ont un peu plus de 10 % de chances d'avoir une descendance vouée à l'érythroblastose.

L'exemple que nous allons citer de la descendance d'un couple où le père est Rh + et la mère rh — vient à l'appui de cette affirmation.

Cette famille a eu successivement :

- en 1938, un garçon bien portant ;
- en 1940, un avortement à six mois ;
- en 1942, un garçon mort à deux jours d'ictère grave familial du nouveau-né ;
- en 1944, une fille mort-née, atteinte d'érythroblastose infantile et d'anasarque fœtoplacentaire. La mère souffre de toxicose gravidique.

Fort heureusement d'ailleurs, la fréquence de ces maladies est inférieure au chiffre de 10 % et n'atteint que 4 % environ. Cela tient à plusieurs causes :

- de nombreux couples ont seulement un ou deux enfants, à peu près toujours indemnes, au moins le premier ;

- dans le second type de mariages dangereux (le père n'ayant qu'un seul gène Rh +), la moitié des enfants sont normaux, ce qui peut retarder jusqu'à la troisième ou quatrième naissance l'apparition du danger. Le cas des deux faux jumeaux que nous analysons à la figure 12 illustre de façon particulièrement frappante l'immunité des enfants de sang rh — dans les familles où peuvent naître des enfants des deux groupes. Les deux enfants jumeaux d'une mère rh — ayant déjà donné le jour à une fille Rh + (et, par conséquent, ayant acquis l'agglutinine anti-Rh) ont réagi de façon très différente à l'influence du sang maternel. Les faux jumeaux (nés de deux œufs différents) ne sont pas, en effet, identiques comme le sont les vrais jumeaux (nés du même œuf) ; du point de vue génétique, ils ne sont pas plus proches que des frères ordinaires. L'un des deux nouveau-nés qui était rh — est né en bonne santé, tandis que son frère Rh + mourait d'érythroblastose ;

- les fausses couches fréquentes troublent les résultats théoriques ;

- enfin, un facteur personnel de perméabilité placentaire intervient probablement puisqu'une femme seulement, sur 25 femmes à sang rh — et ayant un fœtus Rh +, est sensibilisée par l'agglutinogène rhesus.

L'étude du facteur Rh est loin d'être terminée, et en particulier on n'a pas réuni d'observations cliniques sur les cas où c'est au contraire l'enfant qui est du groupe rh — et la mère du groupe Rh +, et on ne sait pas si le fœtus est capable d'élaborer l'agglutinine anti-Rh et d'agglutiner les hématies de la mère. Enfin, on a observé des cas d'érythroblastose avec des fœtus Rh + dont la mère est aussi Rh +.

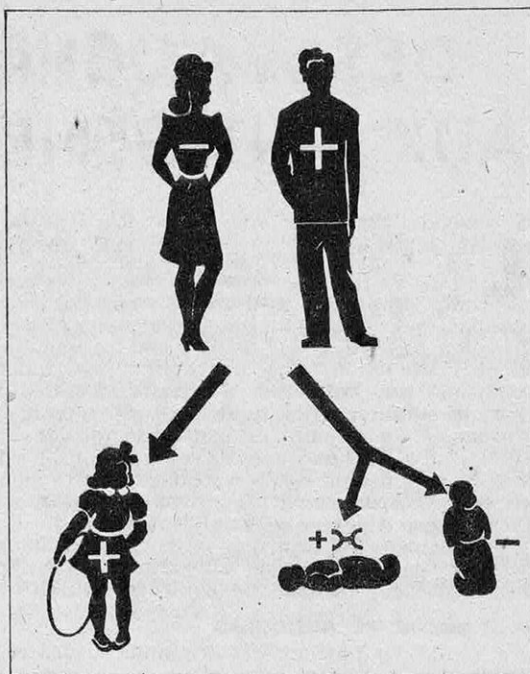


FIG. 12. — UN EXEMPLE TYPIQUE DE L'ACTION DU FACTEUR RHESUS

L'examen sérologique a montré que la mère est rh — et le père Rh +, mais ne peut préciser si le père possède un ou deux gènes Rh +. La naissance d'un enfant rh — lève cette indétermination en prouvant qu'il n'en possède qu'un. On voit que de cette union sont nés : une fille Rh +, qui a conféré à la mère l'agglutinine anti-Rh; deux jumeaux (faux jumeaux, c'est-à-dire nés de deux œufs différents), dont l'un est Rh + et l'autre rh —. Chez le premier, les agglutinines maternelles provoquent une érythroblastose fatale. Le second naît en bonne santé.

Ceux-ci ont une origine qui demeure obscure jusqu'à présent et dont la recherche fera vraisemblablement découvrir de nouvelles propriétés du sang humain.

L'étude du facteur Rh se poursuit activement. A Baltimore, aux États-Unis, un vaste laboratoire adjoint à une grande maternité, pratique des milliers et des milliers d'examen, fournissant ainsi une multitude de documents qui permettra de préciser l'action du facteur Rh. La question s'avère de plus en plus difficile, car il n'existe pas un unique facteur Rh; des sous-groupes, au moins six, peut-être dix, ont été successivement découverts. Leur action est encore mal connue et leur terminologie varie avec les auteurs, ce qui ne simplifie pas la question (1).

Il est encore trop tôt pour dire si ces divers sous-groupes représentent vraiment des caractères héréditaires ou si les différences qu'ils provoquent ne sont imputables qu'à des différences de concentration des agglutinines.

A. TÉTRY.

(1) Fisher et Wiener désignent les sous-groupes par Rh₀, Rh₁, Rh₂, Rh', Rh''...; Cappel adopte les termes de sérum anti-C, anti-D, anti-E, anti-c; l'école de Cambridge utilise les lettres grecques.

DES VACCINS BACTÉRIENS AUX ANTIGÈNES SYNTHÉTIQUES

LES succès obtenus, ces dernières années, par l'emploi des antibiotiques dans la lutte contre les infections microbiennes ne diminuent en rien l'utilité des vaccins, qui gardent toute leur valeur en thérapeutique préventive. Nombreuses sont les maladies dont l'apparition peut être évitée avec quasi certitude par l'injection d'extraits bactériens : variole, diphtérie, typhoïde, etc. Si, toutefois, l'usage des vaccins ne s'est généralisé que dans la lutte contre quelques-unes de ces infections, c'est que la vaccination contre certaines d'entre elles présente l'inconvénient de provoquer des réactions qui sont parfois assez violentes.

L'isolement des principes actifs contenus dans les corps bactériens et leur utilisation à l'état pur ne donneraient-ils pas de meilleurs résultats ?

Antigènes et anticorps

L'étude des phénomènes d'immunité montre, on le sait, que l'injection dans un organisme animal de certaines substances appelées *antigènes* provoque, par un mécanisme d'autodéfense, la formation d'*anticorps* ayant la propriété de les précipiter. Tel est en particulier le cas des toxines microbiennes, dont la présence déclenche l'élaboration d'anticorps susceptibles de les neutraliser. La vaccination consiste précisément à faire apparaître ces anticorps dans l'organisme par l'administration d'extraits microbiens de virulence atténuée.

Depuis les travaux d'Avery et Heidelberger sur les différents types de pneumocoques, il est classique de considérer les antigènes comme des combinaisons chimiques de deux corps : une protéine banale servant de support et un « haptène » spécifique, de nature glucidique, différent pour chaque espèce microbienne. Chacun de ces deux corps pris séparément serait incapable de faire réagir l'organisme, de même qu'aucune des deux extrémités d'une clef brisée ne peut servir à ouvrir une serrure : il faut en une seule pièce celle qui sert de levier et celle qui pénètre spécifiquement dans la serrure. Malheureusement, la fragilité de la liaison protéine-haptène rend extrêmement délicat l'isolement de l'antigène complet. En fait, on n'a encore pu extraire des pneumocoques que les polysaccharides spécifiques considérés comme haptènes.

Mais, si l'on a longtemps cru, sur la foi d'expériences effectuées sur des lapins, que l'haptène seul était *toujours* incapable d'exercer une action antigénique, force a été de réviser cette notion lorsque certains expérimentateurs ont voulu la contrôler en opérant sur d'autres espèces animales. On est en effet parvenu à vacciner efficacement des souris contre l'infection pneumococcique expérimentale au moyen d'haptènes polysaccharidiques inactifs sur le lapin. Le même résultat a même été obtenu sur l'homme. Ces différences de comportement s'expliqueraient, selon Boivin et Delaunay (1), par la

(1) Voir la Presse Médicale, 12 janvier 1946, page 16, et 8 février 1947 page 100.

facilité plus ou moins grande avec laquelle les macromolécules hapténiques seraient capturées par les cellules des organes lymphoïdes, auxquelles ces auteurs attribuent la fonction d'élaboration des anticorps.

Les résultats partiels obtenus sur la souris et l'homme, tant avec les polysaccharides des pneumocoques qu'avec ceux de certains salmonellas, permettent dès à présent d'espérer que les vaccins bactériens complets pourront être un jour remplacés par des polysaccharides spécifiques libres.

L'expérience américaine

Les expériences menées depuis 1944 par Heidelberger sur les élèves de l'école technique de l'armée de l'air américaine autorisent même à envisager de prochaines réalisations pratiques dans ce domaine. La moitié de ces jeunes gens fut en effet vaccinée contre divers types de pneumocoques (I, II, V, et VII) au moyen d'une unique injection de quelques centigrammes de chacun des polysaccharides spécifiques correspondant à ces types, cependant que l'autre moitié recevait une injection d'eau salée, mais croyait être vaccinée effectivement elle aussi. Les sujets se présentèrent au choix devant le médecin qui injectait le vaccin ou devant celui qui injectait l'eau salée. Ils ne remarquèrent entre eux aucune différence, ce qui prouve bien l'absence de toute réaction d'injection.

Au cours de l'hiver suivant, la morbidité par pneumocoques I, II, V et VII s'avéra bien plus faible chez les sujets vaccinés que chez les autres, qui servaient de témoins à leur insu. Par contre, la morbidité due aux autres types de pneumocoques, dont les polysaccharides spécifiques ne figuraient pas dans le vaccin utilisé, affecta des proportions analogues dans l'un et l'autre groupe.

Il ne s'agit certes encore que de travaux préliminaires qui devront être complétés par des études méthodiques. Il n'en reste pas moins que le remplacement des vaccins microbiens par des corps chimiques spécifiques apparaît réalisable à assez brève échéance. L'absence de réactions d'injection, locales ou générales, rendra alors possible le maintien d'une immunité complète et permanente grâce à des revaccinations périodiques moins espacées qu'actuellement. Rien n'empêchera même, comme le suggèrent MM. Boivin et Delaunay, d'associer aux polysaccharides bactériens les anatoxines correspondantes, chimiquement pures elles aussi, de façon à obtenir une vaccination double antibactérienne et antitoxique.

Ces progrès, qui marqueront une nouvelle étape dans l'éviction de l'empirisme médical par la science biochimique, revêtiront une signification plus considérable encore le jour où la synthèse chimique des polysaccharides sera réalisée. La vaccination relèvera alors uniquement du domaine chimiothérapeutique.

SOUFFLERIES SUPERSONIQUES

par Y. MARCHAND

L'augmentation incessante de la vitesse des avions au cours des dernières années et l'apparition des engins spéciaux à propulsion par fusée ont imposé de nouvelles tâches aux savants et techniciens afin de dégager, par les essais en souffleries, les lois de l'écoulement du fluide gazeux autour des profils de formes inédites imaginées pour les voilures des appareils rapides, et d'étudier le comportement de ces derniers en fonction des efforts qui s'exercent sur leurs gouvernes aux vitesses égales et supérieures à la vitesse du son. Les projectiles des balisticiens ont depuis longtemps pénétré le domaine supersonique, dépassant largement les quelque 340 m/s qui marquent sa limite inférieure. Quelques intéressants que soient les résultats obtenus au cours des tirs, ils ne peuvent fournir l'analyse expérimentale minutieuse qui est indispensable à l'établissement d'appareils destinés aux très grandes vitesses. La technique des souffleries supersoniques a dû être considérablement développée ; leurs dimensions sont encore faibles, car elles mettent en jeu des puissances considérables, mais elles ont déjà apporté des contributions capitales aux recherches théoriques sur des phénomènes qui diffèrent dans leur essence de ceux de l'aérodynamique subsonique, aussi bien qu'à la réalisation de prototypes de hautes performances.

Les « ondes de choc »

LORSQU'UN corps quelconque se déplace à travers l'atmosphère, il y engendre des variations locales de pression qui se propagent en tous sens. La vitesse de cette propagation n'est autre que celle des ondes sonores, car celles-ci ne sont précisément pas autre chose que des ondes de variation de pression.

On voit immédiatement (fig. 1 et 2) que les phénomènes mis en jeu par le mouvement du corps doivent être d'essence fondamentalement différente suivant que la vitesse de ce mouvement est inférieure ou supérieure à la vitesse de propagation des variations de pression, c'est-à-dire à la vitesse du son (1). Dans le premier cas, les perturbations se propagent plus rapidement que le corps qui les a engendrées et vont toujours le précéder. Dans le second, c'est le corps qui précède toujours les perturbations dues à son passage. Il traînera toujours en quelque sorte celles-ci à sa suite, inscrites dans un cône de révolution dont il est le sommet et d'autant moins ouvert que sa vitesse est plus élevée.

La même distinction se trouve mise en évidence si, au lieu de considérer un corps mobile à travers une atmosphère au repos, on suppose le corps immobile dans un courant d'air. On pouvait, dans le premier cas, avoir affaire à un projectile ou un avion ; le second est celui des souffleries. Le corps immobile étant toujours la source de perturbations, celles-ci se propagent avec la vitesse du son sous la forme d'ondes sphériques qui sont entraînées par le courant d'air. Si la vitesse de ce courant n'est pas trop grande, ces ondes intéresseront toujours tout l'espace ; mais, si la vitesse dépasse celle du son, elles seront incapables de remonter le courant et ne parviendront qu'à une partie de l'espace,

celle contenue dans un cône de révolution, tout à fait analogue à celui que nous avons rencontré précédemment ; il aura pour sommet le corps et sera d'autant plus effilé que la vitesse du courant d'air sera plus grande. L'un et l'autre pourront être caractérisés par leur ouverture, ou angle au sommet ; on préfère considérer en pratique la moitié de cet angle, c'est-à-dire celui que forme une de ses génératrices avec son axe, appelé angle de Mach ; l'inverse du sinus de cet angle est une quantité d'expression très simple puisqu'elle n'est autre que le rapport de la vitesse du mobile (ou celle du courant d'air) à la vitesse du son. Ce rapport est appelé nombre de Mach, et on voit qu'un nombre de Mach inférieur à 1 caractérisera le domaine des écoulements subsoniques et qu'un nombre de Mach supérieur à 1 caractérisera le domaine des écoulements supersoniques.

Ce cône est ce que l'on appelle une « onde de choc » ; elle marque une discontinuité de l'espace, qui sépare une zone perturbée d'une zone non perturbée. De telles discontinuités apparaissent également entre une zone d'écoulement supersonique et une zone d'écoulement subsonique. C'est ce que montre la figure 3, où l'on suppose qu'un écoulement gazeux s'effectue de gauche à droite avec une vitesse décroissante, supérieure à celle du son à gauche de l'axe S, inférieure à droite de cet axe, le passage à la vitesse du son s'effectuant sur cet axe. On voit que les ondes qui seraient émises en un point quelconque du domaine subsonique et qui se propagent dans toutes les directions remontent le courant, mais sont incapables de dépasser le front S et de pénétrer dans le domaine supersonique. Toutes ces perturbations qui s'accumulent sur le front S se condensent en une « onde de choc ».

On se rend compte facilement que le passage inverse du subsonique au supersonique ne donne lieu à aucune concentration d'ondes ; celles qui descendent le courant sont entraînées sans obstacle, tandis qu'aucune onde provenant du domaine supersonique ne remonte le courant.

(1) Voir « L'aérodynamique des grandes vitesses » Aviation 1946, édité par Science et Vie, p. 11).

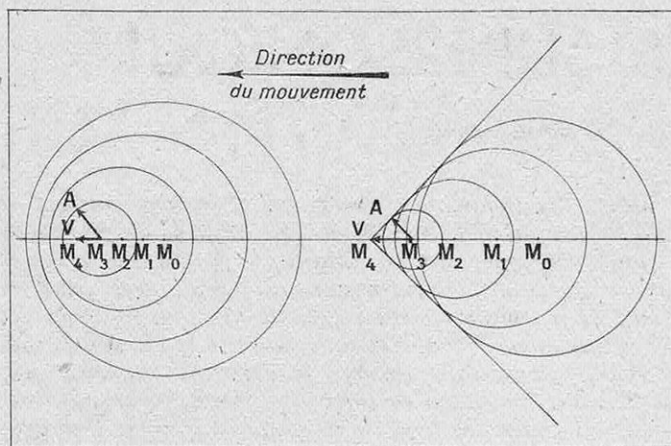


FIG. 1. — PROPAGATION DE L'ONDE ENGENDRÉE DANS UN FLUIDE PAR UN CORPS EN MOUVEMENT

Le mobile occupe successivement les positions M_0, M_1 . Lorsque la vitesse de son déplacement est inférieure à la vitesse du son (à gauche), les ondes émises le précèdent toujours. Dans le cas où sa vitesse est supérieure à celle du son (à droite), les ondes émises suivent le mobile et s'inscrivent dans un cône de révolution dont il est le sommet et qui partage l'espace en deux zones, une non perturbée, l'autre perturbée par le mouvement du corps. La vitesse du mobile est représentée par les segments égaux $M_0M_1, M_1M_2, M_2M_3, M_3M_4$ sur les deux figures, et la vitesse du son par le segment M_0A_1 .

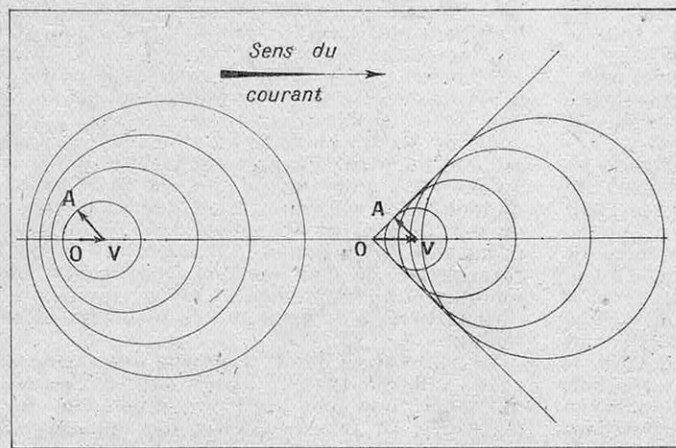


FIG. 2. — PROPAGATION D'UNE ONDE DANS UN COURANT

Cette figure est pratiquement identique à la précédente, mais il s'agit ici d'un obstacle fixe O dans un courant. A gauche, la vitesse de ce courant OV est inférieure à la vitesse du son VA; à droite, elle lui est supérieure et les ondes restent inscrites dans un cône de sommet O.

L'onde de choc, surface de discontinuité de pression et de vitesse est un des phénomènes typiques des écoulements à grande vitesse (fig. 4).

La vitesse du son joue donc un rôle important en aérodynamique, séparant la gamme des vitesses en deux parties régies par des lois profondément dissemblables. Les propriétés des écoulements sont totalement différentes en régime subsonique et en régime supersonique : la transition s'effectue dans la zone transsonique, accompagnée de phénomènes encore très mal connus.

Du domaine subsonique au domaine supersonique

Tant que l'on s'en tient aux faibles vitesses, inférieures à la moitié de la vitesse du son (nombre de Mach inférieur à 0,5), c'est-à-dire à quelque 600 km/h, on demeure dans ce que l'on appelle le domaine des fluides incompressibles, ainsi appelé parce que la densité de l'air peut y être considérée comme constante. Au delà, les phénomènes de compressibilité commencent à se manifester (1), pour une valeur de la vitesse qui varie avec le profil d'aile choisi et qui caractérise le « nombre de Mach critique ». A ce moment, la vitesse de l'écoulement de l'air autour du profil atteint localement la vitesse du son, et de petites ondes de choc se forment là où, de supersonique, l'écoulement redevient subsonique; mais on n'observe encore rien de spécial quant à la traînée et à la portance (2). Il faut atteindre un nombre de Mach de 0,65 environ pour constater une augmentation très nette de celle-ci, qui atteint son maximum vers 0,72. A ce moment, une cassure se produit : la portance baisse rapidement tandis que, simultanément, la traînée qui se relevait lentement subit une brusque majoration (fig. 5). C'est que l'approche de la vitesse du son se fait sentir : les petites ondes de choc locales se groupent en un front important qui modifie l'écoulement autour du corps et engendre des perturbations notables. Ces phénomènes ont déjà été observés sur les appareils en piqué; le fuselage, les ailes et l'empennage sont le siège de vibrations dangereuses enlevant toute stabilité à l'appareil, et le pilote perd pratiquement le

(1) Voir « L'avion pourra-t-il aller plus vite que le son ? » (Science et Vie, n° 225, mars 1936.)

(2) Les caractéristiques d'une aile, pour une incidence donnée, sont sa traînée R_x et sa portance R_z , projections horizontale et verticale de la force aérodynamique s'exerçant sur l'aile. Comme ces deux quantités sont, pour les basses vitesses et en première approximation, proportionnelles à la densité d'air, à la surface par la quantité $\frac{\rho}{2} SV^2$:

$$C_x = \frac{R_x}{\frac{1}{2} \rho SV^2}$$

$$C_z = \frac{R_z}{\frac{1}{2} \rho SV^2}$$

ρ étant la masse spécifique de l'air, S la surface de l'aile et V la vitesse. Ce sont des coefficients sans dimensions, qui restent à peu près constants aux vitesses nettement subsoniques.

contrôle de son avion, dont les gouvernes ne répondent plus.

Si l'on étudie en soufflerie l'écoulement en régime supersonique autour d'un profil biconvexe symétrique à bord d'attaque pointu, sous incidence nulle (fig. 6), on constate l'apparition d'une onde de choc à l'avant, correspondant à un brusque relèvement de pression, puis d'un grand nombre d'ondes de détente dont l'inclinaison va en diminuant du bord d'attaque au bord de fuite, la pression décroissant simultanément, et enfin d'une onde de choc au bord de fuite qui ramène, par une nouvelle augmentation, la valeur de la pression à celle qui régnait dans la zone non perturbée à l'avant du corps ; la partie postérieure du profil se trouve donc en dépression par rapport à cette zone.

Si le bord d'attaque présente une forme arrondie, l'onde de choc à l'avant ne « colle » pas à l'obstacle, mais s'en détache légèrement. La résistance est augmentée par rapport au profil précédent ; c'est ce qui fait adopter en régime supersonique les profils à bord d'attaque pointu de préférence aux profils à bord d'attaque arrondi. Les projectiles ont une ogive pointue pour la même raison de moindre résistance à l'avancement.

Convergenents et divergenents

Des différences fondamentales s'observent également dans les modalités de l'écoulement du fluide gazeux à l'intérieur d'un conduit de section variable, ce qui est le cas des tuyères des souffleries.

D'une façon générale, en régime subsonique, la vitesse de l'air augmente dans un convergent et diminue dans un divergent, tandis que la pression varie en sens inverse. C'est ainsi que le refroidissement des moteurs d'avions s'effectue au moyen de radiateurs logés soit à l'intérieur de l'aile, soit dans le fuseau-moteur, soit dans le fuselage ; pour obtenir un bon rendement, il faut réduire au minimum les pertes de charge, donc la vitesse de l'air dans le radiateur ; la résistance de frottement varie, en effet, presque comme le carré de la vitesse, alors que la quantité de chaleur échangée varie seulement comme la puissance 0,8 de la vitesse. Le radiateur est donc placé dans un carénage approprié qui présente la forme d'un divergent-convergent.

Un carénage semblable constitue essentiellement le *statoréacteur*, l'un des moteurs à réaction les plus simples, en principe, dépourvu de tout organe mobile. Aucun compresseur ne donne à l'air la pression sous laquelle il pénètre dans la

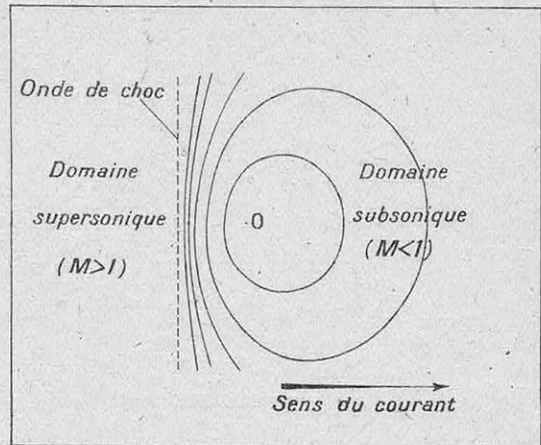


FIG. 3. — COMMENT SE FORME L'ONDE DE CHOC AU PASSAGE DU RÉGIME SUPERSONIQUE AU RÉGIME SUBSONIQUE

Les ébranlements dus à la présence de l'obstacle O dans la zone subsonique ne peuvent remonter le courant au delà de l'axe S, qui marque le passage au domaine supersonique. Ils s'y accumulent et engendrent une onde de choc en S.

chambre de combustion ; celle-ci est obtenue par la seule forme du dispositif : précédant l'emplacement de la chambre de combustion se trouve un divergent dans lequel la pression de l'air augmente tandis que décroît sa vitesse. Une fois la combustion terminée, les gaz traversent un convergent dans lequel leur vitesse croît tandis que les sections diminuent ; ils fournissent ainsi à l'appareil une poussée plus forte qui permet un meilleur rendement de propulsion (1).

Cette loi d'écoulement fournit également le principe de la soufflerie subsonique qui comporte un convergent dans lequel la vitesse augmente, atteignant sa valeur maximum à la chambre d'expériences, pour diminuer à nouveau dans un diffuseur divergent (2).

Lorsque l'écoulement devient *supersonique*, les lois sont inversées : la vitesse augmente dans le divergent, où les sections vont en croissant,

(1) Voir *Science et Vie*, n° 336 (septembre 1945), page 102.

(2) Voir « Des avions en vraie grandeur dans des souffleries géantes » (*Science et Vie*, n° 226, avril 1936).



FIG. 4. — ÉCOULEMENT AUTOUR D'UN PROFIL FUSÉLÉ EN RÉGIME SUBSONIQUE (A GAUCHE) ET SUPERSONIQUE (A DROITE) Il s'agit d'une représentation par un courant d'eau dans un canal à surface libre. On distingue nettement, à droite, les ondes de choc en régime supersonique. (Brown Boveri).

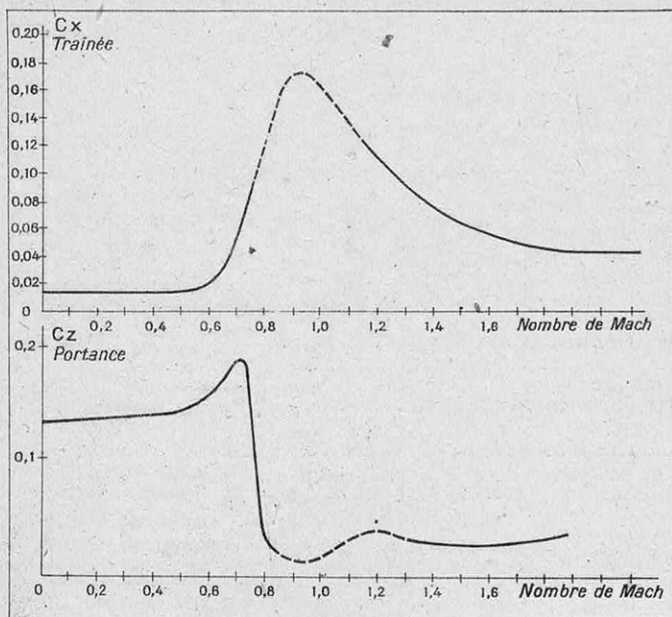


FIG. 5. — VARIATION DE LA PORTANCE ET DE LA TRAINÉE EN FONCTION DE LA VITESSE

Ces graphiques montrent le comportement d'une aile d'un bon profil classique et d'épaisseur relative 15 % en fonction de la vitesse. On voit que les coefficients de trainée C_x et de portance C_z restent constants jusqu'à un nombre de Mach de $M = 0,6$; au-dessus de cette valeur, la portance, après une légère augmentation, s'effondre brusquement tandis que la trainée s'accroît rapidement; l'impossibilité d'essais en soufflerie aux vitesses transsoniques laisse une incertitude sur la forme réelle des courbes aux environs de $M = 1$; aux vitesses supersoniques le coefficient de la trainée diminue, mais ne redescend pas jusqu'aux faibles valeurs du régime subsonique.

pour diminuer avec les sections dans le convergent, tandis que les pressions diminuent dans le divergent et augmentent dans le convergent. La détente dans la tuyère se faisant suivant la loi adiabatique (c'est-à-dire sans échange de

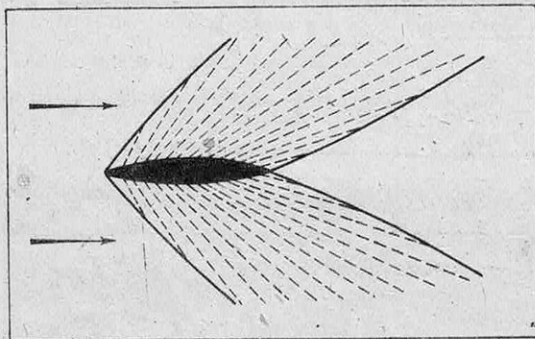


FIG. 6. — ÉCOULEMENT SUPERSONIQUE AUTOUR D'UN PROFIL SYMÉTRIQUE A BORD D'ATTAQUE POINTU SOUS UNE INCIDENCE NULLE

Il se forme à l'avant et à l'arrière deux ondes de choc principales, qui marquent une discontinuité dans la pression et la vitesse des filets d'air. Entre ces ondes prennent naissance une infinité d'ondes moins marquées, accrochées à la moindre rugosité ou variation de courbure du revêtement de l'aile (d'après Buseman).

chaleur avec l'extérieur), il en résulte que, si la température à l'entrée du canal est, par exemple, de 15° , elle sera de -34° au col ($M = 1$) pour une vitesse du son de 310 m/s et de -173° pour $M = 3$ (vitesse de 600 m/s).

Le tunnel supersonique

La constitution d'une soufflerie supersonique varie suivant le rendement que l'on désire en obtenir; elle présente soit la forme classique à un col, utilisée aussi bien en régime subsonique, soit la forme à deux cols qui est plus particulièrement adaptée aux vitesses supersoniques, et offre un meilleur rendement, ainsi que nous le verrons.

L'air traverse successivement, dans la tuyère à un col, un convergent où la vitesse croît jusqu'à la valeur du son, atteinte au col, et un divergent où la vitesse continue d'augmenter suivant les lois du régime supersonique jusqu'à une valeur maximum dans la chambre d'essais; celle-ci est située en avant de la section maximum du diffuseur.

Bien différente est la tuyère à deux cols (fig. 7) qui comporte essentiellement, de l'amont vers l'aval:

- un premier collecteur convergent C_1 dans lequel la vitesse de l'air croît jusqu'à égaler la vitesse du son à sa section minimum ou premier col;
- un premier diffuseur divergent D_1 dans lequel la vitesse continue à croître au delà de la valeur sonique pour atteindre une valeur maximum, fonction des dimensions géométriques de la tuyère;
- à l'extrémité de ce diffuseur, la chambre d'expériences suivie d'un second collecteur C_2 , dans lequel la vitesse décroît avec la section, toujours selon les lois supersoniques, jusqu'au second col de la tuyère;
- un second divergent D_2 , dans lequel la vitesse s'accroît de nouveau légèrement avant de retomber brutalement à une valeur subsonique à travers une onde de choc, et, enfin, un exhausteur qui ramène la pression à la valeur atmosphérique.

L'écoulement de l'air dans la tuyère est obtenu en établissant une différence de pression entre l'atmosphère et l'aval de la tuyère. Au début de l'expérience, tant que l'écoulement est régi sur toute la longueur de la tuyère par les lois subsoniques, la pression décroît dans le premier convergent, puis croît dans le divergent D_1 . Mais, dès que la pression au premier col tombe à 0,527 fois la pression atmosphérique, la vitesse à ce premier col atteint sa valeur maximum, égale à la vitesse du son, et le régime supersonique s'établit dans le divergent D_1 qui fait suite. La divergence de ce premier diffuseur D_1 , dont dépend la vitesse atteinte dans la chambre d'expériences, peut être théoriquement aussi forte qu'on le désire, mais, en pratique, son angle d'ouverture est assez limité: le raccordement avec la chambre d'expériences

doit, en effet, être très progressif afin d'éviter les décollements qui ne manqueraient pas de se produire et augmenteraient les pertes de charge. Le second convergent C_2 , dans lequel on est encore en régime supersonique, aura de même une faible convergence ne dépassant pas 8 degrés.

On doit donner au second col une section plus grande qu'au premier, facilitant ainsi d'une part l'écoulement du fluide, d'autre part l'amorçage du régime supersonique de fonctionnement entre les deux cols. Dans le cas où les deux sections sont égales, ce régime ne peut s'établir tout le long de la tuyère; il prend tout d'abord naissance après le deuxième col et, si l'aspiration augmente, s'amorce sur une faible distance en aval du premier col, aussitôt suivi par une onde de compression et une partie subsonique, pour reparaitre au delà du deuxième col.

C'est à la diminution progressive de la vitesse à travers le convergent-divergent C_2D_2 qu'est due l'amélioration considérable du rendement, dont la valeur restait faible avec le type de tuyère à un col.

La présence des parois de la veine constitue un obstacle sérieux à l'écoulement du fluide, en y introduisant des perturbations qui n'existeraient pas en vol. Aussi utilise-t-on, pour réduire cet effet fâcheux, des maquettes de dimensions faibles par rapport à celles de la chambre d'expériences. L'onde de choc à laquelle donne naissance la maquette se réfléchit sur les parois de la veine: une maquette trop longue rencontrerait cette onde réfléchie qui provoquerait de notables modifications dans son entourage.

Lorsque la vitesse du son est atteinte au premier col, le débit de la tuyère est constant, et, pour faire varier la vitesse dans la chambre d'expériences, on doit agir sur la section de la veine. On emploie à cet effet des *tuyères déformables* dont les parois sont généralement constituées par deux lames flexibles en tôle mince; l'écartement de ces lames est réglable au moyen d'un volant, ce qui permet de modifier à volonté la dimension de la buse.

Souffleries à retour

Les souffleries supersoniques ne sont pas nécessairement du type *Eiffel*, c'est-à-dire avec éjection de l'air dans l'atmosphère à sa sortie du diffuseur (fig. 8). En effet, l'obtention de vitesses dépassant celle du son nécessite la mise en action de puissances considérables et d'autant plus élevées que les proportions de la veine d'expériences sont plus importantes; pour permettre à celle-ci et aux maquettes étudiées de conserver

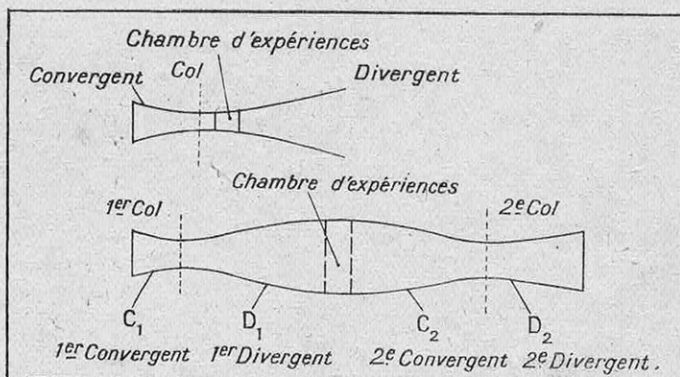


FIG. 7. — SCHÉMAS DE TUYÈRES SUPERSONIQUES A UN COL ET A DEUX COLS

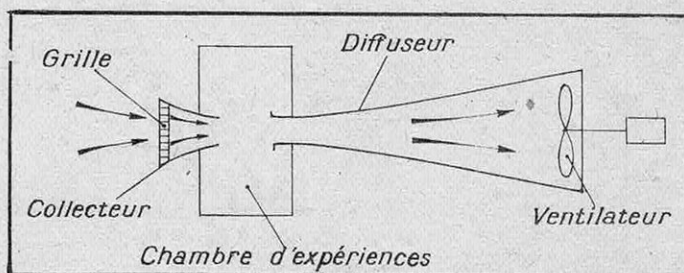


FIG. 8. — SCHÉMA D'UNE SOUFFLERIE TYPE EIFFEL A VEINE LIBRE

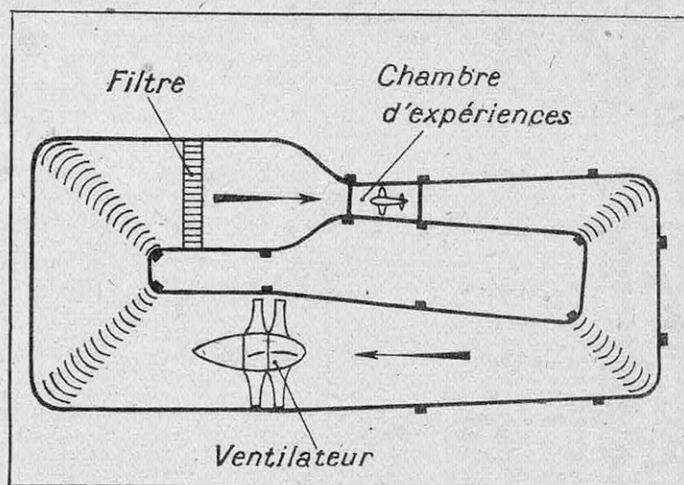


FIG. 9. — SCHÉMA D'UNE SOUFFLERIE A RETOUR

des dimensions convenables sans que l'on ait à développer des puissances excessives, on a intérêt à réduire la masse d'air en jeu pour un volume donné en utilisant dans la soufflerie une atmosphère raréfiée; on obtient ainsi, pour une même puissance fournie, une vitesse supérieure à celle que fournirait une soufflerie analogue fonctionnant à densité normale. Les tuyères à air raréfié sont du type à retour, c'est-à-dire avec circulation de l'air en circuit fermé (fig. 9 et 10).



FIG. 10. — LA SOUFFLERIE DU « NATIONAL ADVISORY COMMITTEE FOR AERONAUTICS » A MOFFET FIELD (CALIFORNIE)

Cette soufflerie est destinée aux essais de maquettes de bombes radioguidées, de fusées et d'avions à réaction. L'air se déplace, en circuit fermé, à une vitesse de 2 400 km/h (double de celle du son), sous l'action de trois soufflantes centrifuges à trois étages, travaillant au régime constant de 5 350 tours/mn; ces ventilateurs sont actionnés par des moteurs électriques fournissant une puissance totale de 10 000 ch. Dans la chambre d'expériences, de 0,28 m² de section, la pression est réglable et peut varier du vide poussé jusqu'à une valeur de 3 kg/cm²; l'humidité peut de même être contrôlée avec précision. On annonce pour ce même laboratoire de Moffet Field la construction d'un nouveau tunnel supersonique où la vitesse dépassera 4 200 km/h (nombre de Mach de 3,6 environ); il fonctionnera par intermittence, au moyen d'un réservoir d'air comprimé dont l'air se détend dans l'atmosphère après avoir traversé la chambre d'expériences, de même section que la veine de la soufflerie précédente pour permettre l'interchangeabilité des maquettes; l'expérimentateur disposera de dix minutes pour les essais.

Outre la possibilité d'y faire varier la densité, leur emploi offre de précieux avantages, tel que celui de la dessiccation de l'air. En effet, si l'humidité est élevée, il se produit sur la paroi intérieure des glaces de la veine, par condensation, un dépôt de buée que l'on doit essuyer fréquemment et qui gêne l'étude optique. Ce phénomène n'a lieu toutefois que pour un degré hygrométrique supérieur à 0,7 environ. Il se produit également, dans ce cas, un choc de condensation peu après le passage au col de la tuyère. Alors, malgré la température très

inférieure à 0° C pour un nombre de Mach au moins égal à 2, c'est un brouillard d'eau qui s'écoule dans la tuyère, brouillard que l'on peut d'ailleurs observer en l'éclairant latéralement, et dont on peut connaître la structure aux différents points de la veine en étudiant la lumière diffusée par les gouttelettes. C'est la présence de telles gouttes d'eau en surfusion qui justifie la formation de givre observée parfois sur les obstacles dans certaines veines. L'existence du choc de condensation et les évolutions du brouillard dans la tuyère engendrent des perturbations assez importantes pour modifier l'écoulement de l'air.

On peut encore, dans les souffleries à retour, remplacer l'air par des gaz plus lourds où la vitesse du son a une valeur moindre. Les phénomènes de compressibilité y apparaissent donc plus tôt et la puissance nécessaire pour leur étude se trouve diminuée d'autant.

Signalons toutefois que ce type de tunnel présente un inconvénient important, surtout aux vitesses supersoniques; la température augmente rapidement sous l'influence des frottements le long des parois et des pertes d'énergie au passage à travers le ventilateur. L'emploi d'un circuit fermé nécessite donc un réfrigérant qui ramène la température à la valeur ambiante. Par exemple, dans la soufflerie de l'École Polytechnique fédérale de Zurich (fig. 11), qui fut une des premières souffleries supersoniques construites, le refroidissement est assuré par un radiateur à lames à trois étages. Cette sujétion est largement compensée par le gain de puissance et les possibilités offertes.

Une soufflerie analogue à celle de Zurich et fonctionnant également en atmosphère raréfiée a été construite, en 1935, à Guidonia près de Rome. Pour y réaliser une similitude plus parfaite entre les essais en soufflerie et les essais en vol, le nombre de Reynolds (1) a été augmenté

(1) La similitude des écoulements dans des conditions différentes d'essais serait réalisée, dans un fluide parfait, par la simple similitude des maquettes. Dans un fluide incompressible visqueux, elle est réalisée par la constance du produit de la vitesse par la longueur de la maquette, et, si la viscosité varie,

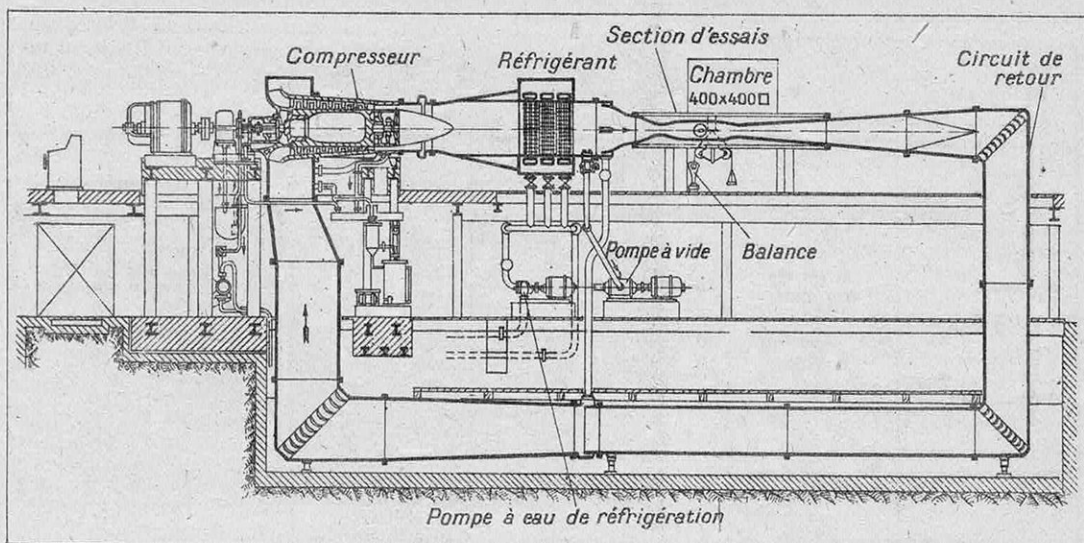


FIG. 11. — LA SOUFFLERIE SUPERSONIQUE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE ZURICH

Cette soufflerie, construite sous la direction du professeur Acheret, est du type « à retour » et fonctionne sous pression réduite, ce qui permet d'atteindre des vitesses élevées, sans dépasser 900 ou 1 000 ch de puissance. L'énergie est fournie à l'air par un compresseur du type axial à treize étages, qui offre l'avantage de s'adapter sans difficulté à différents régimes de marche, par exemple sous faible pression et grand débit ou inversement. Il suffit pour cela de démonter un plus ou moins grand nombre d'aubages directeurs, de sorte que les roues correspondantes ne produisent pas de pression et consomment peu de puissance. Un moteur à courant continu entraîne le compresseur par l'intermédiaire d'un engrenage qui porte à 3 800 t/mn sa vitesse de rotation. On atteint ainsi un rapport maximum des pressions égal à 2,4 environ, ce qui permet une vitesse double de celle du son.

et l'on travaille avec une densité de l'air plus forte ; mais la puissance nécessaire s'en trouve fortement accrue.

Le fonctionnement des souffleries

On peut encore classer les souffleries suivant le mode de production de l'énergie motrice ; on distingue les souffleries *par aspiration*, dans lesquelles l'air est mis en mouvement par un ventilateur à grande puissance ; les souffleries *à suction* qui fonctionnent par détente de l'air atmosphérique dans un réservoir où règne un vide poussé ; d'autres enfin qui reçoivent l'air d'un réservoir où il est comprimé sous très forte pression. Ces deux derniers types, fonctionnant par intermittence, demandent une moindre puissance.

par la constance du nombre de Reynolds, quotient du produit précédent par le coefficient de viscosité cinématique du fluide, qui est fonction de sa nature, de sa température et de sa densité (il varie en raison inverse de la densité). C'est ce qui explique la valeur rigoureuse, du point de vue écoulement du fluide, des essais qui seront faits sur une maquette au dixième à condition de multiplier la vitesse par 10 ou bien de faire les essais dans un air dix fois plus dense. Aux vitesses élevées, où intervient la compressibilité, on s'attache à réaliser l'égalité des nombres de Mach, en négligeant le nombre de Reynolds qui est alors de moindre importance.

Aux États-Unis, les services du N. A. C. A. (National Advisory Committee for Aeronautics) ont monté à Langley Field une installation qui fonctionne dans des conditions assez spéciales. C'est un cylindre de 2,50 m environ, dans lequel de l'hélium sous pression très élevée catapulte

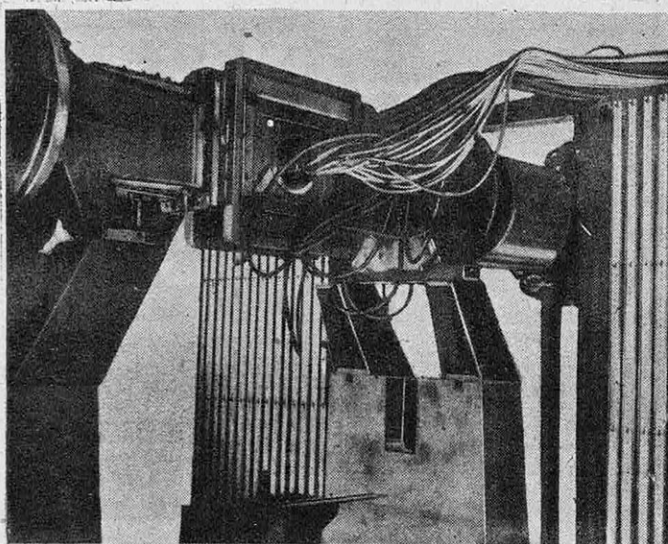


FIG. 12. — SOUFFLERIE SUPERSONIQUE DU CENTRE D'ÉTUDES DE MÉCANIQUE DES FLUIDES

On remarquera sur la photo les prises de pression reliées aux multi-manomètres qui mesurent les différences entre les pressions à l'intérieur de la veine et la pression barométrique ambiante.

DÉSIGNATION	TYPE	SECTION en cm × cm	VITESSE	MÉTHODES d'essai	PUISSANCE	REMARQUES	
<i>Suisse:</i> École Polytechnique fédérale de Zurich.	A retour à 2 cols.	40 × 40	650 m/s (M = 2)		1 000 ch	Compresseur axial à 13 étages; 3 800 tours/mn.	
<i>Italie:</i> Guidonia.	A retour à 2 cols.	40 × 28	650 à 700 m/s		2 500 ch	A nombre de Reynolds élevé.	
<i>Allemagne:</i> Köchel.	A réservoir à vide.	40 × 40 18 × 18	1 500 m/s 1 100 m/s			Durée des essais 15 s.	
Volkenrode-Brunswick :							
A-6.	A aspiration d'air comprimé.		350 m/s (M = 1 + ε)	Balance Göttingen. Méthode interférentielle et méthode des ombres.	1 360 ch	Compresseur à 7 étages, réservoir à vide de 1 000 m ³ ; durée des essais 30 s.	
A-7.	A retour.	30 × 30	1 300 m/s (M = 3,9)		1 360 ch	Même compresseur qu'A-6.	
A-9.	A parois déformables.				8 200 ch	1 ou 2 compresseurs.	
<i>France:</i> C. N. R. S. Bellevue.	A aspiration.	30 (diam.)	1 000 m/s (M = 3)	Multi-manomètres. Méthode des ombres.	200 ch		
C. E. M. F. Javel	2	Horizontales à refoulement (1 col).	Rect.	350 m/s	Multi-manomètres.	3 500 ch	A air comprimé (400 m ³ /mn).
		Verticales à refoulement (1 col).	Rect.	1 000 m/s (M = 3)	Méthodes optiques.		
Poitiers (1946).	Eiffel à aspiration (verticale) à parois déformables.	8 × 6,6 ou 7,7 × 6,6	M = 2 M = 3	Méthodes optiques et à prise de température.	150 ch		
Rateau - La Courneuve (en construction).	A retour à 2 cols à parois déformables.	28 × 20	1 000 m/s (M = 2)	Balance aérodynamique et méthodes optiques (ombres, interf., striosc.).	2 200 ch	Compresseur à 2 corps (7 et 8 roues, 7 200 tours/mn) à turbine à vapeur.	
<i>Angleterre:</i> N. P. L. Teddington.		27 (diam.)	900 m/s (M = 2,7)	Méthodes optiques.	1 500 ch	A ventilateur.	
<i>Etats-Unis:</i> N. A. C. A. Moffet Field.	A retour.	(0,28 m ²)	650 m/s (M = 2)	Balance aérodynamique à ressort. Strioscopie.	10 000 ch	3 soufflantes centrifuges 3 étages (5 350 tours/mn).	
— (projet).	A réservoir d'air comprimé.	(0,28 m ²)	1 200 m/s (M = 3,6)			Durée des essais 10 mn.	
N. A. C. A. Langley Field.			2 000 m/s (M = 7)			Fonctionne dans le fréon 12.	
Berkeley (projet).		2,5 × 9,5 7,6 × 7,6	M = 3 M = 5			Pompes à vide, à vapeur, pression correspondant à l'altitude 80 000 m.	

FIG. 13. — CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPALES SOUFFLERIES EN FONCTIONNEMENT OU EN COURS DE CONSTRUCTION

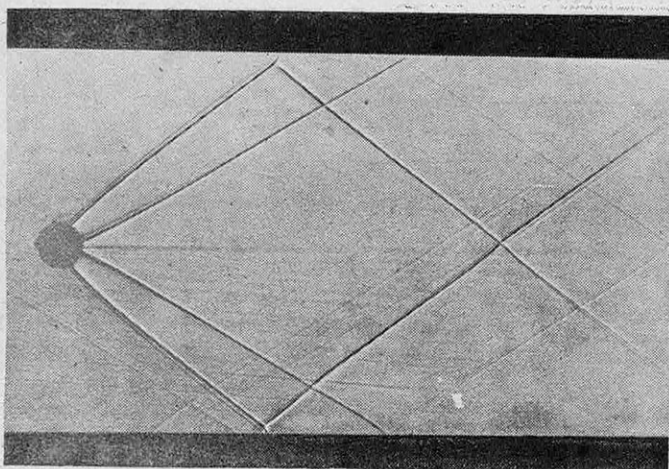


FIG. 14. — ONDE DE CHOC SUR UN CYLINDRE PHOTOGRAPHIÉE PAR LA MÉTHODE DES OMBRES

L'ombre du cylindre n'est pas visible sur la photographie; le cercle noir est l'ombre du support, dont les dimensions sont bien supérieures.

le modèle; la vitesse du son dans l'hélium est de 3 550 km/h; la maquette peut donc l'atteindre sans être gênée par les phénomènes de choc. Elle pénètre ensuite dans une chambre remplie de fréon-12, gaz lourd dans lequel la vitesse du son n'est que de 450 km/h, soit 125 m/s. La maquette s'y trouve donc animée d'une vitesse égale à six ou sept fois celle du son, pour laquelle il faudrait développer, dans une autre soufflerie, une puissance énorme.

Le tableau de la figure 13 indique les caractéristiques de quelques souffleries supersoniques de différents types.

Les appareillages de mesure

Les souffleries supersoniques, comme les souffleries subsoniques, sont destinées à effectuer des mesures de pressions aérodynamiques, de vitesses d'écoulement, d'efforts et de mouvements, et à observer la direction des lignes de courant et la formation des ondes de choc.

Les mesures de pressions statiques dans le fluide et des pressions aérodynamiques s'exerçant sur les différents points des maquettes à l'essai se font par le moyen de multimanomètres à liquide reliés à de petits trous percés sur le bord d'attaque et les deux faces des maquettes ou à des antennes et sondes de types divers qui peuvent être introduites dans la veine (fig. 12).

Les vitesses d'écoulement du fluide peuvent être déduites de la comparaison des pressions statiques et des pressions aérodynamiques effectuées en un même point ou en deux points rapprochés, au moyen d'appareils spéciaux (antennes Pitot doubles, antennes à déflecteurs, tubes de

Venturi, sphère I. M. F. L. à prises multiples, etc.). La résultante aérodynamique et les moments des forces aérodynamiques appliquées à la maquette sont mesurés grâce aux balances aérodynamiques, qui peuvent être à fils, comme par exemple celle de la soufflerie de Zurich, ou rigides, comme la balance à trois composantes du type Göttingen, employée par les Allemands dans les souffleries de l'Institut de Volkenrode-Brunswick (centre important de recherches aéronautiques, construit en pleine forêt pour éviter les indiscretions et les bombardements et qui, terminé vers 1938, groupait environ six tunnels, dont trois au moins supersoniques, dirigés par le professeur Buseman).

La balance aérodynamique dont l'emploi est projeté en France pour la soufflerie supersonique Rateau, et qui s'adaptera aussi bien à la lecture directe qu'à l'enregistrement automatique, permettra de fixer l'incidence ou de la faire varier pendant le fonctionnement de la soufflerie.

Les méthodes de visualisation

Ces méthodes permettent d'étudier le champ aérodynamique sans l'introduction d'aucune sonde; cet avantage est particulièrement apprécié en régime supersonique où toute sonde provoque la formation d'ondes qui perturbent l'écoulement.

La méthode interférentielle est fondée sur la différence des trajets parcourus par les rayons d'un faisceau lumineux qui traversent la veine d'essai et donnent ainsi lieu à des phénomènes d'interférences. Du déplacement des franges causé par la présence des ondes de choc autour de la maquette, on peut déduire la vitesse de l'air dans la soufflerie.

La méthode des ombres permet de même l'exa-

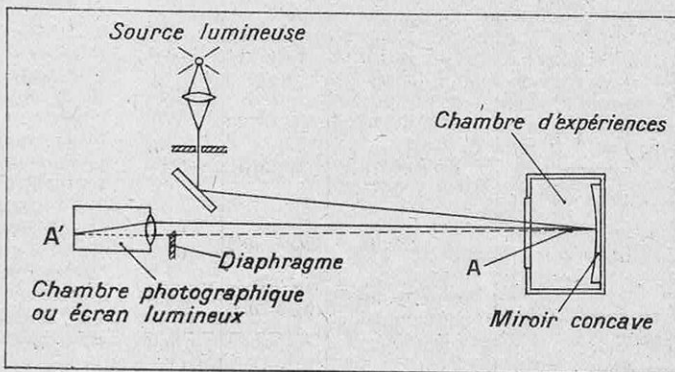


FIG. 15. — SCHÉMA DU STRIOMÈTRE DE TOEPLER

Lorsque la densité du fluide dans la chambre d'expériences croît de haut en bas en un point A, le rayon lumineux est dévié de telle sorte qu'il évite le diaphragme. L'image A' de A est alors claire. Si la densité croît de bas en haut, le rayon lumineux dévie selon le pointillé et est intercepté par le diaphragme: l'image A' est obscure. Les ondes de choc successives apparaissent ainsi sous l'apparence de stries alternativement claires et obscures (d'après Seippel).

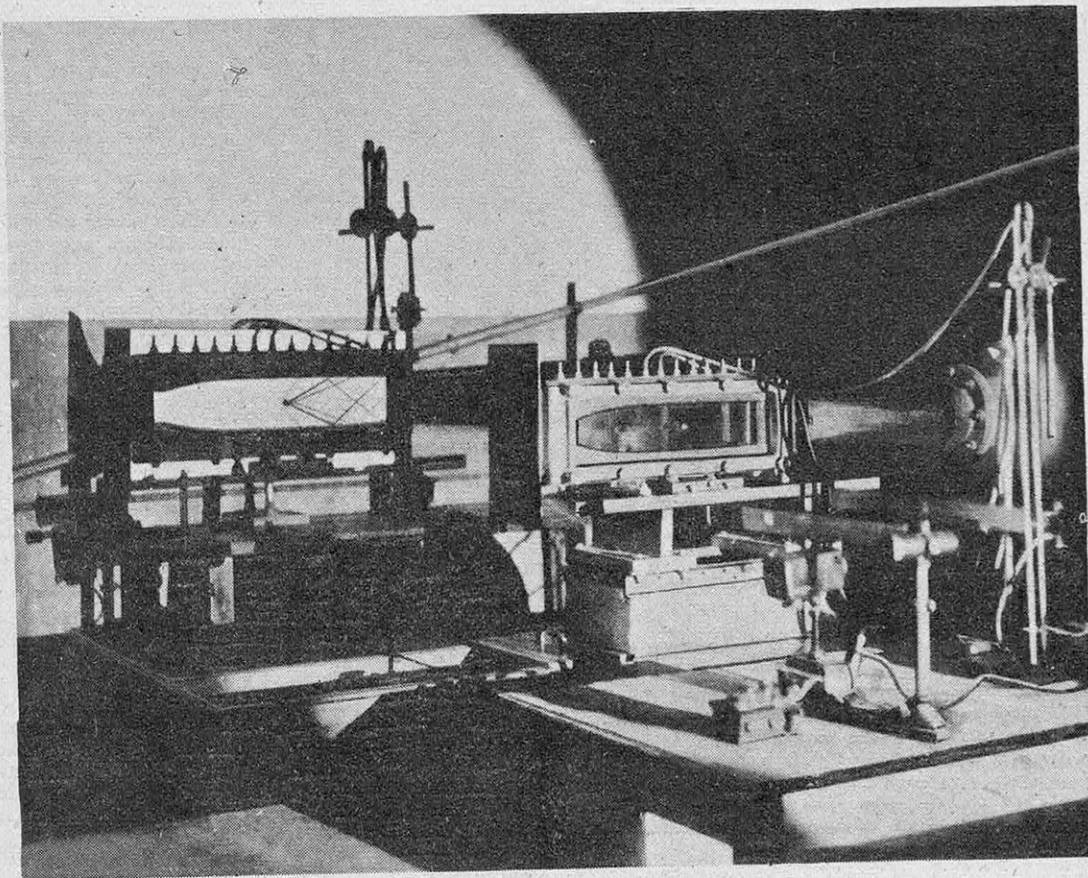


FIG. 16. — LA SOUFFLERIE SUPERSONIQUE DE BELLEVUE

La chambre d'expériences, à parois transparentes, permet la visualisation de l'écoulement par la méthode des ombres. L'onde de choc qui est formée dans la tuyère en présence de la maquette est vivement éclairée et son ombre vient se projeter sur un écran, comme on peut le voir sur la figure. Les dimensions des veines d'essais utilisées restent faibles puisqu'elles ne dépassent pas 20×11 cm.

men et la photographie de l'écoulement par simple projection sur un écran de l'ombre engendrée par un filet fluide qui, jouant le rôle d'un petit prisme, dévie le rayon lumineux ; celui-ci vient se superposer sur l'écran au rayon voisin, soulignant ainsi, par l'augmentation de lumière produite, l'assombrissement correspondant à la position du filet fluide (fig. 14). Cette méthode était employée à Volkenrode-Brunswick, ainsi que la méthode interférentielle.

Enfin, la *strioscopie* est un perfectionnement de la méthode des ombres dont l'emploi est prévu, concurrentement avec les précédentes, dans la soufflerie Rateau (fig. 15).

Les photographies sont prises le plus souvent à la lumière produite par la décharge d'un condensateur dans un projecteur à gaz rare, dont la durée est de l'ordre du milliardième de seconde (stroborama Séguin à éclateur Libessart).

Les supports sont construits de façon à masquer le moins possible le champ aérodynamique.

Les souffleries supersoniques en France : la soufflerie de Bellevue

La France compte à l'heure actuelle un certain nombre de souffleries supersoniques parmi les-

quelles on peut citer celle du Centre national de la Recherche scientifique à Bellevue (fig. 16), celle du laboratoire de Recherches aérodynamiques de Poitiers qui commence actuellement ses essais (fig. 17), celle du Centre d'Études de Mécanique des Fluides qui en compte quatre (fig. 18) et celle de Rateau dont la construction est en cours.

La soufflerie pour grandes vitesses des laboratoires de Bellevue est installée dans une vaste salle basse rectangulaire qui n'a, avec l'extérieur, aucune communication directe et par le fait même assure à la buse un air parfaitement tranquille et sans turbulence. La vitesse est imprimée à l'air au moyen d'une pompe à palettes qui tourne à 600 tours/mn en régime continu, actionnée par un moteur qui fournit normalement une puissance de 200 ch. La soufflerie proprement dite comprend un convergent largement ouvert auquel fait suite un bâti qui supporte la partie utile de la buse ; plusieurs veines d'expériences sont actuellement en étude. Les tuyères, à deux cols, de section rectangulaire, fonctionnent à l'aspiration et sont portées par un bloc en béton isolé du sol par du liège, et prévu pour permettre le montage de différents types de tuyères. Celles-ci sont suivies par

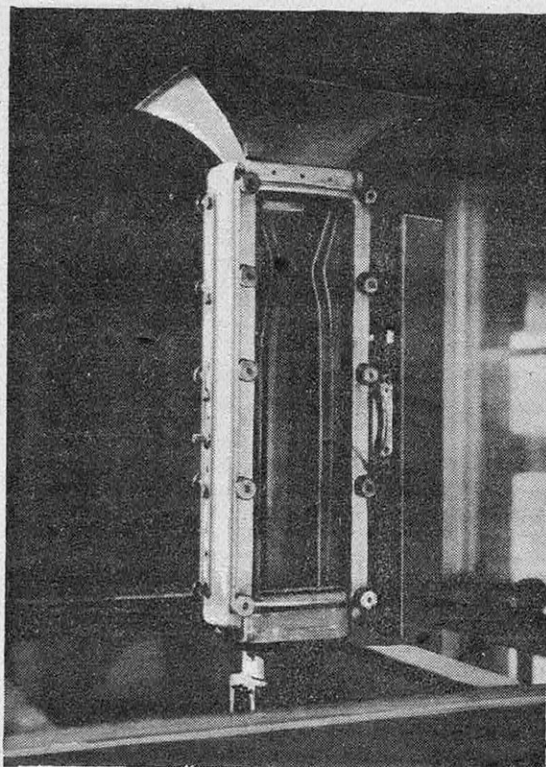


FIG. 17. — SOUFFLERIE VERTICALE DU LABORATOIRE DE RECHERCHES MÉCANIQUES DE POITIERS

Cette soufflerie possède différents jeux de tuyères dont deux pour les vitesses supersoniques. Spécialement équipée pour l'étude des phénomènes thermiques, elle est munie, ainsi que l'ensemble du circuit, de nombreuses prises de température. Les dimensions des chambres sont de $6,6 \times 8,4$ cm et $6,6 \times 7,7$ cm.

un divergent à 7° de 2 m de long qui transforme la section rectangulaire de la veine en une section circulaire de 30 cm de diamètre ; entre le divergent et la pompe est intercalé un tuyau cylindrique de 3 m de long, qui fait office de chambre de « tranquillisation » et atténue l'effet que produiraient les pulsations de la pompe sur l'onde de recompression à l'arrière de la veine.

L'air refoulé par la pompe est évacué à l'extérieur du laboratoire pour éviter l'élévation de température qu'il provoquerait dans la salle. Chacun des bâtis comporte quatorze prises qui permettent de déterminer la pression statique le long de la paroi. Les deux faces de la veine parallèle au plan de l'écoulement sont constituées par des glaces épaisses de 15 mm, qui permettent une excellente visualisation. L'observation des ombres sur l'écran se fait à l'aide d'un éclairage par arc électrique.

Les différentes tuyères dont on peut équiper la soufflerie comportent des chambres d'expériences de section rectangulaire ; à l'heure actuelle, trois ont été réalisées ; on y atteint des nombres de Mach allant jusqu'à 3.

La soufflerie de Poitiers

La soufflerie supersonique des laboratoires de recherches aérodynamiques de Poitiers a été

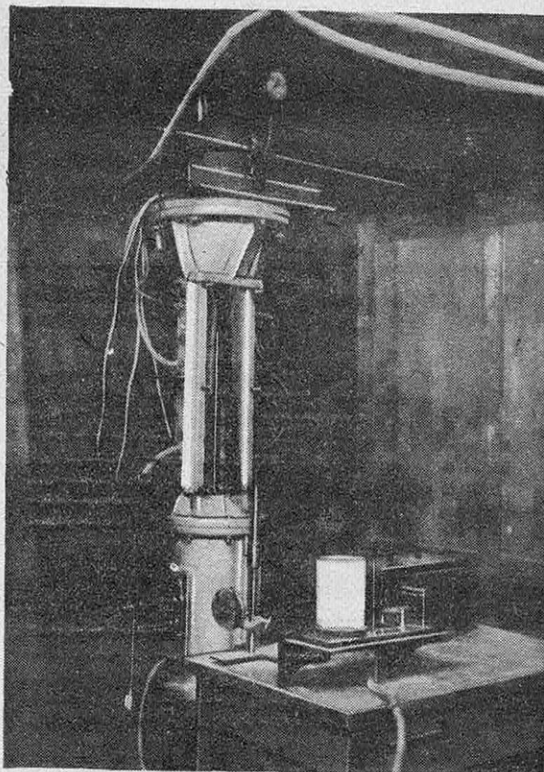


FIG. 18. — UNE DES QUATRE SOUFFLERIES SUPERSONIQUES DU CENTRE D'ÉTUDES DE MÉCANIQUE DES FLUIDES

Dans cette petite soufflerie verticale, on atteint une vitesse égale à trois fois celle du son. La chambre d'expériences a une section rectangulaire de 4×5 cm.

construite en 1946, sous la direction du professeur Poncin et vient de commencer ses essais. C'est une installation à aspiration directe qui puise l'air dans la salle de la soufflerie ; celle-ci comporte un collecteur de section rectangulaire suivi d'une chambre d'expériences rectangulaire de dimensions variables suivant le nombre de Mach que l'on désire obtenir. Les parois fixes de la chambre sont constituées par deux glaces parallèles permettant une bonne étude optique. L'air passe ensuite dans un diffuseur tronconique en tôle qui l'amène à une chambre d'expansion de 80 cm de diamètre et 120 cm de haut. Il est alors aspiré par une pompe à vide qu'entraîne un moteur de 150 ch et traverse un silencieux cylindrique avant d'être évacué à l'extérieur de la salle.

L'installation a été conçue de manière à réduire au minimum les vibrations causées par le groupe moteur-pompe. Des joints élastiques en tôle mince relient la chambre d'expériences d'une part au diffuseur tronconique et, d'autre part, à la pompe à vide. Le groupe est lui-même fixé sur un socle de béton qui communique avec la salle par sa seule base située à 1,40 m au-dessous du niveau du plancher. La plateforme d'expériences, dont le plancher est à 2 m au-dessous du sol, porte une table sur laquelle est solidement fixé le bâti métallique de la chambre d'essais.

Quatre jeux de tuyères peuvent équiper la

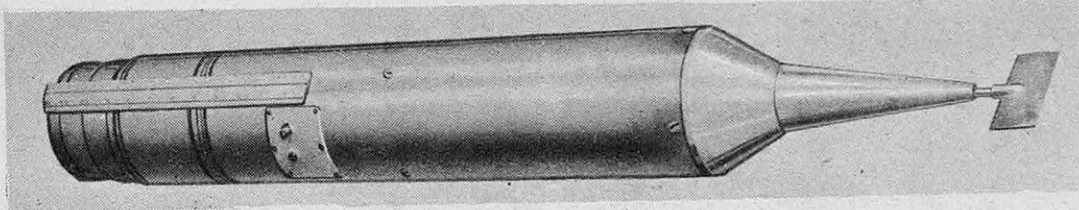


FIG. 19. — UNE FUSÉE R. A. F. T. (ROCKET AIR FOIL TESTER) POUR L'ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DES PROFILS D'AILE AUX VITESSES SUPERSONIQUES

Le profil d'aile à étudier est fixé à la tête de cette fusée, qui transmet au sol par radio les indications relatives à son comportement à diverses vitesses et altitudes.

soufflerie, dont deux seulement sont supersoniques et donnent des nombres de Mach de 2 et 3 pour des dimensions respectives de 60 sur 80 mm et 66 sur 77 mm. La chambre d'expériences est réalisée pour l'étude des phénomènes thermiques et mécaniques tandis que des prises de température situées tout le long du circuit permettent la mesure précise des variations thermiques au passage de l'air.

Les souffleries du C. E. M. F.

Le Centre d'Études de Mécanique des Fluides dispose, dans son laboratoire aérodynamique de Javel, de sept souffleries parmi lesquelles on en compte quatre supersoniques, du type « à refoulement », empruntant l'énergie qui leur est nécessaires à la distribution urbaine d'air comprimé. Le débit est d'environ 400 m³/mn, ce qui équivaut à une puissance d'environ 3 500 ch.

Deux souffleries horizontales sont équipées pour l'étude des trois domaines subsonique, transsonique et supersonique ; la pression dans les chambres est de l'ordre de la pression atmosphérique pour une vitesse voisine de celle du son. Les deux autres souffleries sont verticales et le nombre de Mach y atteint environ 3. La puissance étant obtenue sans immobilisations excessives, on n'a pas recherché un rendement élevé de ces installations ; c'est pourquoi les tuyères qui équipent ces souffleries sont à un seul col, et les diffuseurs courts et largement ouverts. Leurs parois sont généralement constituées par des glaces, pour une meilleure observation des phénomènes et surtout pour la prise des photographies et les mesures optiques. Les petites souffleries verticales utilisent pour leurs essais des ailes de 5 cm de profondeur ou des carènes de révolution de 20 mm de diamètre, tandis qu'on peut expérimenter, dans les souffleries horizontales, des ailes de 8 à 10 cm et des carènes de 30 mm de diamètre.

La soufflerie Rateau

La Société Rateau poursuit actuellement la construction d'une soufflerie supersonique qui fonctionnera en circuit fermé.

La soufflerie comprendra deux buses d'essais composées chacune d'une tuyère, d'une chambre d'expérimentation et d'un diffuseur. Les appareils auxiliaires comporteront :

— un compresseur en deux corps que l'on peut coupler soit en série, soit en parallèle ; le corps à basse pression comporte sept roues axiales de 500 mm de diamètre au moyeu, tandis que le corps à haute pression en compte huit d'un diamètre au moyeu de 450 mm. Lorsqu'ils sont montés en série et tournent à la vitesse

de 7 200 tours/mn, le rapport de compression est maximum et égal à 3,4. La puissance maximum qu'absorbe ce compresseur est de 2 200 ch ;

— une turbine qui entraîne le compresseur ; constituée de sept roues à action, d'un diamètre moyen de 600 mm, elle admet la vapeur à la température de 350° C ;

— le dispositif réfrigérant a été calculé pour donner une température de sortie d'eau maximum 40° C ;

— la soufflerie fonctionne avec de l'air desséché au moyen d'un groupe à neige carbonique ;

— un ensemble pompe à vide-réservoir d'accumulation permet de régler les caractéristiques du circuit d'air en créant une dépression dans les buses d'essai au moment du lancement du compresseur et en y maintenant la pression au niveau voulu, en cours de fonctionnement.

Actuellement, deux chambres d'expériences ont été étudiées dont une seulement est supersonique. Le profil de tuyère qui lui est adapté réalisera un nombre de Mach voisin de 2 avec une section rectangulaire de 280 sur 200 mm. Il est du type à deux cols, le deuxième étant de dimensions réglables pour permettre le meilleur rendement possible.

Les maquettes volantes

Les installations supersoniques se multiplient dans tous les pays où le développement de l'aviation nécessite des études expérimentales poussées. Les résultats qu'elles ont fournis ont permis des progrès considérables dans la technique aéronautique au cours de ces dernières années, et l'on est bien fondé de croire que, de plus en plus, c'est elles que l'on utilisera pour tous les essais aux très grandes vitesses.

Cependant, il est un nouveau procédé d'expérimentation qui se développe rapidement à l'heure actuelle, c'est l'essai sur maquettes volantes ; ces maquettes sont de petits appareils ou simplement de petites ailes montées à l'extrémité de fusées qui, dotées d'un émetteur automatique, transmettent par radio à une station du sol les indications sur leur comportement à tous les régimes (fig. 19). Ce mode d'expérimentation permet d'éliminer les effets perturbateurs des parois et les interactions de toutes sortes qui faussent les résultats des mesures effectuées dans les tuyères aérodynamiques.

Quoi qu'il en soit, la technique des souffleries supersoniques, grâce aux perfectionnements successifs qui y ont été apportés, jouit d'une supériorité incontestable sur les autres procédés qui n'ont guère pour l'instant dépassé le stade expérimental.

Y. MARCHAND

LA FIÈVRE APHTEUSE EST VAINCUE

par J. ENGELHARD

Parmi les diverses maladies épidémiques qui s'attaquent au bétail, la fièvre aphteuse est actuellement la plus redoutable en raison de sa permanence et de la soudaineté avec laquelle, à certaines périodes, elle peut s'étendre aux troupeaux de toute une région, voire de tout un continent. Le vaccin antiaphteux a été découvert juste avant le début de la dernière guerre. Seule de toutes les nations liguées pour la lutte contre ce fléau, la Suisse a pu mettre en œuvre la préparation de ce vaccin sur une grande échelle et appliquer une méthode de prophylaxie si énergique et si bien comprise qu'actuellement elle se trouve complètement débarrassée de cette maladie sur son territoire, ne redoutant plus que des contaminations locales, presque toujours en provenance de l'étranger et vaincues aussitôt que déclarées. C'est grâce à ces mesures que la Suisse, malgré ses propres difficultés de ravitaillement, a pu sauver l'Europe de la famine des produits laitiers, la plus redoutable pour l'enfance. Aujourd'hui, elle est à même de faire bénéficier les pays voisins, et notamment la France, des résultats de son expérience et des produits de ses laboratoires. Mais une coopération internationale étroite est indispensable, et la fièvre aphteuse ne pourra être éliminée du continent que par un effort incessant de tous les pays.

TOUTES les espèces animales sont sujettes à des maladies de caractère microbien susceptibles, à certains moments, de s'étendre rapidement à de nombreux individus. Cet accident s'appelle, lorsque l'homme est en cause, une épidémie et, dans le cas des animaux, une épizootie.

Les animaux domestiques constituent une part importante de la richesse nationale et, à ce titre, requièrent l'intervention des Pouvoirs publics pour combattre par tous les moyens les fléaux qui les menacent.

Les maladies visées par les lois sont : la morve, la dourine, la gale, spéciales aux équidés ; la peste bovine, la péripneumonie contagieuse, la tuberculose bovine, la clavelée du mouton, la gale de la toison, l'anaplasmose, spéciales aux ruminants ; le rouget et la peste des porcs ; la fièvre aphteuse qui s'attaque aux ruminants et aux porcs, les charbons bactérien et symptomatique, la rage, communs à plusieurs espèces. La plus grave, de beaucoup, est la fièvre aphteuse, non pas tant par ses manifestations chez les individus atteints, bien que celles-ci soient parfois foudroyantes, mais par sa permanence endémique, sa virulence périodique, son nomadisme accéléré, et la masse énorme d'animaux de premier intérêt, bœufs, vaches, moutons, porcs, auxquels elle s'attaque.

Parfois bénigne, la fièvre aphteuse est toujours redoutable par les accidents secondaires qu'elle détermine. Sa transmissibilité à l'homme est controversée. Quoique rare, elle paraît évidente.

Même à l'aide des plus puissants ultramicroscopes, on n'a pu encore déceler les agents de la fièvre aphteuse. Ce sont des virus filtrants. Ils se classent en trois familles, peut-être davantage, avec un grand nombre de variations.

La maladie est méthodiquement observée depuis un demi-siècle. Son allure normale est endémique, bénigne, endormie, n'atteignant que quelques individus. Mais périodiquement, tous les sept ou onze ans, elle s'éveille en une

brutale poussée, l'épizootie, de forme plus ou moins grave, déferlant avec une fulgurante rapidité. Des foyers apparaissent sporadiquement, en des points souvent éloignés, sans qu'il soit toujours possible d'établir le lien de contagion. Autour d'eux, la progression s'effectue par des cheminementes souvent imprévus.

La fièvre aphteuse ne se compare qu'à l'influenza de nos pères, qui s'apparente à la terrible « grippe espagnole » de 1918. Elle possède un véritable « génie épidémique ».

Il semble que le cheptel d'un pays manifeste une sorte d'accoutumance à l'égard de la forme endémique momentanément spécifique à ce pays. Mais cette immunité ne joue plus à l'égard d'autres formes importées. Et, quand elles apparaissent, l'épizootie commence.

L'épizootie de 1937

C'est ainsi que la fièvre aphteuse spécifique à l'Afrique du Nord, généralement bien supportée par le bétail autochtone, rend extrêmement aléatoire l'introduction de reproducteurs européens, de rendement supérieur, qui sont décimés par la maladie.

Or, en 1937, le phénomène inverse se produit. Des moutons nord-africains, dont la Métropole fait annuellement une large consommation, débarquent à Marseille. Reconnus aphteux, ils sont bloqués au lazaret, conformément aux règlements de police sanitaire. Mais, sans doute la maladie était-elle déjà en incubation, ou une transgression inexplicable des règlements se produisit-elle, toujours est-il que le fléau se lâché. Parti de Marseille, il ne s'arrête qu'en 1940 devant le *no man's land* entourant à l'époque l'U. R. S. S. Il est même possible qu'il l'ait franchi sans que nous en ayons été informés. Successivement, la France, la Belgique, la Hollande, la Suisse, l'Allemagne, l'Italie, la Pologne, les Balkans sont ravagés. Les dégâts sont évalués en France à 10 milliards de francs de l'époque, ce qui conduit le Gouver-

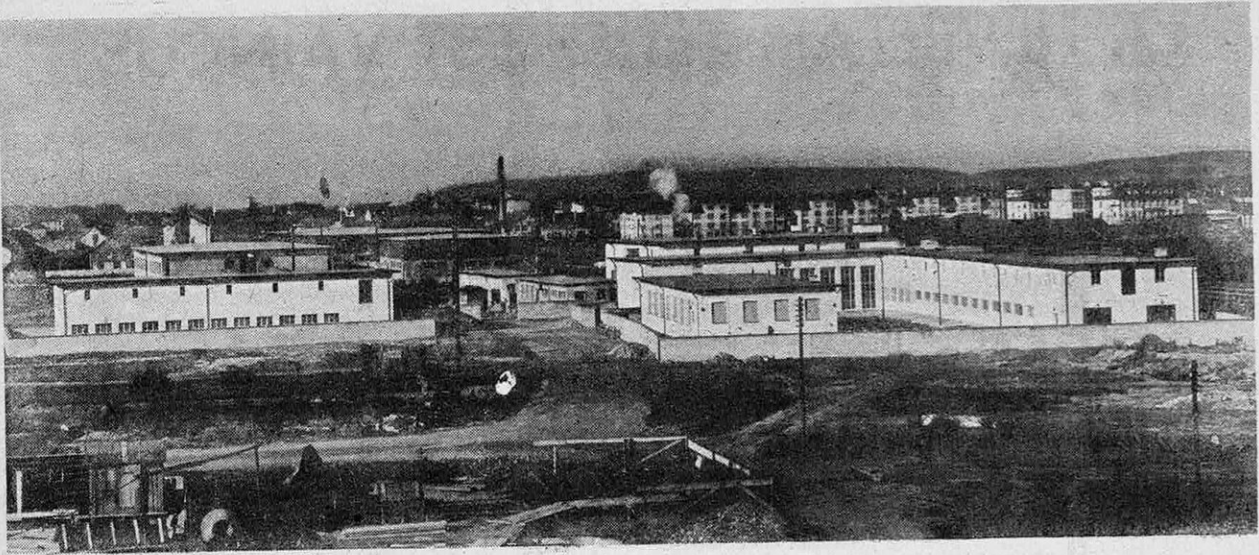


FIG. 1. — L'INSTITUT ANTIAPTHEUX DE BALE, SEUL ORGANISME AU MONDE OUTILLÉ POUR LA PRODUCTION INTENSIVE DU VACCIN CONTRE LA FIÈVRE APTHEUSE

nement à inscrire au budget un crédit d'indemnisation, de 100 millions, d'ailleurs dépensé en pure perte. En Allemagne, ils sont chiffrés à 30 milliards. En Suisse, où les statistiques ont une valeur certaine, 437 023 animaux furent atteints entre 1937 et 1939, et les pertes se chiffrent à 90 millions de francs suisses.

Évolution et contagiosité de la maladie

La fièvre aphteuse se caractérise par son évolution fébrile et son extrême contagiosité. Après une incubation de quatre jours en moyenne, apparaissent les troubles : fièvre, inappétence, diminution de la sécrétion lactée des femelles. La muqueuse buccale est sèche, rouge, douloureuse, la salivation abondante. Puis apparaissent les aphtes primaires, qui éclatent, se multiplient, s'ulcèrent, et sont visibles sur la langue, les lèvres, l'espace interdité et la mamelle. Les altérations de la bouche rendent la préhension des aliments difficile. Celles des onglons s'accompagnent de boiteries.

La maladie peut affecter une forme foudroyante, fréquente chez les jeunes, entraînant la mort en quelques jours, voire en quelques heures. Sinon, les aphtes se cicatrisent entre le huitième et le douzième jour. Après trois semaines, l'animal est considéré comme guéri et non contagieux. Fait capital, il est alors immunisé pour une période de huit mois.

Cependant, les principales pertes ne sont pas dues à l'infection elle-même, mais aux maladies de complication, affections du cœur, des poumons, de l'estomac, de l'intestin, de la matrice, de la peau, de la mamelle et des onglons. Nombreux sont les animaux qui ne se rétablissent jamais malgré tous les soins, et qui dépérissent progressivement. Ces bêtes cachectiques, dépourvues de toute valeur économique, doivent être sacrifiées rapidement.

Les agents de transmission

Le virus sécrété par les aphtes se répand sur les litières, le sol et dans le lait. Celui-ci ne serait

pas naturellement infecté, mais, selon le professeur Nocard, une trace de virus suffit à rendre infectants 50 à 100 l de lait. L'utilisation en est donc légalement interdite. Par contre, sous certaines conditions récemment précisées, la viande est consommable.

L'animal aphteux ne craint plus rien d'une forme déterminée de fièvre aphteuse et cesse

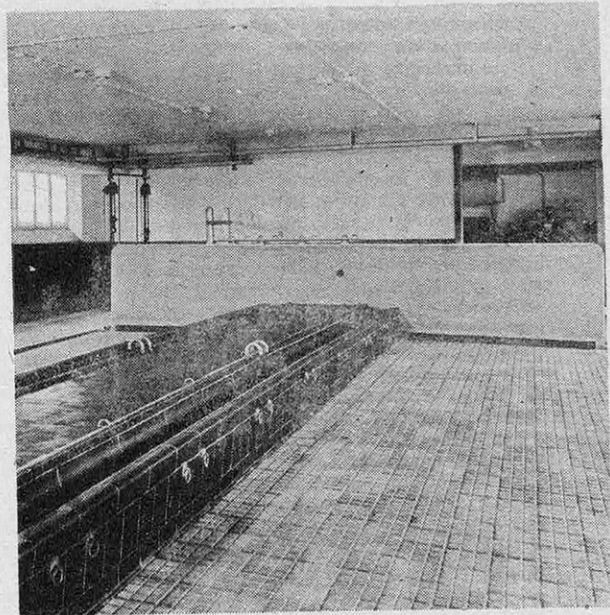


FIG. 2. — LA GRANDE ÉTABLE A VIRUS

Cette étable où se fait l'inoculation peut contenir trente-huit bêtes. Cette photographie a été prise avant l'entrée en service du centre; aujourd'hui, les appareils photographiques et films ne pourraient sortir que par l'autoclave.

d'être contagieux vers le vingtième jour. Mais tout ruminant ou porc, qui s'est trouvé en contact direct ou indirect avec lui, ou qui a simplement mis ses pas dans la poussière foulée par lui, doit être considéré comme contaminé. Et cette contamination peut se produire avant même que la maladie soit déclarée, pendant les quatre jours d'incubation.

Tous les véhicules sont bons au virus. Par sa salive, l'animal malade contamine les aliments de ses voisins d'étable, l'herbe du pré, l'eau des abreuvoirs. Par ses aphtes plantaires, il souille les litières, le sol de la cour, la route. Les doigts du vacher transmettent le virus de mamelle en mamelle. Il s'envole avec la poussière.

De plus, il trouve une quantité infinie de porteurs animés et inanimés, d'autant plus dangereux qu'ils lui sont pour la plupart insensibles. Les habitants de la ferme et du village l'emportent à la semelle de leurs souliers. Le facteur qui va de ferme en ferme, les marchands de bestiaux et le vétérinaire qui entrent dans les étables et prairies sont de dangereux agents de transmission. Encore, ceux-là sont contrôlables. Mais il y a aussi les chiens et les chats, les rats et les souris, les oiseaux, en particulier les étourneaux, que les Anglais accusent, vraisemblablement à tort, d'introduire la fièvre aphteuse dans leurs îles.

Avec les déplacements provoqués par les foires et marchés, la transhumance estivale, les contacts se multiplient en même temps que s'étend considérablement l'aire d'infection. Enfin les transports par voie ferrée, camions automobiles, navires, de bestiaux, pailles, fourrages, viandes congelées, disséminent démesurément la fièvre aphteuse.

Infections successives

Le premier animal atteint est légalement guéri au bout de vingt et un jours. Mais toute l'étable y passe progressivement, l'allure de l'épizootie étant capricieuse. Cela peut durer des mois, en perturbant gravement le travail. Aussi en était-on venu au remède héroïque de l'*aphtisation*, consistant à infecter artificiellement tout le troupeau, par la transmission forcée des sécrétions virulentes.

La proportion des réfractaires est insignifiante. Elle ne dépasse pas 1 %. Encore s'agit-il souvent d'animaux acquis depuis peu et immunisés par une attaque antérieure, ou en état de déficience physiologique. Contrairement à ce qui se passe dans les maladies microbiennes, ce sont en effet les êtres apparemment les mieux armés pour se défendre qui résistent le moins au virus.

Même si, dès la constatation des symptômes aphteux, on entourait d'un mur l'étable constituant le foyer initial, des foyers secondaires apparaîtraient par le fait des contacts et transports qui se sont produits pendant la période d'incubation. Il faudrait tracer de nouvelles « circumvallations » qui, pour la même raison, n'empêcheraient pas l'éclosion de foyers tertiaires.

Ainsi l'épizootie voyage dans le temps et dans l'espace. On sait, à quelques jours près, où et quand elle commence, mais non où et quand elle s'arrêtera. D'autant moins que, si les « circumvallations » isolant les fermes et régions atteintes ont bien été prévues par les règlements de police sanitaire, ceux-ci sont forcément idéaux, fictifs, et souvent transgressés — surtout en France — faute d'une discipline suffisante.

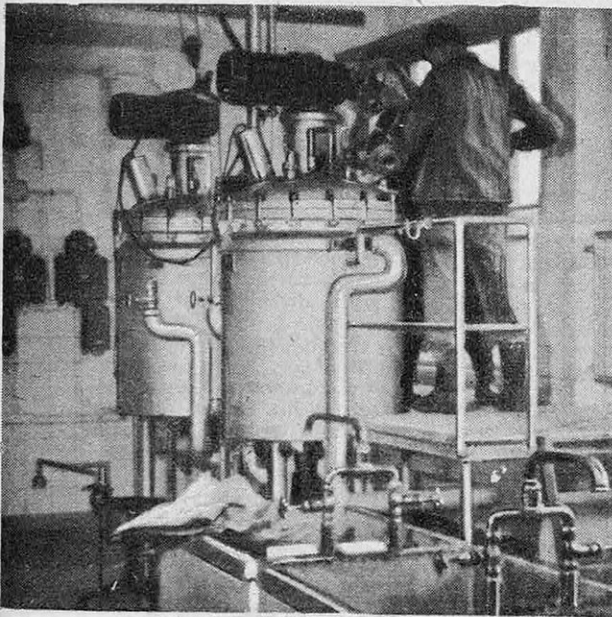


FIG. 3. — LES MALAXEURS AUTOCLAVES

Les différents constituants du vaccin : filtrat contenant le virus et substances chimiques assurant son innocuité et sa conservation, sont introduits dans ces autoclaves où, à 20° C, des agitateurs assurent un brassage prolongé.



FIG. 4. — LA SORTIE DES FLACONS DE VACCIN

Cette photographie montre la sortie du tunnel-autoclave par où passent les flacons de vaccins qui sont désinfectés à l'acide citrique pour détruire tous les germes aphteux susceptibles de s'être déposés sur leurs parois.

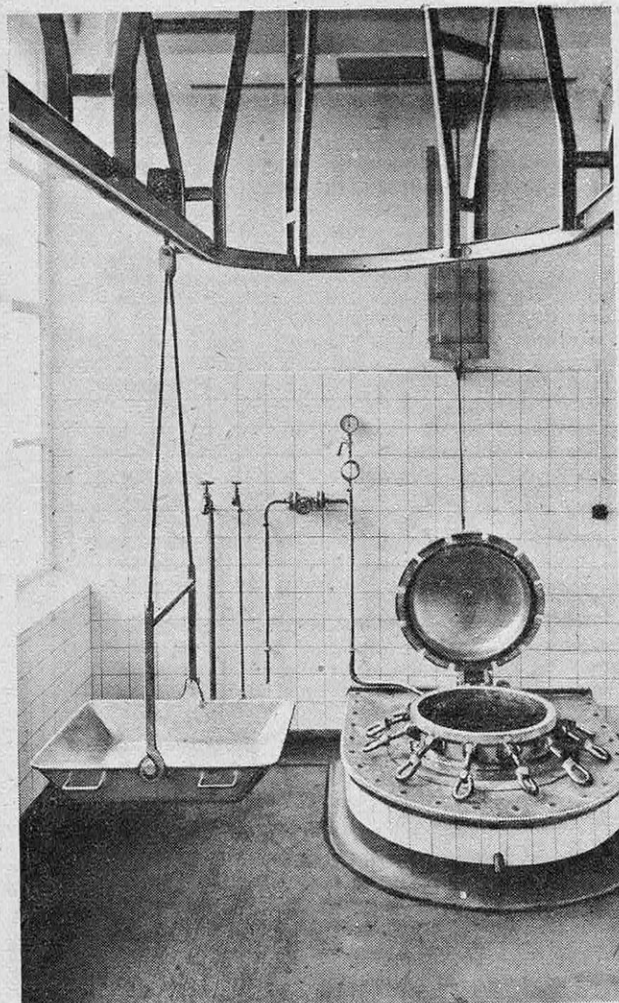


FIG. 5. — L'EXTRÉMITÉ DE LA SALLE D'ABATTAGE ET L'AUTOCLAVE A DOUBLE PORTE HERMÉTIQUE PAR LEQUEL PASSENT LES TÊTES, PATTES ET ABATS DES ANIMAUX POUR DESTRUCTION

Les méthodes de lutte

Il n'y a pas actuellement de remèdes officiellement reconnus à la fièvre aphteuse. Si des soins appropriés peuvent avoir des effets heureux, l'animal contractant cette maladie doit en subir l'évolution jusqu'à son terme.

La technique initiale de lutte consiste donc à prévenir ce mal inguérissable par des mesures de prophylaxie évitant la transmission depuis les foyers reconnus jusqu'aux étables saines. C'est à quoi visent les règlements de police sanitaire.

La déclaration en mairie est obligatoire. Est présumé contaminé tout animal ayant cohabité avec ceux atteints, ou ayant simplement subi le contact d'animaux, personnes, objets, ayant été eux-mêmes en contact avec des bêtes malades. Si la fièvre aphteuse prend un caractère envahissant, tout état malade entraîne la suspicion.

Le maire applique immédiatement toutes dispositions légales, rend compte dans les vingt-

quatre heures au préfet et promulgue, s'il y a lieu, un arrêté prescrivant les mesures exécutoires. L'arrêté détermine le périmètre d'infection. Des écriteaux portant la mention « Fièvre aphteuse » sont apposés sur toutes les voies d'accès. La vente du lait est interdite ; celle des animaux malades n'est autorisée que pour la boucherie, l'abatage ayant lieu dans la localité même. Les bêtes simplement contaminées peuvent, moyennant marquage et enlèvement en matériel roulant, être dirigées sur un abattoir public surveillé par un vétérinaire. En cas d'extension, toutes foires, marchés, rassemblements sont interdits. Seuls les marchés intérieurs des villes sont autorisés, tout animal y parvenant devant être sacrifié. L'arrêté ne peut être levé que quinze jours après guérison du dernier animal atteint, toutes prescriptions relatives à la désinfection étant accomplies.

Mais, pour rationnelles qu'elles soient, ces mesures sont à peu près inopérantes, en raison des agents de transmission de l'épizootie, et de leur vélocité.

L'immunisation préventive

L'animal guéri de la fièvre aphteuse lui est réfractaire pendant environ huit mois. Ce fait laissait entrevoir la possibilité d'une vaccination préventive, déterminant artificiellement l'immunisation.

On connaît le mécanisme de celle-ci. La composition du sang d'un être vivant, maintenue par un mécanisme régulateur complexe et précis, est remarquablement constante. Toute introduction d'une substance organique étrangère détermine instantanément une réaction antagoniste. Le sérum acquiert la propriété nouvelle de détruire les éléments intrus. Tout se passe comme si le sang sécrétait une substance spéciale, échappant jusqu'ici à toute analyse, qu'on appelle « anticorps ».

La première application à la fièvre aphteuse est l'hémoprévention, qui constitue un notable progrès sur l'aphtisation : on injecte du sang, du plasma ou du sérum d'animaux guéris, contenant par conséquent l'anticorps. Mais ce procédé n'est efficace qu'à partir d'animaux guéris depuis plus de douze et moins de vingt-cinq jours, la protection ne durant pas plus d'une quinzaine ; on peut l'employer au plus tôt un peu moins d'un mois après constatation du cas initial. Il est donc surtout intéressant pour les troupeaux voisins du foyer. Mais, en un mois, la fièvre a parcouru du chemin, et ses retours offensifs sont à craindre bien au delà des quinze jours d'immunité.

Il restait donc à découvrir un véritable vaccin, et c'est à quoi s'appliquèrent de nombreux chercheurs dans le monde entier. A la base de ces travaux, on doit placer en France le professeur Vallée et ses collaborateurs Carré et Rinjard, qui découvrirent l'atténuation du virus par le formol. Mais, à la suite de l'épizootie de 1937, il fut donné en Allemagne au professeur Waldmann, puissamment équipé, de mettre au point dans l'île de Riems, avec l'aide de Köbe, le vaccin à l'hydroxyde d'aluminium qui porte son nom.

Projets internationaux

Dès 1938, l'excellence des résultats obtenus avec ce vaccin est reconnue. Outre l'Allemagne, le Danemark, grâce aux travaux de Schmitt et Fogenby, prépare du vaccin à Lindholm.

L'Italie et la Hollande entrent dans la même voie.

En août 1939, à Paris, l'Office international des Épidémies, présidé par le professeur Flückiger, directeur de l'Office vétérinaire fédéral de Berne, invite les quarante-quatre nations adhérentes à coopérer. La méthode proposée prévoit la création de centres nationaux de production de vaccin, l'échange de techniciens, l'entretien de stocks, la délivrance de produit aux pays menacés, le tout régi par une convention.

Plusieurs États répondent rapidement et affirmativement. Mais c'est la guerre. A peu près seul parmi ceux qui ont donné leur assentiment, le Gouvernement suisse se trouve en posture d'exécution. Les autorités fédérales comprennent que le succès de l'économie de guerre, menacé par le blocus, est étroitement lié à la lutte contre la fièvre aphteuse. En effet, les pertes causées à la Confédération sont pour les cinquante-cinq dernières années de 800 millions, soit en moyenne 11 millions de francs suisses par an. Mais le ravitaillement du pays réduit à lui-même serait compromis gravement par une grande épidémie comme celle de 1936-1939, plus encore celle de 1919-1921 qui se chiffra par 569 071 cas, et une perte de 350 millions.

Avec l'esprit de méthode et de décision qui les caractérise, les Suisses étudient le projet sans hâte, car en telle matière, sauf urgence, il faut se garder de toute improvisation et atteindre du premier coup la perfection. Puis ils passent à la réalisation accélérée. L'autorisation de construire l'Institut producteur de vaccin étant donnée au printemps 1941, l'exploitation commence en automne 1942.

L'Institut de Bâle

Dirigé par le Dr Mossbrugger, l'Institut anti-aphteux de Bâle est un ensemble imposant situé à la périphérie de la ville, parce que le milieu urbain est un sérieux obstacle à la contagion, offrant autant de garanties qu'une île. Il comprend essentiellement deux parties, l'une aseptique, l'autre septique ou infectée. Elles sont séparées strictement par une frontière franchissable seulement en quelques points définis, et dans des conditions formellement déterminées. La partie aseptique, réservée à l'administration et aux expéditions, offre peu d'intérêt. Il en va autrement de la partie infectée, véritable vase clos, étanche, dont les fenêtres sont à doubles vitres plombées, et où l'on vit en dépression. Ainsi, en cas de bris, l'air extérieur fusant vers l'intérieur s'opposerait à l'évasion des germes virulents, jusqu'au remplacement des verres par le personnel, qui est naturellement prévu. Cette précaution prouve l'effroyable danger constitué par un tel centre, et le soin apporté à le conjurer.

Tout ce qui est nécessaire entre par des « sas » à deux portes, qui ne fonctionnent que dans un sens et ne peuvent s'ouvrir simultanément.

L'atmosphère est conditionnée et l'air, avant d'être évacué, traverse des filtres à huile arrêtant les insectes et jusqu'aux poussières les plus ténues. Les eaux usées sont chauffées à 80° C. La chair des animaux sacrifiés, propre à la consommation, subit une fermentation et reçoit une pulvérisation d'acide lactique. Les flacons de vaccin traversent un bain d'acide citrique (fig. 4). Le fumier franchit un autoclave où il est chauffé à 130° C jusqu'au cœur. Il en va de

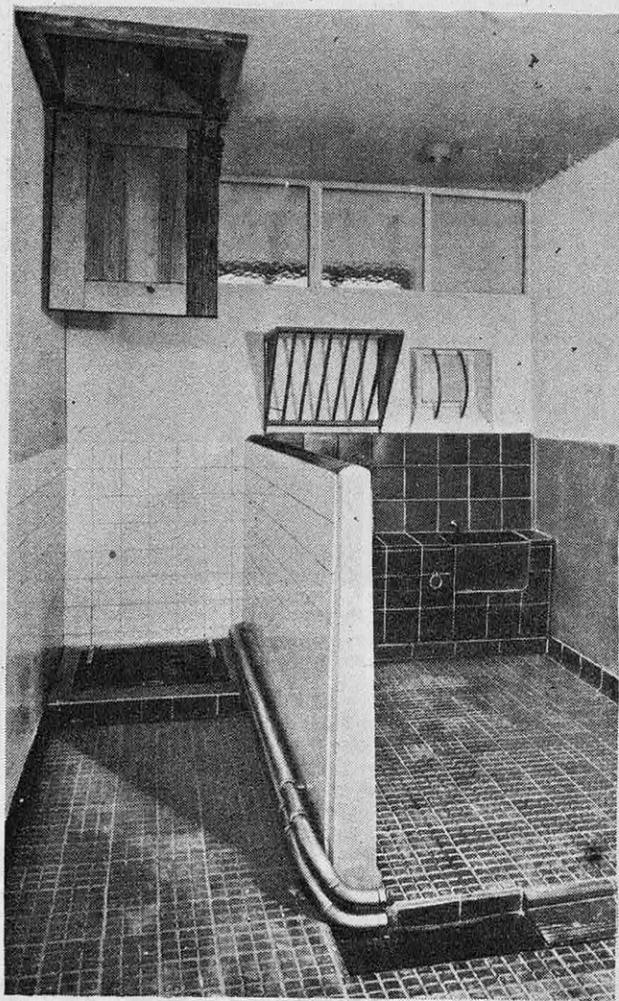


FIG. 6. — ÉTABLE DE CONTROLE DE L'INNOCUITÉ DU VACCIN

Le fourrage est introduit par la trappe à double volet s'opposant à la diffusion des poussières (à gauche). Au fond, le « regard » par lequel le vétérinaire peut observer l'animal sans pénétrer.

même pour le matériel détérioré, y compris les moteurs électriques.

Le personnel et les rares visiteurs admis échangent leurs vêtements contre une tenue de travail qui ne quitte pas l'Institut et ne sortent que par un « sas » formant cabine de douche après triple savonnage.

La préparation du vaccin

Alors que les bactéries peuvent se cultiver sur des supports inertes, les virus exigent des tissus vivants. Le nombre des animaux nécessaires pour les produire est d'autant plus important que le virus aphteux ne se multiplie guère que dans des organes localisés, et non dans le sang.

En outre, la Suisse est exposée à des invasions de provenances étrangères, ce qui l'oblige à cultiver trois souches, plus leurs variantes, d'origines française, italienne et espagnole, ce nombre n'étant sans doute pas limitatif. Il y a donc actuellement trois types de vaccin, A, B,

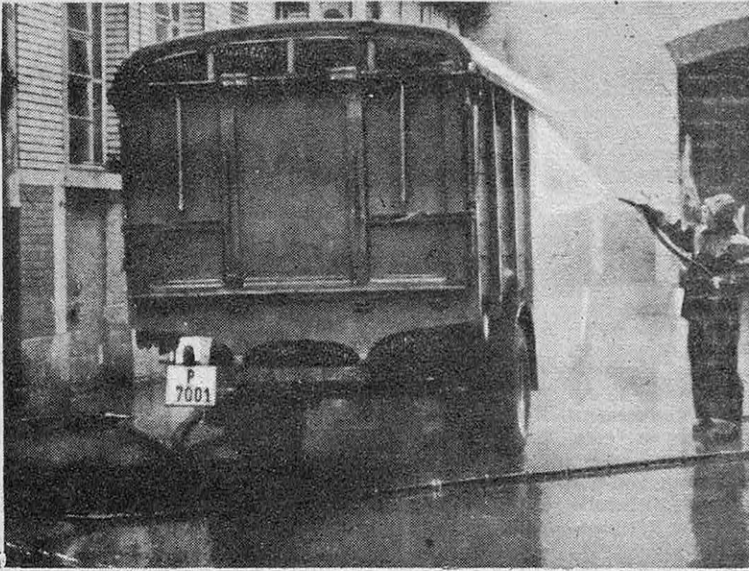


FIG. 7. — LA DÉSINFECTION DES CAMIONS QUI ONT PÉNÉTRÉ DANS LES FERMES SOUS SÉQUESTRE OU QUI ONT TRANSPORTÉ DU BÉTAIL ATTEINT DE FIÈVRE APHTEUSE

et C, miscibles deux à deux en vaccins bivalents lors de la préparation. Le vaccin trivalent est encore à trouver.

La durée de fabrication est de trois jours : il y a deux cycles d'opérations par semaine. Trente-huit bovins sains, indemnes de toute fièvre aphteuse antérieure, franchissent les portes, plombées aussitôt. Les bêtes prennent place dans l'étable à virus, où elles sont alimentées pendant l'observation qui dure vingt-quatre heures. Après quoi, elles sont immobilisées l'une après l'autre dans un « travail », et insensibilisées localement. La langue étant attirée hors de la bouche, on procède à l'infection par série de piqûres aussi serrées que possible, l'aiguille pénétrant dans la couche sous-muqueuse.

Les aphtes primaires apparaissent au bout de vingt à vingt-quatre heures, et, par leur réunion, couvrent toute la surface de la langue. Les animaux sont alors conduits à la halle d'abatage attenante. Dès le sacrifice, têtes, pattes, abats sont éliminés pour destruction (fig. 5), à l'exception des langues entreposées en chambre froide. On procède enfin, dans cette chambre, à la récolte du tissu virulent, à raison de quarante à quatre-vingts grammes par langue. C'est ce matériel qui, entreposé dans le coffre frigorifique du laboratoire, et congelé à -40°C , va servir à la préparation.

Il est essentiel de remar-

quer que le virus résiste parfaitement au froid, mais non à la chaleur et aux acides. C'est pourquoi les viandes congelées immédiatement après abattage sont un agent actif de transmission. Au contraire, si l'on procède, comme on le fait ici, au classique « ressuage » pendant quarante-huit heures, une fermentation lactique se produit. Le virus est tué, et une pulvérisation superficielle d'acide lactique pur parfait la stérilisation. Mais il est indispensable de désosser et de traiter les os par la chaleur pour extraction des graisses, car la fermentation n'a pas agi jusqu'aux moelles.

Les muqueuses virulentes, sorties du frigorifique, sont dilacérées au moyen de machines à couteaux rotatifs, qui sectionnent les cellules. La purée obtenue est passée dans un tamis de bronze et les particules solides broyées

finement dans un mortier électrique. On ajoute un solvant dans lequel passe la plus grande partie du virus.

Après centrifugation et filtrage du liquide, on y ajoute les produits chimiques destinés à faire disparaître sa virulence tout en conservant son pouvoir immunisant. Ces produits consistent essentiellement en hydroxyde d'aluminium et en formaldéhyde à des concentrations convenables. Le mélange est agité dans des bouteilles pendant une demi-heure et est maintenu pendant qua-



FIG. 8. — LA VACCINATION DU BÉTAIL EN DANGER DE CONTAMINATION

Le vétérinaire est botté, ganté, coiffé et vêtu de caoutchouc ; cet équipement tout entier doit être désinfecté à l'entrée et à la sortie de chaque ferme visitée.

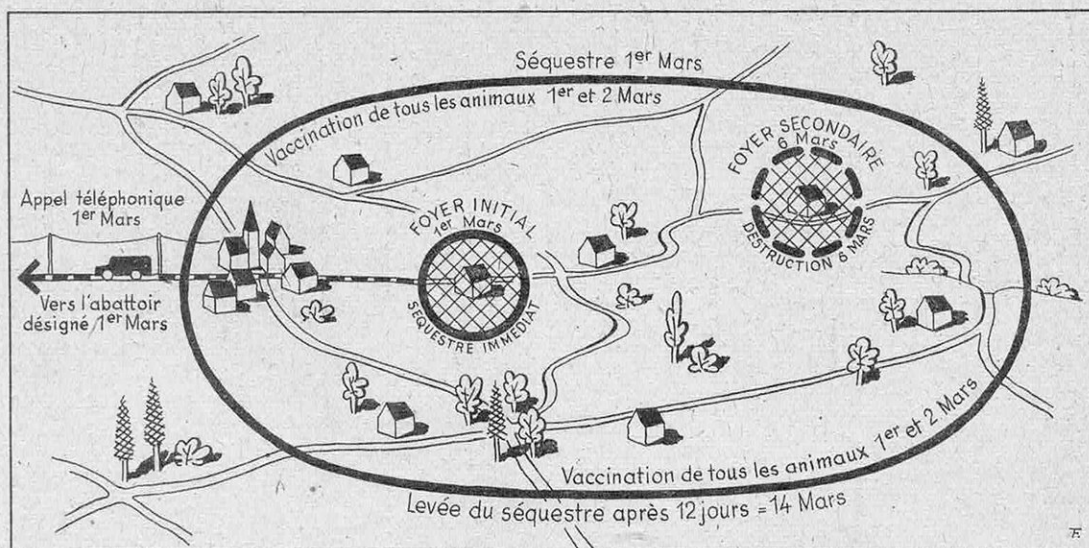


FIG. 9. — LA MÉTHODE SUISSE DE LUTTE CONTRE LA FIÈVRE APHTEUSE

rante-huit heures à une température de 25° C. Il est conservé ensuite à 3° C jusqu'aux opérations de contrôle et d'expédition.

Une vache permet de préparer environ 12 l de vaccin. La fabrication qui, pour les besoins suisses, devait être de 3 000 l par an, atteint maintenant, en raison de l'épizootie sévissant en Europe et notamment en France, 900 l par semaine. Elle permet d'immuniser 18 000 bovins, à la dose de 50 cm³ par tête. Le prix de revient du litre, qui est le prix de vente, toute idée de bénéfice étant exclue, a pu être abaissé à 80 f suisses en 1946, à 73 f en 1947.

En cas de nécessité, l'utilisation des étables de l'abattoir de Bâle permettrait de porter la production à 400 l par jour. Mais cette solution ne serait envisagée que dans un cas désespéré.

Le vaccin conserve son efficacité pendant six mois, dans les limites de température comprises entre + 3 et + 8° C. Il détermine à partir du douzième jour une totale immunité persistant huit mois. Mais la protection est souvent sensible dès le sixième jour.

Contrôles du vaccin

Après les analyses classiques ayant pour but la vérification de la composition chimique du vaccin, vient l'épreuve de stérilité qui consiste à ensemercer de vaccin quatre milieux de culture qu'on porte à l'étuve. Tout produit souillé est détruit.

L'épreuve d'innocuité est pratiquée, après entrepôt de quarante-huit heures au

moins à + 3°, par quatre injections à la langue de 0,5 cm³ de dilutions de vaccin dans une solution physiologique de sel marin. Si, entre vingt-quatre et quarante heures après l'inoculation, aucune vésicule n'apparaît et si la température est demeurée normale, le vaccin est inoffensif.

Pour l'épreuve d'efficacité, on utilise des étables d'observation complètement isolées du monde extérieur et même de la partie infectée. Seul le gardien y pénètre, avec désinfection à l'entrée et à la sortie. Encore ne doit-il pas toucher aux animaux pendant la première semaine. Le vétérinaire n'est admis que pour l'inoculation.

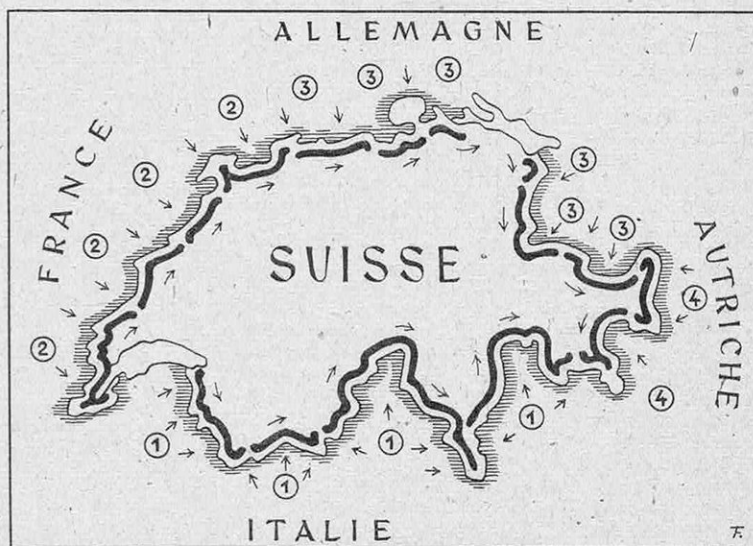


FIG. 10. — QUAND L'ÉPIZOOTIE EST SIGNALÉE AUX FRONTIÈRES ITALIENNE, FRANÇAISE, ALLEMANDE, AUTRICHIENNE, LA SUISSE TIRE LE « RIDEAU » EN VACCINANT TOUS LES TROUPEAUX SUR UNE LARGE ZONE PAR SECTEURS SUCCESSIFS

Après quoi, il observe par un hublot (fig. 6). On utilise cinq ou six bovins, selon que le vaccin est mono ou bivalent. Quatre sont vaccinés. Quinze jours se passent, la température étant prise matin et soir pendant la seconde semaine. On transfère alors les bêtes dans l'étable à virus pour procéder à l'infection générale en déposant une suspension de virus sur des scarifications pratiquées aux langues. Si le vaccin est suffisant, les vaccinés s'avèrent réfractaires, tandis que les témoins sont atteints dans les quarante-huit heures d'une fièvre aphteuse caractérisée.

Ces épreuves accroissent la consommation d'animaux. Au 1^{er} février 1947, elle atteignait le total de 3 100 bêtes, sur lesquelles 31 s'étaient montrées naturellement réfractaires.

Le vaccin peut alors être expédié. L'Institut dispose de « containers » pour avions et de camions réfrigérés, qui assurent l'arrivée à toutes distances à la température voulue. Tout autre moyen de transport, même plus économique, est contre-indiqué, car il risque de provoquer la destruction du vaccin.

Utilisation du vaccin en Suisse

La conscience professionnelle et la discipline caractéristiques des citoyens suisses contribue beaucoup au succès des méthodes de prophylaxie qui, employées sous le contrôle du professeur Dr Flückiger, directeur de l'Office vétérinaire fédéral et de la police, font qu'aujourd'hui, au milieu d'une Europe où sévit l'épizootie, la Suisse est indemne, hors quelques foyers réapparaissant périodiquement aux frontières, et contre lesquels il est aisé d'agir, les opérations se déroulant de façon quasi automatique.

Dès qu'un animal présente les symptômes de la fièvre aphteuse, que nul paysan n'ignore, le vétérinaire local appelé d'urgence enregistre la déclaration, constate, alerte immédiatement, par téléphone, police et services vétérinaires officiels. Le mécanisme est déclenché sans intervention de maire ni prise d'arrêté.

La police place instantanément la ferme sous séquestre. Des camions spéciaux arrivent, sous contrôle vétérinaire officiel et surveillance constante d'un agent de police. Le troupeau entier est embarqué. Les camions, désinfectés jusqu'aux pneus avant de quitter les lieux, gagnent l'abattoir désigné. Ils sont à nouveau désinfectés après déchargement (fig. 7). L'abatage a lieu dans un isolement complet. Le propriétaire, indemnisé à 80 % de la valeur d'estimation, évite des pertes beaucoup plus lourdes.

Dès l'enlèvement, les spécialistes nettoient et désinfectent la ferme contaminée, en particulier les étables et leur matériel, le sol des cours, les locaux d'habitation, et tout ce qui a pu entrer en contact avec les animaux malades. Pendant ce temps, les vétérinaires officiels déterminent le périmètre de protection qui va constituer, par vaccination de tous les troupeaux, un anneau immunisé autour du foyer primaire. Il est aussi vaste que possible (fig. 9).

Les vétérinaires opérants sont bottés, gantés, coiffés et vêtus de caoutchouc, désinfectés en entier à l'entrée et à la sortie de chaque ferme (fig. 8). Le séquestre est étendu au périmètre de protection pendant douze jours après la dernière vaccination. Les mouvements de personnes, d'animaux et de produits sont restreints

et surveillés. Si des foyers secondaires apparaissent dans le périmètre, ils sont détruits avec la même énergie, par les mêmes procédés. A partir du douzième jour, les animaux non atteints étant immunisés, le séquestre est levé.

Grâce à la sévérité de ces méthodes, la solution est accélérée, les pertes sont réduites au minimum, le rendement laitier ne faiblit pas.

La fièvre aphteuse ne pouvant provenir que de l'extérieur, soit par des porteurs de germes, soit par contacts entre animaux dans les zones frontalières d'estivage, les Suisses procèdent à la vaccination préventive de tous les troupeaux des régions menacées, dès que la maladie sévit au dehors. Ils tirent ainsi autour de leur pays un véritable rideau immunisé, qui s'avère infranchissable (fig. 10).

L'indispensable coopération internationale

Le vaccin à l'hydroxyde d'aluminium présente cependant des inconvénients. Sa conservation oblige à des précautions incessantes et à des aménagements onéreux. Il est difficilement utilisable dans les pays chauds, et il faudrait arriver à une formule agissant à doses plus réduites, dont l'efficacité durerait au moins un an, et se conservant à des températures supérieures à + 8° C. L'Institut de Bâle y travaille, car il comporte aussi un laboratoire de recherches parfaitement équipé. D'autre part, le manque de navires frigorifiques empêche de pourvoir aux besoins de pays éloignés, tels le Mexique et l'Argentine.

Grâce à son organisation, la Suisse a pu se débarrasser du fléau, éviter des pertes ruineuses pour l'agriculture et le pays, ravitailler la population en lait, beurre, fromage, viande, malgré la guerre, le blocus, les pénuries de la paix renaissante. Mais, sachant que toute défense passive est condamnée, elle a porté la contre-attaque hors de ses frontières, chaque fois qu'il lui a été fait appel.

La Suisse est disposée à réserver à la France le vaccin dont elle peut disposer. Mais les décisions doivent être rapides, car le vaccin est un produit essentiellement périssable et d'une valeur considérable, que la Suisse ne peut envisager de laisser perdre, et les amateurs ne manquent pas. En pleine épizootie, 6 000 de nos villages dans 52 départements étant infectés, nous risquons de manquer de vaccin. Pour faire face, l'Institut de Bâle nous a fourni déjà plus de 6 000 l. Mais ces quantités sont insuffisantes pour pratiquer des vaccinations massives sur de larges périmètres. Malgré notre pénurie de devises, des échanges sont possibles, et une solution doit être trouvée le plus rapidement possible, en attendant que nous ayons notre propre Institut, ce qui ne saurait se faire avant plusieurs années. Il ne peut s'agir là d'ailleurs d'une entreprise commerciale, mais d'une installation de salut public nécessairement déficitaire et entourée de garanties incompatibles avec un souci trop poussé d'économie immédiate.

J. ENGELHARD

Les photographies 1, 3, 4, 5, 7 sont dues à l'Atelier Eidenbenz, Bâle, et les photographies 2, 6, 8, 10 à Profilm, Zurich.

PHOTOGRAPHIE - MINUTE

par L.-P. CLERC

Seules, jusqu'à l'heure actuelle, certaines installations de photographie foraine permettaient d'obtenir, en quelques minutes, le résultat de la prise de vue grâce à une caisse-laboratoire faisant corps avec l'appareil et dans laquelle plaque ou papier sensibles sont soumis aux divers traitements nécessaires. Une invention américaine doit permettre bientôt à tout amateur, avec un appareil peu différent d'un appareil portatif de prise de vues ordinaire et sans avoir à transporter quelque liquide que ce soit, de montrer et de laisser à un de ses compagnons d'excursion une épreuve de ses clichés, tout en conservant la pellicule négative qui lui permettra de tirer par la suite d'autres épreuves, directes ou agrandies.

GRAND bruit a été fait, il y a peu de temps, autour d'une technique expérimentée avec succès par un Américain, E. H. Land, et au sujet de laquelle quelques informations, pour le moins fantaisistes, ont été données. On a même voulu y voir un miracle dû à l'emploi, pour la photographie, de lumière polarisée, étant donné que l'inventeur est le directeur technique de la *Polaroid Corporation*. Signalons tout d'abord que la technique de Land utilise essentiellement un mode opératoire déjà connu (sauf, vraisemblablement, de Land lui-même), dû à un chimiste belge, A. Rott.

L'inversion-transfert par diffusion

Dès 1939, A. Rott faisait breveter en Angleterre un procédé, qu'il nommait « inversion-transfert par diffusion », et dont il avait envisagé l'application; notamment, à l'obtention directe d'images positives dans la reproduction des documents, et dans l'agrandissement des images en couleurs sur films à émulsions superposées. Ce mode opératoire avait été jugé fort intéressant par l'I. G. Farbenindustrie qui, escomptant le succès définitif de l'Allemagne, avait espéré s'en emparer en le faisant breveter à son nom en Allemagne et dans les divers pays occupés.

Il consiste, dès l'immersion dans le révélateur d'une couche sensible normalement exposée, à amener à son contact un papier gélatiné non sensible, imprégné d'une très faible quantité d'hyposulfite de sodium, le dissolvant usuel des sels d'argent, et dans lequel on a réparti des traces de sulfure d'argent à un état d'extrême division. On sort cet ensemble du bain; en même temps que la mince couche de révélateur interposé développe la couche sensible pour y former le

négatif habituel, l'hyposulfite apporté par le papier diffuse dans le liquide et dissout un peu du sel d'argent non développé qui, à son tour, diffuse jusqu'au papier et, au contact des germes de sulfure, est réduit à l'état métallique par le révélateur, libérant l'hyposulfite grâce auquel ce cycle de réactions se produit jusqu'à épuisement du sel d'argent de la couche sensible. Ce dernier est ainsi employé à former une image positive à la surface du papier préparé.

L'appareil d'Edwin H. Land

Le procédé mis au point par Edwin-H. Land est fondé sur le même principe, mais permet d'obtenir le même résultat « à sec » et au fur

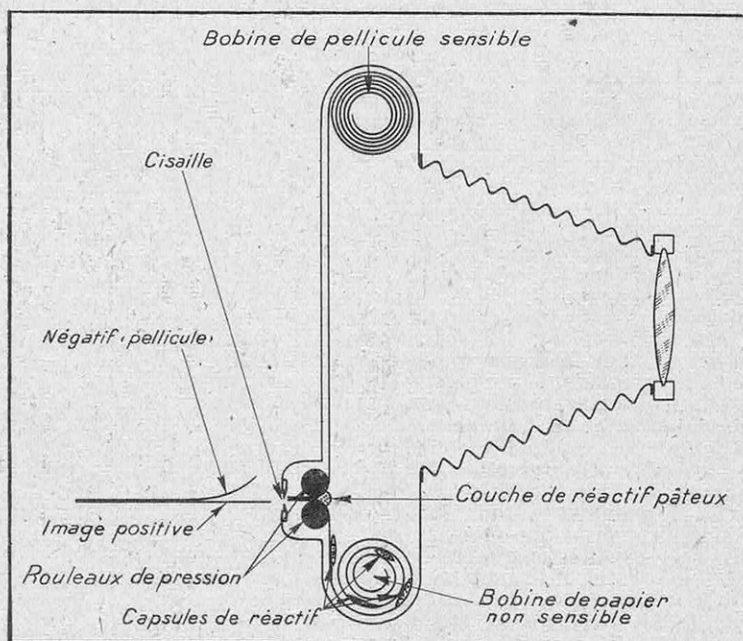


FIG. 1. — L'APPAREIL D'EDWIN-H. LAND

Après la prise de vue, un tour de bouton fait avancer à la fois le film et le papier gélatiné à travers les rouleaux de pression; une minuscule capsule de réactif est brisée par la pression et étalée entre le film et le papier, développant le négatif et transférant sur le papier les sels d'argent non développés.

et à mesure de l'exposition des différentes sections de la pellicule sensible.

Dans la technique de Land, on emploie un appareil photographique peu différent des appareils photographiques d'amateur, que l'on charge d'une bobine de pellicule sensible et d'une bobine du papier gélatiné, mais non sensibilisé (fig. 1) ; pellicule et papier sont doublés de papier noir qui leur est lié provisoirement par un adhésif ; aux emplacements correspondant aux limites entre images successives, on a fixé au papier de copie des tubes minuscules, en une matière plastique, remplis de révélateur à l'état pâteux ; la pellicule et le papier sortent de l'appareil photographique avec leurs papiers noirs protecteurs en passant entre les deux cylindres d'un laminoir minuscule qui fait éclater le tube et en répartit uniformément le contenu entre les deux surfaces en contact, l'émulsion sensible et la face gélatinée du papier de copie ; quand on a tiré hors de l'appareil la longueur des deux bandes qui correspond à une image, une pression sur un levier fait fonctionner une cisaille et le photographe peut mettre dans une de ses poches cette sorte de « sandwich », l'appareil étant immédiatement prêt pour une autre prise de vue.

Après un court délai, de l'ordre d'une minute, on peut séparer le papier portant la copie positive de la pellicule portant le négatif,

laquelle n'exige aucun fixage puisque tout le sel d'argent a été employé. On peut alors se débarrasser des papiers noirs qui avaient jusque-là protégé l'émulsion sensible contre la lumière. L'inventeur compte sur un réactif anti-oxydant et un réactif acide incorporés au support papier pour paralyser l'oxydation du révélateur résiduel ; le moindre lavage serait assurément plus efficace, car, outre le révélateur usé, il éliminerait la petite quantité d'hyposulfite dont la présence dans l'image permet de garantir la destruction de celle-ci dans un délai plus ou moins long.

L'inventeur a pu constituer un révélateur donnant une image positive en ton noir, et non les tons désagréables de l'argent réduit en grains très fins, écueil auquel Rott avait dû parer par un virage ultérieur de l'image. Le pouvoir résolvant (10 à 20 traits par millimètre) n'est pas très inférieur à celui des émulsions rapides nouvelles (environ 30 traits par millimètre). L'inventeur reconnaît que la tolérance sur la durée de pose est notablement inférieure à ce qu'elle est habituellement, le rapport des temps de pose extrêmes pour obtenir une image de bonne qualité n'excédant guère 4/1 dans le cas d'un paysage ensoleillé, tandis qu'il atteint couramment 10/1 sur les couches sensibles traitées par les modes opératoires orthodoxes.

L.-P. CLERC

SCIENCE ET VIE

PUBLIE UN NUMÉRO HORS SÉRIE

LES CHEMINS DE FER EN FRANCE ET DANS LE MONDE

CARACTÉRISTIQUES, DESSINS, PHOTOGRAPHIES EN NOIR ET EN COULEURS
DU MATÉRIEL ROULANT EN SERVICE SUR LES RÉSEAUX DU MONDE ENTIER

- L'équipement de la voie
- La locomotive à vapeur moderne
- Locomotives diesel-électriques et autorails
- La locomotive à turbine à gaz
- La traction électrique de l'avenir
- Automotrices, locomotives électriques
- La voiture à voyageurs et le confort
- Gares de triage et engins rail-route
- L'exploitation : le service des trains
- La sécurité : signalisation et aiguillages
- Les grandes vitesses : vers les 200 kilomètres/heure

EN VENTE PARTOUT : 100 FR.

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

Compte chèques postaux : PARIS 1258-63

A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

UN CHASSEUR A RÉACTION POUR PORTE-AVIONS

L'AVIATION navale américaine a commandé aux usines Ryan le prototype d'un appareil de chasse monoplace pour porte-avions dont la propulsion est assurée à la fois par une hélice et par un réacteur. L'hélice quadripale à pas variable est elle-même entraînée par une turbine à gaz. Celle-ci est du type General Electric TG-100, tandis que le réacteur, éjectant ses gaz à l'extrémité du fuselage, est un General Electric I-16. L'air d'alimentation de la turbine à gaz accède à celle-ci par un orifice ménagé autour du moyeu de l'hélice ; les gaz brûlés s'échappent par des tuyères des deux côtés du fuselage, à la hauteur de l'habitacle. Les orifices d'entrée de l'air pour la réaction sont visibles à la racine de l'aile (fig. 1). Le Ryan XF 2 R-1, qui effectue ses essais, n'a fait d'objet d'aucune publication officielle quant à ses performances et son armement.

LA STREPTOMYCINE

DEPUIS le 1^{er} septembre dernier, la streptomycine, jusque-là réservée à des traitements spéciaux par suite des difficultés de sa production en grandes quantités, a été mise aux États-Unis et en Angleterre à la disposition des praticiens. Cependant, les quantités disponibles sont encore très réduites et son emploi sera encore contrôlé par des comités spéciaux créés par des organismes officiels de recherche médicale. Aux États-Unis, l'expérience clinique de la streptomycine se poursuit depuis septembre 1944. Il s'agit d'un « antibiotique », c'est-à-dire d'une substance qui s'oppose à la vie, autrement dit à la multiplication des cellules vivantes, en particulier de certains bacilles, apparenté ainsi à la pénicilline (1), à la clitocybine (2), etc., mais extrait d'une bactérie du sol, le *Streptomyces griseus*. La

(1) Voir « La découverte de la pénicilline » (*Science et Vie*, n° 330, mars 1945), et « La pénicilline » (*Science et Vie*, n° 354, mars 1947).
(2) Voir « La clitocybine vaincra-t-elle la tuberculose ? » (*Science et Vie*, no 345, juin 1946).

streptomycine a démontré son efficacité dans certaines infections, sa complète inefficacité dans d'autres. Les recherches actuelles s'efforcent de mieux préciser ses indications.

Contrairement à ce qui se passe pour la pénicilline, la streptomycine, n'étant pas détruite dans le tube digestif, peut être administrée par voie buccale. Mais son absorption par la muqueuse intestinale est faible, et il vaut mieux l'utiliser en injections par voies sous-cutanée, intramusculaire ou intraveineuse, qui permettent d'obtenir dans le sang des concentrations efficaces.

Excrétée par l'urine assez rapidement, son emploi rationnel nécessite, comme pour la pénicilline, des injections répétées toutes les trois ou quatre heures. Les doses utilisées chez l'homme sont assez élevées, allant en moyenne de 1 à 3 g par jour et pouvant atteindre exceptionnellement 10 g. D'une manière générale, le traitement doit être prolongé et comporter des doses totales élevées. L'administration de doses faibles est complètement inefficace et n'est pas sans danger. Il vaut mieux ne pas entreprendre un traitement que

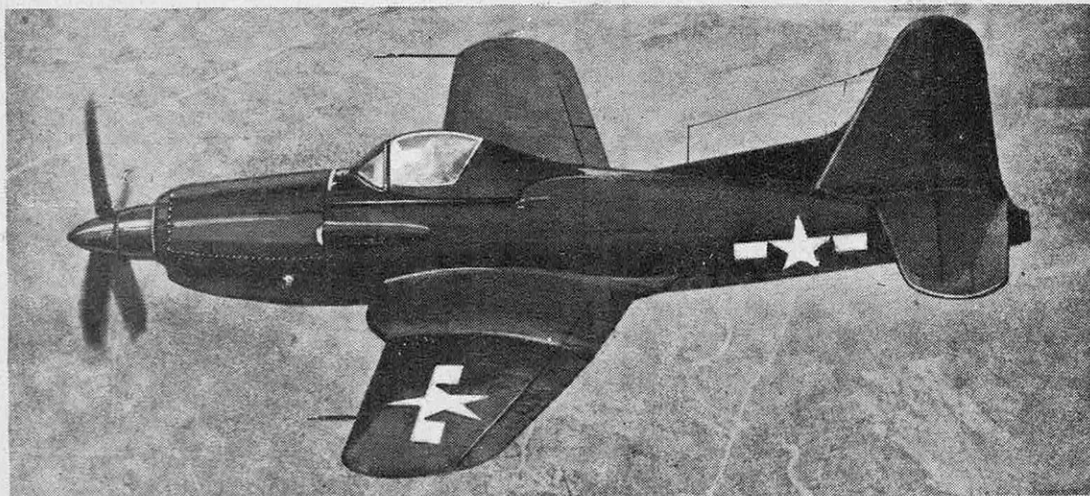


FIG. 1. — LE RYAN XF 2 R-1 CHASSEUR A TURBINE A GAZ ET A RÉACTION POUR LA MARINE AMÉRICAINE

de commencer sans être certain d'avoir assez de drogue pour le terminer correctement. La quantité totale à administrer à un malade atteint couramment 360 g.

Le dosage de la streptomycine était primitivement réalisé par la mesure de son action antimicrobienne (unité « S »). On chiffre aujourd'hui, la qualité d'un échantillon en poids de streptomycine pure, 1 g de substance correspondant à un million d'unités « S ».

Le succès des premiers essais expérimentaux de la streptomycine dans la tuberculose provoquée du cobaye avait fait naître de grands espoirs pour le traitement de la tuberculose chez l'homme. Les résultats cliniques ont été légèrement décevants. Il ne semble pas que la streptomycine exerce un effet curatif rapide sur la tuberculose clinique, surtout pour les formes pulmonaires de l'affection. Cependant, elle a une influence favorable sur l'évolution de la maladie et principalement dans certaines formes extra-pulmonaires. La streptomycine paraît avoir sur le bacille de la tuberculose des propriétés bactériostatiques plutôt que bactéricides, c'est-à-dire qu'elle s'opposerait à la multiplication et à la croissance des bacilles, plutôt qu'elle ne les détruirait. La prolongation du traitement est souvent rendue difficile par l'apparition de phénomènes d'intoxication. Néanmoins, les recherches doivent être poursuivies avant qu'il soit possible de porter une opinion qui, sans être définitive, est très certainement encourageante.

Par contre, la streptomycine semble donner chez l'Homme, d'excellents résultats dans le traitement d'infections bactériennes dues à des germes Gram-négatifs (1). Les meilleurs résultats ont été obtenus dans les infections dues au *Proteus vulgaris*, ou à l'*Aerobacter aerogenes*. On a observé également des succès dans le traitement de la tularémie.

Il faut enfin signaler qu'un traitement prolongé ou l'ad-

(1) Les bactéries peuvent être classées en deux groupes suivant leur comportement vis-à-vis d'un réactif coloré utilisé par méthode de double coloration : les Gram-positifs gardent le premier colorant (violet) ; les Gram-négatifs le perdent au cours de la décoloration et prennent le second.

ministration de très fortes doses peuvent donner lieu à certains accidents. Il s'agit le plus souvent de troubles nerveux intéressant principalement l'appareil acoustique et parfois également la vue. Les troubles observés sont généralement passagers, mais, dans certains cas, peuvent être définitifs. D'après les auteurs américains l'accoutumance à la streptomycine serait assez rapide.

YEUX ARTIFICIELS MOBILES

UN chirurgien et un opticien américains sont parvenus à créer des yeux artificiels mobiles en matière plastique. La technique de fabrication de l'œil en matière plastique, déjà plus mobile que l'œil de verre, a été mise au point par trois dentistes de l'armée américaine : le globe est formé de résine acrylique, moulée d'après une empreinte de l'orbite ; l'iris, fait d'un disque de cellulose transparent peint sur les deux faces, est serti

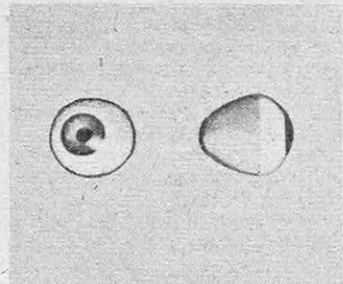


FIG. 2. — VUES DE FACE ET DE PROFIL D'UN ŒIL ARTIFICIEL MOBILE EN MATIÈRE PLASTIQUE

dans une lentille de matière plastique transparente et rapportée sur le globe ; des fils de rayonne rouge simulent les vaisseaux sanguins sur la sclérotique. Après polissage, l'ensemble est trempé dans une solution de matière plastique transparente lui donnant son aspect humide (fig. 2).

Pour permettre à cet œil artificiel, chez un borgne, de suivre les mouvements de l'œil naturel, le Dr A. D. Ruedemann et M. Fritz Jardon cou-



FIG. 3. — L'ŒIL DROIT DE CETTE FILLETTE EST ARTIFICIEL, MAIS IL SUIT L'AUTRE ŒIL DANS SES DÉPLACEMENTS (U. S. I. S.)

vrent sa partie postérieure d'un filet de tantale, métal ne s'altérant pas au contact des tissus vivants, et fixent à ce filet, par suture, l'extrémité libre des muscles moteurs de l'œil.

Un tel œil peut être mis en place un temps quelconque après la perte de l'œil naturel consécutive à un accident ou à une opération. Sa mobilité le rend difficile à distinguer d'un œil naturel (fig. 3) puisqu'il peut suivre le déplacement de l'autre œil, évitant ainsi la fixité et le strabisme apparent qui font reconnaître à première vue l'œil de verre habituel.

LOCOMOTIVES POUR FORTES RAMPES

QUAND ON a voulu accroître le tonnage des trains, ou leur faire franchir des rampes de plus en plus raides,

culières, au moyen par exemple de projection de sable, on a été amené à accroître la charge des roues motrices, c'est-à-dire le poids adhérent ; mais la résistance de la voie interdit de dépasser une limite, actuellement 20 t par essieu moteur en France (23 t sur les grandes lignes à voyageurs).

D'où la nécessité d'accroître le nombre des essieux moteurs au moyen des bielles d'accouplement. Ainsi, pour une locomotive à quatre essieux moteurs couplés dont chacun est chargé à 20 t, le poids adhérent est de 80 t, et l'effort de traction total peut atteindre 12,8 t sans patinage.

Mais la voie comporte des courbes, et on conçoit sans peine que l'inscription des locomotives dans ces courbes limite le nombre d'essieux que l'on peut accoupler ; en pratique on ne dépasse pas six.

Dans ces conditions, pour accroître l'adhérence, il faut

pas constituer, de ce point de vue, la meilleure solution.

C'est pourquoi, pour la traction sur les lignes à fortes rampes et à courbes de faible rayon, comme il en existe notamment dans les exploitations forestières ou minières et sur les embranchements industriels, on a développé, surtout en Amérique, un type de locomotive sur lequel le moteur entraîne un arbre de transmission qui transmet son mouvement à chaque essieu par engrenage. Étant donné que l'on sait établir des articulations donnant toute satisfaction pour les arbres moteurs, on voit la possibilité de transmettre la puissance à tous les essieux de la machine.

Ce type n'est d'ailleurs pas nouveau puisqu'il fut imaginé par l'Américain Shay en 1875. Dans cette machine, supportée par deux bogies, l'appareil moteur, constitué par des cylindres verticaux, actionne

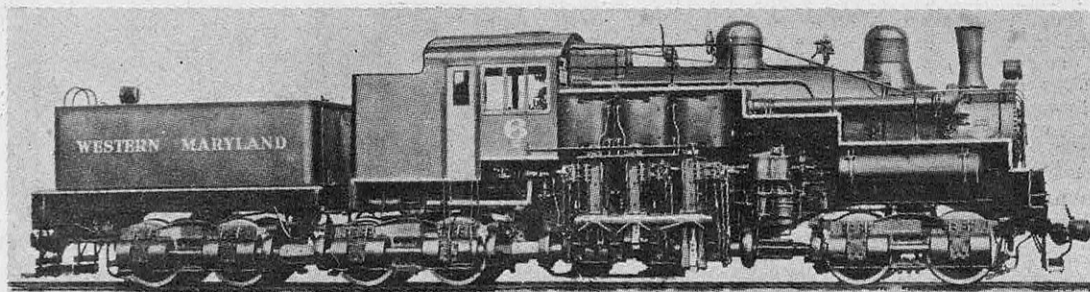


FIG. 4. — SUR CETTE LOCOMOTIVE, LA MACHINE A VAPEUR MOTRICE ENTRAINE UN ARBRE DE TRANSMISSION QUI COMMUNIQUE LE MOUVEMENT AUX ROUES PAR ENGRENAGES. AINSI, L'ADHÉRENCE A PU ÊTRE RENDUE TOTALE

on s'est vite aperçu que l'augmentation de la puissance de la locomotive n'aboutissait qu'à faire patiner ses roues, phénomène nuisible pour le mécanisme qui se produit dès que la force tangentielle à la jante dépasse l'effort maximum admissible résultant du frottement des roues motrices sur le rail, c'est-à-dire de l'adhérence. Cet effort maximum est égal au poids qui appuie les roues motrices sur la voie, multiplié par le coefficient d'adhérence, extrêmement variable (du simple au triple) suivant que le rail est sec, humide, mouillé, gras, etc. Par beau temps, on le prend généralement égal à 0,16.

Comme on ne peut songer à modifier l'état du rail, sauf dans des circonstances parti-

ou bien augmenter la résistance de la voie pour autoriser une charge plus grande par essieu — 42 t en Amérique — ou bien avoir recours soit aux locomotives articulées, soit aux machines à adhérence totale pour lesquelles deux solutions sont encore possibles : commande des essieux par moteurs individuels ou par engrenages.

Les locomotives articulées, formées par la juxtaposition de deux locomotives avec une chaudière centrale commune, posent de difficiles problèmes de construction et de stabilité qui limitent leur puissance et leur vitesse. De même, le rendement d'une machine motrice étant fonction de sa puissance, la commande par moteurs individuels ne semble

deux arbres moteurs articulés, un de chaque côté du vilebroquin du moteur, qui, à leur tour, entraînent deux arbres rigides disposés sur le côté droit des bogies et portant chacun deux pignons coniques engrenant sur deux roues coniques fixées aux extrémités des essieux.

La figure 4 représente le dernier type de ce genre. On voit qu'à la locomotive-tender primitive on a adjoint un tender supporté par un bogie. Les essieux de ce dernier ont été rendus moteurs par l'accouplement d'un arbre de transmission analogue à celui qui transmet le mouvement aux bogies de la machine. Ainsi l'adhérence a été rendue totale et l'effort de traction qui, au démarrage, a pu être porté à

27-t, atteint 11,6 t à 32 km/h. L'appareil moteur comporte trois cylindres verticaux situés sur le côté droit de la locomotive.

Cette locomotive assure le service d'un réseau minier comportant des rampes de 7 % et même de 10 % — soit 10 cm par mètre alors qu'on évalue normalement les rampes de voies en millimètres par mètre et qu'on ne dépasse guère 30 à 35 mm par mètre.

L'OSSATURE DU PALAIS DES SOVIETS

QUELQUE temps avant la seconde guerre mondiale, la Russie a décidé de construire un palais destiné à abriter les services gouvernementaux de l'U. R. S. S. Le nouveau Palais des Soviets (1) sera le plus haut bâtiment du monde. Il atteindra 417,70 m, y compris une statue de Lénine, haute de 100 m.

L'ossature de cette gigantesque construction sera en acier, dont le tonnage à mettre

(1) *L'Ossature métallique* (février, 1947) Bruxelles.

en œuvre dépassera 3 000 t. Les éléments principaux de la carcasse seront en acier spécial, tous les assemblages étant exécutés par rivure. La statue de Lénine sera en acier inoxydable.

Comme le montre la figure 5, l'ossature de la partie principale comporte cinq tambours prismatiques réguliers à 32 arêtes ; le premier, le troisième et le quatrième sont cylindriques ; le second est conique ; le cinquième est cylindrique dans sa plus grande partie, mais avec une extrémité de forme conique.

Au moment de l'attaque allemande, en juin 1941, les fondations du nouveau palais étaient achevées et on procédait au montage des premiers éléments de la carcasse en acier. Étant donnée l'importance de la construction, les ingénieurs russes se sont livrés à des essais de laboratoire approfondis afin d'étudier la stabilité de l'ouvrage sous l'effet de différentes sollicitations, notamment sous l'effet de la pression du vent.

On a construit pour cela des modèles réduits à l'échelle de 1/130 que l'on a soumis à des efforts croissants sous une presse hydraulique de 150 t

spécialement conçue et réalisée dans ce but.

REPAS CONGELÉS

La compagnie de transports aériens qui assure la liaison entre la Grande-Bretagne et l'Amérique du Sud, la British South American Airways Corporation, a entrepris de servir à ses clients des repas comprenant des plats entièrement préparés à l'avance, conservés en frigidaire et seulement congelés, et réchauffés au moment de la consommation. La difficulté vient de ce que les mets, une fois cuits, se conservent mal à des températures inférieures de peu à 0° C et perdent en général leur consistance et leur saveur. Le procédé adopté consiste à placer les plats, dès leur cuisson et alors qu'ils sont encore chauds, dans un tunnel frigorifique où ils sont soumis à une température s'abaissant progressivement jusqu'à -30° C; on pourrait alors les conserver indéfiniment sans altération à l'état congelé dans des frigidaires et ils retrouveraient, après réchauffage, toutes leurs qualités gustatives, même, paraît-il, lorsqu'il s'agit de grillades et de pommes de terre frites. Les appareils Avro « Lancastrian » et « York » de la ligne anglaise de l'Amérique du Sud sont équipés de « buffets chauds » capables de réchauffer douze repas congelés en soixante-dix minutes. Ce sont des fours électriques absorbant 1 000 W et fonctionnant sur le courant fourni par la génératrice de bord sous 24 V. Des fours plus puissants, de 2 000 W, sont actuellement à l'étude. Ces installations doivent simplifier grandement le service de bord en déchargeant le personnel de tout souci de préparation des repas.

LES « ARAPORTEURS »

PAR habitude, on donne le nom de tracteur aux véhicules automobiles aratoires. Cependant, il en est qui portent les outils, à l'arrière, sur le côté, ou même en avant (*Science et Vie*, novembre 1946). Il en résulte une économie de roues et, par conséquent, de force propulsive, une plus grande facilité pour tourner, et, par conséquent, une économie de temps. La plupart des appareils construits avant guerre n'intéressaient guère

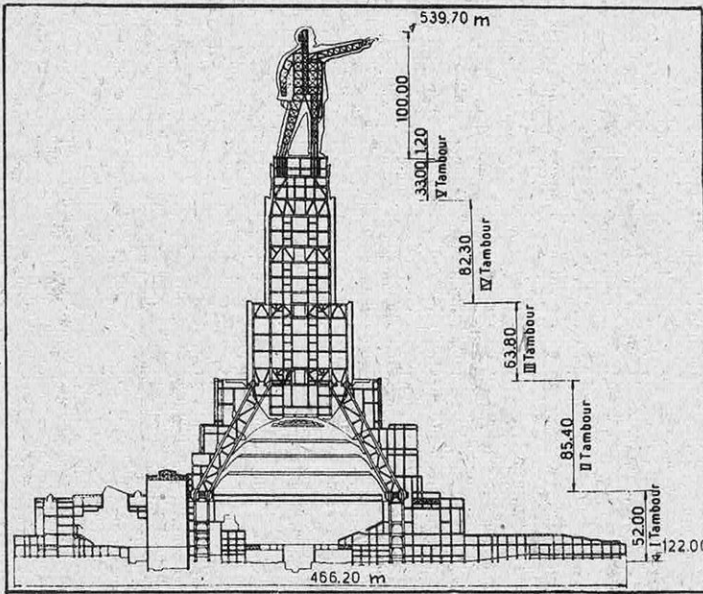


FIG. 5. — LES CINQ TAMBOURS PRISMATIQUES RÉGULIERS QUI FORMENT L'OSSATURE DU PALAIS DES SOVIETS

Le poids d'acier utilisé pour cette construction dépassera 3 000 t et le sommet de la statue de Lénine sera à 539 m au-dessus du niveau de la mer.

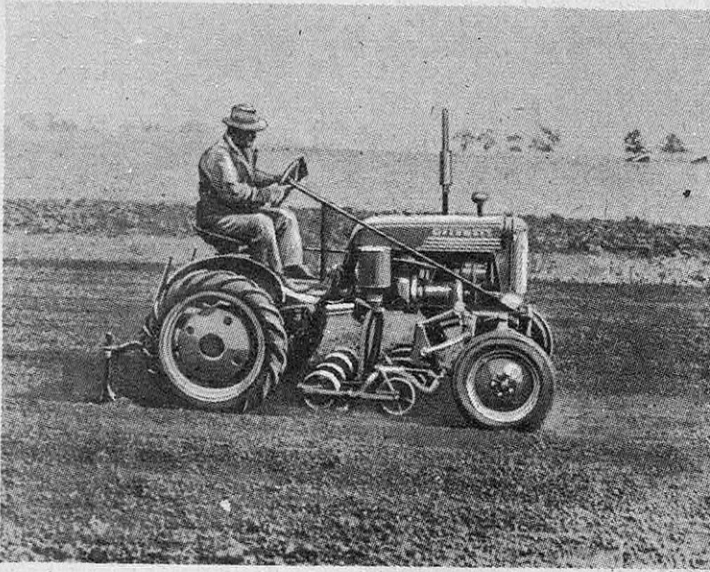


FIG. 6. — ARAPORTEUR CANADIEN DE 600 KG, 8 A 10 CH

que les fermes de 80 ha. Pour la petite culture, on avait les « avant-trains » tracteurs dirigés pas des mancherons et que suivait leur conducteur.

Or il est bien moins fatigant de travailler assis que de marcher sur le guéret. Depuis un tiers de siècle on s'est même appliqué à mettre un siège sur tous les instruments aratoires où cela était possible. Au Canada et aux États-Unis, la traction chevaline a cessé d'être économique dans les fermes où les attelages ne travaillaient pas toute l'année. On y a créé des types de tracteurs légers avec moteurs de 15 à 25 ch seulement et qu'on appelle *general purpose tractors*, tracteur à toutes fins, pour les fermes de 40 ha. Or ces machines sont porteuses et poussantes autant que tractrices, et le nom d'« araporteurs », porteurs d'instruments aratoires, leur conviendrait mieux.

La figure 6 montre un de ces instruments canadiens. Il est à quatre roues suffisamment dégagées pour qu'on puisse suspendre sous l'axe de transmission tous les instruments n'exigeant que peu de force, tels que semoirs, distributeurs, faucheuses. Ainsi, de son siège, le conducteur surveille la régularité du semis, du binage, etc.

Ce petit « arapporteur » pèse seulement 500 kg et développe

une puissance de traction de 8 à 10 ch. En fait, il tire allégrement les charrues exigeant une traction constante de 500 à 800 kg. La charrue suspendue peut ainsi labourer un hectare par jour, le triple d'un attelage à deux chevaux. La « voie » (écartement des roues) peut être réglée entre 1 m et 1,40 m suivant les distances entre les lignes de plantes cultivées. Ce tracteur porte un crochet d'attelage permettant d'utiliser les anciens instruments aratoires et cha-

riots, ce qui permet de gagner du temps sur route. Des lanternes projectrices lui permettent de travailler de nuit pour utiliser au mieux la saison favorable. Les instruments spécialement adaptés sont : une charrue simple, une charrue pour labours à plat, une charrue à disque, une herse à disque, un râteau latéral, un chariot épandeur de fumier, un semoir distributeur d'engrais, un semoir à maïs à deux rangs, un semoir à légumes, une houe cultivatrice, une faucheuse. Ces instruments se fixent au départ. Arrivé dans le champ, le conducteur n'a pas à descendre du siège. Le réglage en profondeur se fait en déplaçant des manettes sur un cadran. En France, les fermes de 40 à 50 hectares étant cinq fois plus nombreuses que les grandes, il semble que ces « araporteurs » puissent y être mis en œuvre avec succès.

BATEAU DE SAUVETAGE INCHAVIRABLE

UN Londonien, Mr. Gaskin, a construit la maquette d'un bateau de sauvetage insubmersible et inchavirable. Son aspect est celui de deux embarcations accolées par le fond, et il peut flotter effectivement dans n'importe quelle position. Cette symétrie est une particularité intéressante, car les difficultés de mises à flot des chaloupes de sauvetage, souvent délicates

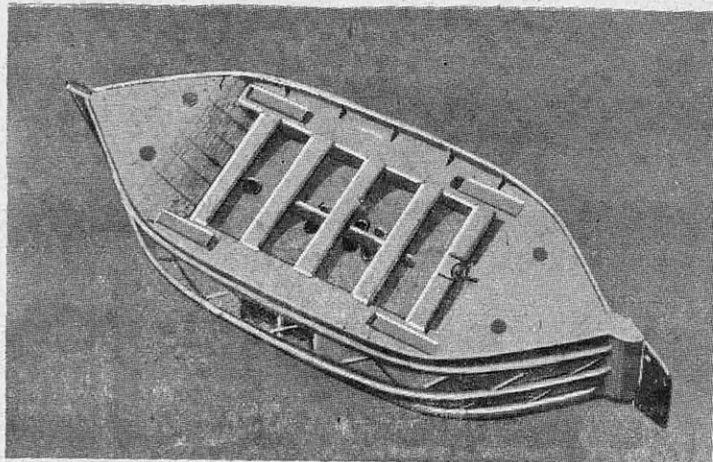


FIG. 7. — MAQUETTE DU BATEAU DE SAUVETAGE INCHAVIRABLE

en cas de sinistre, aboutissent quelquefois à faire chavirer l'embarcation avant qu'elle ait touché l'eau. Une fois mise à flot, l'embarcation ne peut plus se retourner; le moteur diesel dont elle est équipée fonctionne dans chacune des deux positions possibles. De plus, des ouvertures sont spécialement conditionnées pour évacuer automatiquement l'eau sans pouvoir la laisser pénétrer. De 15 m de long et 3,3 m de large, cette embarcation peut contenir quatre-vingts personnes et six mois d'eau et de vivres. Elle a été homologuée par les bureaux officiels anglais et américains.

MORTIER « g »

LA Boeing Aircraft Company, aux États-Unis, qui étudie la construction de projectiles-fusées télé-guidés, a été amenée à réaliser une installation spéciale pour l'étude de la résistance mécanique de ses équipements divers, récepteurs radioélectriques, servo-moteurs, etc., lorsqu'ils sont soumis à des accélérations très élevées, comme celles qui sont développées, par exemple, lors de leur lancement.

Cette installation, que représente la figure 8, fonctionne suivant le même principe que l'antique « pistolet à bouchon », c'est-à-dire à air comprimé. Le « bouchon » contient l'équipement à essayer et ses deux extrémités jouent le rôle de pistons, se déplaçant dans le cylindre du mortier de lancement. La suite des opérations est la suivante : le « bouchon » garni est placé dans le mortier, où il est maintenu par un tenon. On admet progressivement de l'air comprimé dans



FIG. 8. — LE MORTIER « g » QUI PERMET D'OBTENIR DES ACCÉLÉRATIONS DE L'ORDRE DE CENT FOIS L'INTENSITÉ DE LA PESANTEUR

le mortier, jusqu'à ce que la pression atteigne une valeur fixée à l'avance. Le tenon s'efface alors brusquement et le « bouchon » est projeté violemment vers le haut, atteignant sa pleine vitesse sur un par-

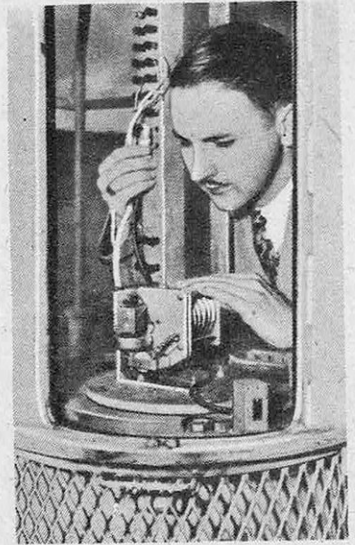


FIG. 9. — UN APPAREIL RADIO-ÉLECTRIQUE EST INSTALLÉ DANS LE PROJECTILE DU MORTIER

cours de seulement 22 cm. Pour une vitesse du projectile de 80 km/h, l'accélération est environ cent fois celle de la pesanteur, ou 100 g. (Le mortier a été baptisé « g » d'après la lettre universellement adoptée pour désigner l'intensité de la pesanteur.) Le « bouchon » pénètre alors dans un deuxième cylindre, disposé au-dessus du premier, et il comprime progressivement l'air, ce qui le ralentit, avec une accélération négative, ou « décélération », dix fois plus faible qu'au lancement, grâce à des valves qui laissent échapper l'air.

Pendant l'essai, le « bouchon » emporte des dispositifs électroniques qui permettent d'analyser les efforts supportés par l'équipement emporté.

V. RUBOR

NUMÉROS DISPONIBLES

Nous pouvons fournir à nos lecteurs les numéros suivants :

1940 : 277, 278, 279	à 15 fr. l'exemplaire.
1941 : 281, 290	à 15 » —
1942 : 303, 304	à 15 » —
1943 : 305, 306, 307, 308	à 15 » —
1945 : 337, 338, 339	à 20 » —
1946 : 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348	à 20 » —
349, 350, 351	à 30 » —
1947 : 352	à 30 » —
353, 354, 355, 356	à 28,50 —
Numéro hors série « Aviation 1946 »	à 120 » —

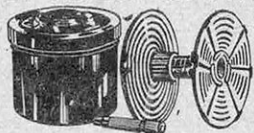
Adresser le montant de toutes les commandes au **C. C. Postal 91-07 Paris.**

Tarif des abonnements : France et Col., 300 fr.; recommandé, 400 fr. Étr., 450 fr.; recommandé, 600 fr.

**LE DÉVELOPPEMENT
AUTOMATIQUE DES FILMS
SANS LABORATOIRE**

Les appareils que nous présentons ci-dessous ont été soigneusement étudiés pour permettre à tout amateur d'effectuer **AUTOMATIQUEMENT** le développement des films photo sans le secours d'un laboratoire. Ces cuves développent, fixent, lavent sans taches ni rayures. Elles permettent de réaliser une grosse économie de temps et d'argent avec 100 % de réussites.

Le SUPERINOX cuve universelle



ajustable
du
 24×36
au
 $6 \frac{1}{2} \times 11$.

Le SOUPLINOX à bande souple



à bande souple
gauffrée.
Modèle
spécial pour
 24×36
LEICA
CONTAX
FOCA, etc.
En vente

chez tous les détaillants photo.
Les **NOUVEAUTÉS, PHOTO,**
83, faubourg Saint-Martin, PARIS (X^e).

**DE BELLES RÉUSSITES
EN PETIT FORMAT**

Les films 35 mm **GEVAERT** pour appareils petits formats sont une source de satisfaction pour les usagers. Les émulsions, adaptées spécialement à leur fonction, se distinguent par la finesse de leur grain et la grande latitude de pose et de développement. Professionnels et amateurs trouveront à leur disposition, en cartouches de 36 poses :

LE MICROGRAN PANCHRO 27° pour les prises de vues à la lumière du jour et à la lumière artificielle. Parfaitement anti-halo, grain ultra-fin, grande latitude de pose et de développement.

LE PANCHROMOSA 32° ultra-sensible, spécialement recommandé pour les prises de vue à l'intérieur.

Enfin, **GEVAERT** a repris récemment la fabrication des films 35 mm.

MINUTO PAN 27° et 32° renfermant toutes les qualités précédentes, mais livrés en charges de 5, 10, 15 et 30 m.

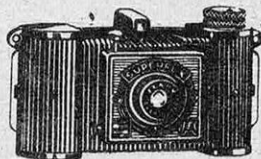
Les films **GEVAERT** sont en vente chez tous les spécialistes.



LE SUPERFEX

le plus simple des appareils précis.

Voici un appareil de classe, en matière moulée, fabriqué en série et qui met les joies de la photo à la portée de tous.



CARACTÉRISTIQUES :

- Son boîtier entièrement en matière plastique, léger et indéformable.
 - Son obturateur à fonctionnement très sûr pour pose et instantané (1/30 de seconde).
 - Son ménisque à foyer fixe supprimant toute mise au point. Profondeur du champ 1,50 m à l'infini.
 - Son déclencheur sur le boîtier.
 - Son viseur spécial ultra-net et lumineux.
- Prix avec étui : 950 francs.
En vente tous magasins photo.
Autres spécialités : les posomètres optiques **TEMPOR** et **IRIS**.
Établissements **KAFTA**, fabricant, 44, rue Damrémont, Paris (18^e).

VUES MODERNES SUR LA PHOTO D'AMATEUR

**CHRONIQUE GRENIER
VACANCES SANS PHOTO
JOIES SANS SOUVENIRS**

Votre appareil, même simple, donnera des « ciels » plus modelés, des reliefs meilleurs, des instantanés plus vivants, avec un filtre jaune vert (150 fr. à 360 fr. suivant diamètre).

Munissez-vous spécialement d'une lentille **PROMMOR**. En opérant comme d'habitude, elle vous permet de fixer l'image des sujets entre 0,30 m et 1 m (de 400 à 600 frs. Exigez bien la marque. Notice sur demande).

Avec **PROMMOR**, quels charmes nouveaux ! Cette jeune femme que vous admirez de tout près, vous n'en aurez que l'attitude en la photographiant à 2 ou 3 m.

Mais, si vous la prénez avec une lentille **PROMMOR**, vous découvrirez la beauté de son regard, la fraîcheur de son sourire, tous les détails d'un bon portrait.

Et ce délicieux bébé qui joue sur la plage... De tout près, vous prendrez les menottes potelées qui creusent le sable, la grimace du premier bain et tant de gestes charmants.

Sans aucun souci supplémentaire, la lentille **PROMMOR** décuple la qualité « souvenir » de vos instantanés. Elle existe pour votre appareil. (En la commandant, indiquer le diamètre extérieur de votre objectif.)

Vous qui faites du petit format, avez-vous une bobineuse **SOMMOR** (550 fr.) pour garnir en plein jour vos chargeurs avec du film grain fin à 27 fr. le mètre (1 m = 22 vues) ?

Avez-vous vos filtres colorés jaune vert, orangé, vos lentilles **PROMMOR** ? Pour votre **LEICA** avez-vous un système **PRISMOR** (1 500 à 1 750 fr. selon type) ?

Et une cuve à développer **SOUPLINOX** (750 fr.), des révélateurs grain fin en ampoules et fixateurs ?

Enfin appréciez toujours vos temps de pose avec précision. Munissez-vous d'un **TEMPOR** (360 fr.) ou d'un télé-posomètre **Optonet** (1668 fr.).

Tous ces articles sont disponibles avec notices d'emploi. Disponibles aussi : Appareils **ELGY-LUMIÈRE** (3 000 fr.), **ONTOBLOC** (9 443 fr.), **SEM-KIM** (6 910 fr.), **FOCA** (15 155 fr. et 22 400 fr.)

Quelques nouveautés :

1° **ALBUM CLASSEUR TEK** pour 250 vues 6×9 . Très grande rapidité de collage (10 minutes pour l'album entier). Lecture des inscriptions au verso (350 fr.) ;

2° **FILM INFRA-ROUGE**, 35 mm la cartouche de 36 vues : 110 fr. ;

3° Le livre *La Pratique du petit format* ; 220 fr. ;

4° Pour examiner les vues 24×36 , le **FILMO VISEUR** (notice) ;

5° Notre service assurant la livraison des titres, copies, agrandissements d'après films 8 mm-9,5-16 mm (notice) ;

6° La revue *Petits Formats* est parue. Le n° 20 fr. remboursables.

7° Tous papiers photo (Tarif sur demande).

TRAVAUX PHOTOGRAPHIQUES.

Notre SERVICE POSTE fonctionne à la grande satisfaction de nos clients. Tous travaux photo exécutés dans nos laboratoires très modernes. Demandez plus spécialement notre développement grain fin avec positif papier en bande 36 vues (90 fr.), et nos fameux agrandissements sur **GEVALUX**.

GRENIER, 27, rue du Cherche-Midi (métro Sèvres-Babylone), magasin ouvert tous les jours, sauf le samedi, C. P. 1526-49, Paris. Notices et renseignements contre timbre 4,50 fr.

Prix nets, baisses légales déduites.

Nous expédions contre remboursement. Emballage et port facturés au juste prix. **FRANCO TOTAL** pour commande supérieure à 5 000 fr. Pour les colonies, nous préférons le paiement par virement postal.

Attention — Fermeture annuelle du 1^{er} au 18 août. Veuillez passer vos commandes à temps.

T. S. F.

Qualité « LABEL ». Garantie deux ans. Vente directe sans intermédiaire. Au comptant : à partir de 6.990 francs. A crédit : Grands supers à partir de 560 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 Frieland, PARIS (8^e)

POURQUOI ALLER A L'ÉCOLE... PUISQUE L'ÉCOLE PEUT ALLER CHEZ VOUS ?

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.



RADIOÉLECTRICITÉ. — 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 electro-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, 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.

AUTOMOBILE. — Les besoins sans cesse croissants que devra désormais satisfaire cette industrie tant au point de vue transports utilitaires qu'au point de vue tourisme ouvrent à cette branche d'activité des débouchés immenses, certains et rémunérateurs. Inscrivez-vous à nos cours de :

- Électricité automobile moderne.
- Chef de garage et d'ateliers de réparations.
- Cours de dessin industriel.

Notre importante documentation, n° 23, véritable guide d'orientation professionnelle, ainsi que notre liste d'ouvrages techniques vous seront adressées gratuitement et sans engagement sur simple demande à

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

CET AVIS INTÉRESSE TOUS LES JEUNES

Les jeunes, qui, inquiets et perplexes, hésitent à choisir une situation, trouveront facilement celle qui leur convient (civile ou d'État), dans le GUIDE n° 728, document unique. Envoi gratuit. ÉCOLE AU FOYER, 39, rue Denfert-Rochereau, Paris.

TOUTES LES CARRIÈRES DE L'AUTOMOBILE

Motoriste, mécanicien - chauffeur, électricien - réparateur, employé ou magasinier de garage, vendeur-représentant en automobiles, etc., vous serez ouvertes en suivant nos cours par correspondance qui feront de vous des 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.

LES ÉTONNANTES POSSIBILITÉS DE LA MÉMOIRE
J'étais loin de me douter en arrivant chez mon ami B. I. Borg que j'allais être le témoin d'un spectacle vraiment extraordinaire et décupler ma puissance mentale.

Il m'avait fait venir à Stockholm pour parler aux Suédois de Pasteur et de nos grands savants français, et, le soir de mon arrivée, après le champagne, la conversation roula naturellement sur les difficultés de la parole en public, sur le grand travail que nous impose à nous autres conférenciers la nécessité de savoir à la perfection le mot à mot de nos discours.

B. I. Borg me dit alors qu'il avait probablement le moyen de m'étonner, moi qui lui avais connu, lorsque nous faisons ensemble notre droit à Paris la plus déplorable mémoire.

Il recula jusqu'au fond de la salle à manger et me pria d'écrire cent nombres de trois chiffres, ceux que je voudrais, en les appelant à haute voix. Lorsque j'eus ainsi rempli de haut en bas la marge d'un vieux journal, B. I. Borg me récita ces cent nombres dans l'ordre dans lequel je les avais écrits, puis en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par les derniers. Il me laissa aussi l'interroger sur la position respective de ces différents nombres ; je lui demandai, par exemple quels étaient le 24^e, le 72^e, le 38^e, et je le vis répondre à toutes mes questions sans hésitation, comme si les chiffres que j'avais écrits sur le papier étaient aussi écrits dans son cerveau.

Je demeurai stupéfait par un pareil tour de force et je cherchai vainement l'artifice qui avait permis de le réaliser. Mon ami me dit alors : « Ce que tu as vu et qui te semble extraordinaire est, en réalité, fort simple : tout le monde

95 PHOTOS RÉUSSIES SUR 100

Vous réussirez couramment des photos artistiques si, au lieu de vous fier au hasard, vous apprenez à vous servir de votre appareil. Plus de pellicules gâchées, plus de souvenirs de réunions ou d'excursions irrémédiablement perdus si vous suivez le passionnant cours « LA PHOTO FACILE » qui vous enseignera par correspondance cet art qui vous donnera tant de joies. Demandez aujourd'hui la belle brochure illustrée de 16 pages S.V.5 à « LA PHOTO FACILE », 11, rue Keppler, Paris (17^e) (joindre 15 francs en timbres).

20 A 25.000 FRANCS PAR MOIS



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

possède assez de mémoire pour en faire autant, mais rares sont les personnes qui savent se servir de cette merveilleuse faculté.

Il m'indiqua alors le moyen d'accomplir le même tour de force et j'y parvins aussitôt, sans erreur, sans effort, comme vous y parviendrez vous-même demain.

Mais je ne me bornai pas à ces expériences amusantes et j'appliquai les principes qui m'avaient été appris à mes occupations de chaque jour. Je pus ainsi retenir avec une incroyable facilité mes lectures, les conférences que j'entendais et celles que je devais prononcer, le nom des personnes que je rencontrais, ne fût-ce qu'une fois, les adresses qu'elles me donnaient et mille autres choses qui me sont d'une grande utilité. Enfin, je constatai au bout de peu de temps que non seulement ma mémoire avait progressé, mais que j'avais acquis une attention plus soutenue, un jugement plus sûr, ce qui n'a rien d'étonnant puisque la pénétration de notre intelligence dépend surtout du nombre et de l'étendue de nos souvenirs.

Si vous voulez obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez B. I. Borg de vous envoyer son intéressant petit ouvrage : *Les Lois éternelles du Succès* ; il le distribue généreusement sans demander un centime, à quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici son adresse : B. I. Borg, chez Aubanel, 7, place Saint-Pierre, Avignon. Écrivez-lui tout de suite, avant qu'il retourne en Suède.

E. BARSAN.

RÉUSSIR !

Pour obtenir une situation lucrative ou améliorer votre emploi actuel, votre intérêt est de suivre les cours par correspondance de l'ENEC basés sur des méthodes d'enseignement modernes et rationnelles. Demandez l'envoi gratuit de la brochure que vous désirez (précisez le n°).

- Broch. 2.720 : Orthographe, Rédaction.
- Broch. 2.721 : Calcul, Mathématiques.
- Broch. 2.722 : Physique.
- Broch. 2.723 : Chimie.
- Broch. 2.724 : Électricité.
- Broch. 2.725 : Radio.
- Broch. 2.726 : Mécanique.
- Broch. 2.727 : Automobile.
- Broch. 2.728 : Aviation.
- Broch. 2.729 : Marine.
- Broch. 2.730 : Dessin industriel.
- Broch. 2.731 : C. A. P., B. P. Industrie.
- Broch. 2.732 : Carrières industrielles.
- Broch. 2.733 : Sténo-dactylographie.
- Broch. 2.734 : Secrétariat.
- Broch. 2.735 : Comptabilité.
- Broch. 2.736 : Langues.
- Broch. 2.737 : C. A. P., B. P. Commerce.

Broch. 2.738 : Carrières commerciales.
Broch. 2.739 : Enseignement ménager (C. A. P., B. P.)

Broch. 2.740 : Carrières administratives.

Broch. 2.741 : B. E. et Baccalauréats. Baccalauréat Technique (2^e session).

ÉCOLE NORMALE D'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE
28, rue d'Assas, Paris (VI^e).

PARENTS, VOICI DU NOUVEAU POUR VOS ENFANTS

L'ÉCOLE A. B. C. vient de créer un cours de dessin par correspondance, spécial pour les enfants de huit à treize ans. Enfin, une méthode amusante et réellement pratique qui guidera votre enfant, l'aidera à préciser ses impressions, formera et affînera son goût.

Apprendre le dessin n'est pas seulement un passe-temps agréable, c'est un devoir de prévoyance, car, en plus de l'agrément qu'il procure, il peut ouvrir la voie vers maintes carrières intéressantes et lucratives.

Si votre enfant ne devient pas un artiste et quelle que soit sa carrière, la pratique du dessin enrichira sa personnalité et sera pour lui une source de supériorité et de satisfaction.

Renseignez-vous : demandez l'albun illustré envoyé gratuitement et sans engagement de votre part.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN
(Enfants 73).
12, rue Lincoln, Paris (VIII^e).

TÉLÉPHONE IDÉAL EN HAUT-PARLEUR



La preuve est faite que seul l'interphone permet l'organisation rationnelle des liaisons directes et à haute voix entre les bureaux. Plus de déplacements inutiles, chacun pouvant être appelé et parler à distance de l'appareil.

Voici quelques avantages particuliers aux appareils « INTERVOX » :

- Installation simple et économique.
- Intercommunication totale (brevet INTERVOX).
- Liaison directe et séparée de chaque service.
- Puissant, sensible, fidèle, robuste.
- Usage réduite, les lampes ne débitant que pendant les conversations (brevet INTERVOX).
- Écoute libre (surveillance).
- Silence total en « attente », exempt de ronflement en « service ».
- Comportent « circuit d'écoute », « secret », « appel général », « signalisation pas libre », écouteur téléphonique pour écoute confidentielle.
- Modèles de 4 à 20 directions.
- Par sa production intense, la SOCIÉTÉ INTERVOX assure : Prix avantageux. Installations éprouvées. Délais rapides.
- Les meilleures références : Ministères, administrations, services publics, cliniques, etc.

SOCIÉTÉ INTERVOX

135, avenue du Général-Michel-Bizot, Paris (12^e).

Tél. : Diderot 03-92.

Documentation sur demande.

DANS CINQ MOIS VOUS SEREZ COMPTABLE

(traitement : 7 500 à 10 500 fr.).
4 MOIS suffisent pour faire de vous un bon Secrétaire Sténodactylo (traitement jusqu'à 9 500 fr.) grâce aux célèbres cours par correspondance de l'ÉCOLE PRATIQUE DE COMMERCE, 74, rue Saint-Désiré, Lons-le-Saunier (Jura).

Actuellement, le nombre des emplois offerts aux anciens Élèves de l'École dans le Commerce, l'Industrie, les Administrations, etc., en France et aux Colonies, est bien supérieur à celui des candidats disponibles. Dem. broch. illustr. grat. n° 2210.

SAVEZ-VOUS BRICOLER ?

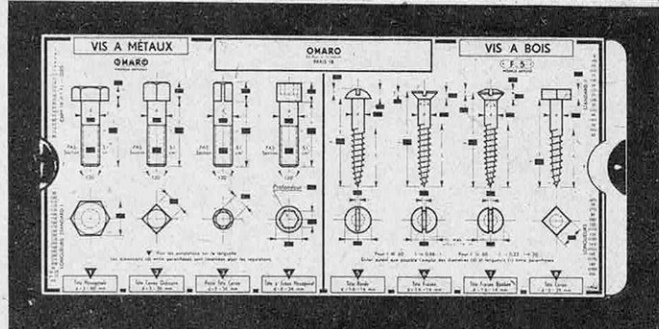


Le bricolage est une application ingénieuse de l'esprit pratique, mais n'a trait qu'à des travaux de médiocre intérêt. Cela ne vous suffit certainement pas, vous voulez arriver à dominer de plus larges entreprises et posséder un esprit capable d'embrasser l'ensemble d'un vaste problème.

Cette capacité de juger de haut et de loin vous pouvez l'acquérir.

Vous saurez comment en demandant sa brochure n° VI-4-E à l'Institut PELMAN, 176, boulevard Haussmann, Paris.

VIS A MÉTAUX ET A BOIS F. 5 PRIX : 100 FR. BAISE 7 % + PORT



PROBLÈME POSÉ : LECTURE DIRECTE DE SA SOLUTION
Les curseurs OMARO sont des règles à barèmes ou à calcul à lecture objective. De nombreux modèles concernant l'industrie, les mathématiques ont été réalisés. Plus de 25 modèles OMARO, 13, rue de la Nation, PARIS (XVIII^e). - (MONtmartre 21.65.)

LA DIFFUSION SCIENTIFIQUE

3, rue de Londres, Paris (9^e).

vous présente :

son intéressante collection de livres sur l'automobile, l'électricité, la radio, les diverses professions, le dessin, la formation professionnelle, le commerce, la comptabilité, les connaissances scientifiques nouvelles, la médecine, les sports, les danses, la cuisine, la pâtisserie, le jardinage, le bricolage, la culture humaine, la graphologie, l'occultisme, la radiesthésie, etc... Catalogue général « SCIENCES 47 » de 32 pages contre 10 francs en timbres.

SPORTS AÉRIENS

Des as de guerre, des ingénieurs, grands spécialistes actifs de l'aviation, se sont réunis pour mettre à votre disposition un ensemble unique de cours d'une qualité impeccable, directement inspirés des plus récentes techniques mises au point par les Anglais et les Américains : généralités, navigation, mécanique, météo, pilotage, vol à voile, modèles réduits, B. E. S. A., tourisme, B. E. navigateur, commandant aérodrome, mathématiques, etc. Entraînement pratique partout.

Demandez la notice V-6 à l'École des Techniques nouvelles, AVIATION AUTO-RADIO, 65, Champs-Élysées, PARIS. — 20, rue Charles-Martel, BRUXELLES. — Gorge, 8, NEUCHÂTEL.

VOUS AVEZ BESOIN DE SAVOIR RÉDIGER

Savoir bien rédiger est une condition essentielle de réussite, non seulement dans la Presse et l'Illustration, mais dans l'Administration, les Affaires, la Publicité.

Vous qui avez toujours eu le goût d'écrire, qu'attendez-vous pour devenir reporters, journalistes, romanciers ?

Ingénieurs, techniciens, rédacteurs, employés ou chefs d'atelier, vous avez besoin de mettre de la précision, de la chaleur, de la vigueur, dans vos rapports, vos mémoires, vos lettres, vos articles techniques.

L'ÉCOLE A. B. C. de RÉDACTION vient de créer à votre intention des branches de spécialisation toutes nouvelles parmi lesquelles vous pouvez choisir celle qui correspond à vos besoins ou à vos projets :

ROMAN, NOUVELLE, CONTE, POÉSIE, COMPOSITION THÉÂTRALE, SCÉNARIO, JOURNALISME, ART DE PARLER, RÉDACTION PUBLICITAIRE, COURRIER COMMERCIAL.

Renseignez-vous et demandez la brochure « L'Art d'écrire », offerte gratuitement, vous y trouverez une documentation très complète sur l'École A. B. C. et sa méthode éprouvée. (Joindre 9 fr. pour frais d'envoi.)

ÉCOLE A. B. C. (RÉDACTION Z-7)
12, rue Lincoln, PARIS (VIII^e).

POUR LES RADIOTECHNICIENS :

Général H. ADELINÉ,

Breveté d'état-major, ingénieur E. S. E.

MANUEL D'ÉLECTRICITÉ DU RADIOTÉLÉGRAPHISTE (13^e édition 1947)

420 pages, 360 figures. Prix : 260 fr. (— 10 %). Envoi franco recommandé : 20 francs.

Éditions CHARLES-LAVAUZELLE et C^{ie}.124, boulevard Saint-Germain, PARIS (VII^e).

(C. C. P. Paris 88.49).

DANS QUATRE MOIS VOUS AUREZ APPRIS BIEN DES CHOSES EN COMPTABILITÉ

Préparez les examens officiels d'État.

Dans un service comptable vous pouvez végéter ou devenir un chef. Pour cela il faut en savoir plus que les autres.

L'École Française de Comptabilité vous donnera le moyen de comprendre la technique comptable, grâce à sa méthode caténaire, simple, logique, vivante.

Demandez la documentation gratuite n° 1963 (ou téléphonez Cha. 28-83). Ne pas joindre de timbres. École Française de Comptabilité, 91, avenue de la République, Paris. La comptabilité est une profession de mieux en mieux payée. Partout on emploie des comptables. Profitez-en si vous le pouvez.

VOICI VOTRE ÉCOLE

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° 33180. **Classes secondaires complètes ;**
Baccalauréats.

N° 33181. **Classes primaires complètes ;**
Brevets.

N° 33182. **Enseignement supérieur ;**
Licence ès Lettres.

N° 33183. **Cours d'orthographe.**

N° 33184. **Cours de rédaction.**

N° 33185. **Formation scientifique (Math.,**
Physique, Chimie).

N° 33186. **Dessin industriel.**

N° 33187. **Industrie :** Certificats d'aptitude
professionnelle.

N° 33188. **Radio, certificats de radio de**
bord (1^{re} et 2^e classes).

N° 33189. **Commerce et comptabilité :**
Certificats d'aptitude profes-
sionnelle.

N° 33190. **Dunamis** (Culture mentale).

N° 33191. **Phonopolyglotte** (Anglais, Alle-
mand, Italien, Espagnol).

N° 33192. **Dessin artistique.**

N° 33193. **Cours d'éloquence.**

N° 33194. **Cours de poésie.**

N° 33195. **Formation musicale.**

N° 33196. **Initiation aux grands pro-
blèmes philosophiques.**

N° 33197. **Cours de publicité.**

N° 33198. **Carrières des P. T. T. et des**
Travaux publics.

N° 33199. **Écoles d'infirmières et Assis-
tantes sociales, Écoles vétéri-
naires.**

Plusieurs milliers de brillants succès aux examens officiels

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

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

Un Laboratoire sur votre Table

C'est ce que nous vous offrons avec un enseignement complet sur
**LA RADIO, LA TÉLÉVISION
LE CINÉMA, L'ÉLECTRICITÉ**

• Vous qui désirez vous faire une situation, confiez votre avenir à des ingénieurs spécialisés.

Certificat de fin d'études
Préparation aux carrières d'Etat.

Vous n'oublierez jamais ce que vous aurez construit de vos mains. Tous les travaux pratiques de radio et d'électricité avec les 700 pièces de montage



Demandez aujourd'hui contre 10 Francs notre album SV **La Radio et ses Applications Métiers d'Avenir**



INSTITUT ELECTRO-RADIO
6. RUE DE TÉHÉRAN, PARIS, 8^E

PUBL. BONNANGE

AUTOMOBILE - AVIATION - CINÉMA - MAI
ELECTRICITE - ELEVAGE - ENSEIGNEMENT
RADIO - TELEVISION
MECANIQUE - PHOTO
DESSIN - DICTIONNAIR

LIBRAIRIE

SCIENCES et LOISIRS

LE PLUS GRAND CHOIX D'OUVRAGES TECHNIQUES DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET D'UTILITE PRATIQUE.

CATALOGUE N° 12 CONTENANT SOMMAIRES DE 750 OUVRAGES, FRANCO CONTRE 10 FRANCS EN TIMBRES.

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES FRANCE ET COLONIES.

ENCYCLOPÉDIES - GÉNÉRAL - JEUX DE SOCIÉTÉ - ASTROLOGIE - YACHTING - MENUISERIE - PHILOSOPHIE - TELÉPHONIE - RADIESTHÉSIE - D'AMATEURS - SCIENCES - LANGUES ÉTRANGÈRES - JARDINAGE

17, AV. de la RÉPUBLIQUE
PARIS (XI^e) Métro: République

La librairie de Paris
au Service de toute la France!

Avez-vous lu

la nouvelle brochure " LES LANGUES ÉTRANGÈRES PAR LINGUAPHONE " ?

Qui de vous ne connaît le nom de Linguaphone ? Mais connaissez-vous le secret de cette méthode qui a révolutionné l'enseignement des langues ? Il ne tient qu'à vous de le savoir.

Ne tardez pas un jour de plus. Avec un cours de conversation Linguaphone et votre phono chez vous, vous apprenez à parler la langue de



votre choix de la manière la plus intéressante possible, car Linguaphone vous apporte les professeurs les plus éminents de chaque pays.

Cette méthode pratique et attrayante transforme l'étude en une véritable distraction. Vos progrès vous étonneront : en quelques mois, vous parlerez couramment.

Du reste, vous pouvez faire un essai gratuit, dans la langue de votre choix, chez vous, pendant toute une semaine.

- ANGLAIS
- ESPAGNOL
- ALLEMAND
- RUSSE

Demandez la brochure illustrée qui vous apportera des renseignements détaillés sur la méthode, sa description complète, le plan, le programme des cours, la liste des principales universités, des lycées et des collèges (plus de 11 000 dans le monde entier) qui les ont adoptés.

C'est un document que vous devez posséder et lire. Envoyez de suite le coupon ci-dessous.

Linguaphone vient de recevoir de nouvelles séries de cours (Disques et livres). Hâtez-vous d'en profiter !

LINGUAPHONE

(Dépt. A. 71) - 12, rue Lincoln, PARIS (VIII^e)

Monsieur le Directeur,

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre brochure de renseignements et les conditions d'essai gratuit.

NOM

ADRESSE

Écrivez-nous avec détails : langue qui vous intéresse, but poursuivi ; nous répondrons à vos questions

Devenez REPORTER ou CORRESPONDANT de Presse

SPORTIF - THÉÂTRAL - CINÉMA
INFORMATION - CRIMINEL - VOYAGES

En suivant notre cours de
JOURNALISME

Si vous aimez le **DESSIN**, le **CROQUIS**
Suivez notre cours de
CARICATURISTE

TOUS CES COURS PAR CORRESPON-
DANCE PEUVENT ÊTRE SUIVIS SANS QUIT-
TER VOS OCCUPATIONS HABITUELLES

SITUATIONS D'AVENIR
INDÉPENDANTES ASSURÉES

Documentation gratuite contre 6 francs pour frais d'envoi

ÉCOLE TECHNIQUE
DE REPORTAGE
8, boulevard Michelet, 8
TOULOUSE

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 11 E

COURS
PRATIQUE
D'ÉLECTRICITÉ
222, Bd. Péreire - Paris 17^e



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.

Réclamez aujourd'hui même le passionnant album de renseignements que vous offre l'**ÉCOLE INTERNATIONALE** (Service SV. 77), Principauté de Monaco. Joignez simplement à votre demande vos noms et adresse, ainsi que 10 francs, à votre gré, pour frais de poste.



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

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 Écoles 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

— 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, C. A. P., Préparation au C. A. P. de Dessin, Électricité, Ajustage, Dessinateur, Sous-Ingénieur et Ingénieur.

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

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 Maîtrance et d'Élèves Ingénieurs Mécaniciens.

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



aucun obstacle n'est insurmontable...

TANK-400

*Le stylo à grande contenance
garanti pour l'existence.*



*Le stylo
de l'homme de lettres*

Ecrire des pages et des pages sans
arrêt, à la plume et à l'encre, voilà
ce que permet

LE TANK-400

dont le corps, formant cartouche inter-
changeable à niveau d'encre entièrement
visible, contient

400 GOUTTES

la capacité de 10 stylos

Ce stylo moderne et chic, outil de travail
sérieux sera votre prochain stylo.



Le TANK 400 en écrin de
luxe avec ses quatre
cartouches de rechange
remplies d'encre
BLEU RADIO ou BLEU NOIR
Stephens'
extra fluide.

TRÈS IMPORTANT - Où que vous
soyez si le TANK 400 ne vous donne
pas satisfaction entière, présentez
votre bon de garantie au papetier
de la ville; il vous sera échangé
immédiatement et sans frais

DESCRIPTION

- 1 le **CAPUCHON** avec son clip de sûreté, véritable pièce de mécanique de précision
- 2 la **CARTOUCHE** interchangeable formant le corps du stylo à niveau d'encre visible.
- 3 la **SECTION PLUME**, qui avec ses perfectionnements, constitue l'âme du stylo le plus moderne.

Autres avantages

Entièrement en PLEXIGLAS, donc INCASSABLE, Clip, jons et plume en métal doré à l'or fin. INALTERABLES

E^{TS} Pierre BAIGNOL & C^o

USINES & BUREAUX : 19, rue de SARTORIS

LA GARENNE-COLOMBES (SEINE)

Supplément au n° 358 (juillet 1947) de SCIENCE ET VIE

SCIENCE ET VIE

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

TOME LXXI

JANVIER A JUIN 1947 (N^{os} 352 A 357)

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

SCIENCE ET VIE

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

TOME LXXI : JANVIER A JUIN 1947 (N° 352 A 357)

TABLE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

	N°	Pages		N°	Pages
A					
Absorption des ondes par l'atmosphère.	352	21	<i>Auerbach.</i> — Mutations.	353	68
Acide folique. — <i>A. C.</i>	353	102	<i>Ausbacher.</i> — P. A. B. — <i>A. C.</i>	356	257
A Côté de la Science, p. <i>V. RUBOR</i>	352	47	Automobile en verre. — <i>A. C.</i>	352	52
d°	353	101	Automobiles munies de radiotéléphonie		
d°	354	153	aux États-Unis. — <i>E.</i>	357	307
d°	355	203	Aviauto	353	57
d°	356	255	Aviautos (Les), par <i>E.-M. BORNECQUE.</i>	353	55
d°	357	308	Avion-cible télécommandé OQ-14	355	161
Actinium	357	290	Avion contre navire : la bombe-torpille,		
Aérautos (Les), par <i>E.-M. BORNECQUE.</i>	353	55	par <i>Camille ROUGERON</i>	353	71
Aérosols. — <i>A. C.</i>	355	203	Avion prospecteur des richesses mi-		
<i>Agafonoff.</i> — Pédologie	352	13	nières, par <i>M. DÉRIBÉRE</i>	352	26
Agriculture (Peut-on mécaniser l'), par			Avions-autos (Les), par <i>E.-M. BOR-</i>		
<i>J. ENGELHARD.</i>	356	211	<i>NECQUE</i>	353	55
Air-car de <i>Boggs.</i>	353	58	Avions-fusées supersoniques, par <i>Ca-</i>		
Air (Densité de l') en fonction de l'alti-			<i>mille ROUGERON</i>	354	107
tude	354	110	Avions stratosphériques (Chambres		
Airmer (Réseaux ferrés miniatures). —			d'altitude pour), par <i>Jean CASTEL-</i>		
<i>A. C.</i>	352	52	<i>LAN</i>	355	187
Alaska (Alcan, route de l')	357	278	AVIONS :		
Alcan, route de l'Alaska	357	278	A-9 (Allemagne)	354	111
<i>Altenburg.</i> — Mutations	353	67	Aérautos	353	55
Altimètre (Défauts de l')	356	233	Airphibian. — Aérauto	353	54
Altitude (Chambres d') pour avions			Al-6 (États-Unis)	354	111
stratosphériques, par <i>Jean CASTEL-</i>			Avenger (Grumman T. B. F.) à fusées		
<i>LAN</i>	355	187	de décollage (États-Unis)	357	268
Aluminium (Maisons préfabriquées			Avion-cible OQ-14 télécommandé		
anglaises en), par <i>Yves PERLÈS</i>	355	168	(États-Unis)	355	161
Alzac	357	303	Avions-fusées	354	107
Ambre gris	352	5	Avro « Tudor » 1 (Caisson d'essai de		
Americium. — <i>E.</i>	352	46	l')	355	187
Analgsésiques	357	288	B-25 « Mitchell » (North-American) à		
Ancêtres réels, ancêtres fictifs, par			fusées de décollage (États-Unis)	357	265
<i>Robert WEILL</i>	356	245	Bachem « Natter » (Allemagne)	354	108
Anesthésiques locaux	357	289	Baka (Japon)	354	108
<i>Appert-Collin</i> (Pesée des ruches). —			Bell X S-1 (États-Unis)	354	107
<i>A. C.</i>	357	308	Boeing B-17 « Fortress » télécom-		
Archéologie (Avion et), par <i>M. DÉRI-</i>			mandé	355	162
<i>BÉRÉ</i>	352	26	Corsair (Vought-Sikorsky F 4-U-3) à		
Arsenal de l'Aéronautique (Chambre			fusées de décollage (États-Unis)	357	264
d'altitude de l')	355	192	F 4-U-3 (Vought-Sikorsky) « Cor-		
Ascenseur de bateaux (Projet d') sur le			sair » à fusées de décollage (États-		
Yangtse	354	134	Unis).	357	264
Aspirateur géant « Filbert » pour le			Grumman T. B. F. « Avenger » à		
ramassage des noix	356	210	fusées de décollage (États-Unis)	357	268
Atavisme et consanguinité.	356	245	« Komet » (Messerschmitt Me 163-B)		
Atterrissage dans la brume, par <i>Henry</i>			(Allemagne)	354	108
<i>PORRA</i>	356	223	Lockheed P-80 « Shooting Star » à		
Atterrissage normal	356	223	fusées de décollage (États-Unis)	357	269
<i>Atwater.</i> — Énergie cellulaire	355	176	Messerschmitt Me 163-B « Komet »		
			(Allemagne)	354	108
			Mitchell (North-American B-25) à		
			fusées de décollage (États-Unis)	357	265

	N ^o	Pages
N. A. C. A. : RM-2 (États-Unis)	354	112
Natter (Bachem) (Allemagne)	354	108
North-American B-25 « Mitchell » à fusées de décollage (États-Unis)	357	265
P-80 (Lockheed) « Shooting Star » à fusées de décollage (États-Unis)	357	269
RM-2 (N. A. C. A.) (États-Unis)	354	112
Seafire (Vickers-Supermarine) à fusées de décollage (Angleterre)	357	267
Shooting Star (Lockheed P-80) à fusées de décollage (États-Unis)	357	269
Sikorsky F 4-U-3 « Corsair » à fusées de décollage (États-Unis)	357	264
Tudor I (Avro). — Caisson d'essai	355	187
Vickers-Supermarine « Seafire » à fusées de décollage (Angleterre)	357	267
Vipère (Bachem « Natter ») (Allemagne)	354	108
Vought-Sikorsky F 4-U-3 « Corsair » à fusées de décollage (États-Unis)	357	264

B		
Baade (W.). — Astronomie et infrarouge	354	152
Baleinière (L'industrie), par Henri LE MASSON	352	3
Banc d'essai de Vitry-sur-Seine (Locomotive 141-R, chauffée au mazout, au)	355	201
Barigant. — Propulsion électrique des bateaux. — A. C.	356	258
Barker. — Orgues	354	118
Barrage (La Chine va édifier le plus grand) du monde, par Jacques BRÉDAT	354	133
Barrage sous un glacier, par Yves SARTORIO	355	183
Barrages souterrains, par Marcel MONTAMAT	353	96
BARRAGES :		
Ichang (Chine)	354	133
Tré-la-Tête (sous-glaciaire)	355	183
Yangtsé (Chine)	354	132
B. C. G. (Vaccination antituberculeuse par le). — E.	356	244
Bertrand. — Dynaphone	354	122
Betteraves (Machine à récolter les)	356	220
Bière (Usines à) flottantes. — E.	355	167
Billaudot. — Croix sonore	354	122
Biologique (Le retentissement de l'émotion, par Daniel BARGETON)	354	127
Blakeslee. — Mutations	353	64
Blaringham. — Mutations	353	65
Boggs. — Aéroauto	353	58
Boîtes d'essieu sur les chemins de fer (Cartouches d'alarme pour). — A. C.	355	203
Bokanowsky (Flotteur)	352	32
Bombe-torpille (La), par Camille ROUGERON	353	71
Bombes allemandes (Types de)	356	237
Bombes non éclatées (Destruction des), par C. ROUSSEAU	356	236
BOMBES :		
Esau, 1 000 kg. (Allemagne)	356	237
Fritz, 1 400 kg. (Allemagne)	356	237
Hermann, 1 000 kg. (Allemagne)	356	237
Satan, 1 800 kg. (Allemagne)	356	237
Böök. — Mutations	353	67
Bose (Jacadie)	355	178
Bougie	357	302
Boutons d'or et microbes. — A. C.	353	102
Brandt (Chalumeaux air-gaz et air-acétylène). — A. C.	357	312
Brasseries flottantes. — E.	355	167
Briggs (Robert). — Mutations	353	68
Brillance	357	307
Brodj. — Étude du moteur animal	354	154
Bulldozers et routes stratégiques, par E. LEMAIRE	357	272
Bureau. — Radiosondages	352	25

C

	N ^o	Pages
C. A. A. (Système d'atterrissage)	356	232
Cabines étanches d'avions (Problème des)	355	188
Câble chauffant pour horticulture : le Ténatherm. — A. C.	353	103
Câble sous-marin de transport d'énergie entre la Norvège et l'Écosse. — E.	354	136
Camouflage à la mer, par Jacques BRÉDAT	352	43
Canalisations d'eau (Pour réparer les). A. C.	353	101
Cannon. — Biologie	354	127
Cannon. — Douleur	357	289
Carrosseries (Refroidissement rapide de). — A. C.	356	255
CARTES :		
Alaska (Alcan, route de l')	357	278
Arctique (Océan) : opération « Musk Ox »	357	280
Cartouches d'alarme pour boîtes d'essieu sur les chemins de fer. — A. C.	355	203
Casei (Facteur vitaminique). — A. C.	353	102
Casques téléphoniques sur mesure. — A. C.	355	208
Cellule vivante (Constitution de la)	355	173
Céréales (Récolte des) par le corn-picker	356	217
Chabanier. — Pédologie	352	19
Chain. — Pénicilline	354	137
Chalaouz. — Aéroauto	353	55
Chalumeau Picard	352	34
Chalumeaux air-gaz et air-acétylène Edgar Brandt. — A. C.	357	312
Chambres d'altitude pour avions stratosphériques, par Jean CASTELLAN	355	187
Charbon et métaux rares. — A. C.	354	154
Charge creuse (Découpeur à)	352	36
Chariot porte-chalumeau pour oxycoupage automatique. — A. C.	354	155
Chasse à la baleine (La), par Henri LE MASSON	352	3
Chasseur à réaction (Hydravion-) (Saunders-Roe SR-A1). — A. C.	352	47
Chat effrayé (Réactions émotives du)	354	127
Chauffage par thermopompe, par Henri FRANÇOIS	357	291
Chaulmoogra et la lèpre. — E.	353	70
Chevais. — Mutations	353	67
Chine (La) va édifier le plus grand barrage du monde, par Jacques BRÉDAT	354	133
Chirurgie de la douleur	357	290
Chromosomes	353	63
Chromosomes de l'homme	356	247
Chronaxie d'un nerf	357	282
Ciel (Exploration du) en rayons infrarouges, par J. GAUZIT	354	147
Clarkson (M. R.-M.). — Turbine à gaz et avions. — E.	353	95
Clitocybine	354	146
Colchicine et mutations	353	68
Combine ou moissonneuse-batteuse	356	217
Compton (A.-H.). — Énergie atomique. — E.	356	233
Conductibilité électrique du verre. — A. C.	354	156
Consanguinité (Atavisme et)	356	245
Consummation alimentaire suivant les pays. — E.	352	30
Corn-picker pour la récolte des céréales	356	217
Corn steep, milieu de cultures du pénicillium	354	140
Corson. — Isotope de l'élément 85. — E.	357	290
Costello. — Mutations	353	67
Coupleux. — Orgues	354	122
Crocco (Général). — Torpille planante	353	76
Croix sonore de Billaudot	354	122
Crotta. — Mutations	353	67
C. S. F. (Système d'atterrissage)	356	232
Culture en terrasses contre l'érosion	356	212

	N ^o	Pages		N ^o	Pages
Curie (Unité de radioactivité).....	356	257	Enregistrement sur fil Textophone. — A. C.	355	204
Cyanamide de calcium et effeuillage. — A. C.	352	48	Épaves (Relevage des), par Pierre CHAUMOIS	352	31
Cycle chromosomique de l'homme	356	248	Espionnage allemand (Microphotographie et). — E.	353	80
Czapek-Dox. — Milieu gélosé	354	140	Étalons de longueur. — A. C.	352	49
D			Étanchéité des cabines d'avions.....	355	191
Dalcq.....	355	179	Étoiles (Les), émetteurs hertziens, par J. GAUZIT	356	253
Dauvilliers	355	182	Évipan	357	287
David (M ^{11e}). — Mutations	353	68	Extensomètre.....	355	191
Davidson (Norman-V.). — Aérauto	353	60	F		
D. C. A. (Fusée de proximité VT pour obus de).....	355	165	Facteur vitaminique (Nouveau) : l'acide folique. — A. C.	353	102
D. C. A. (Radar de)	355	161	Facteur vitaminique (Encore un nouveau) : le P. A. B. — A. C.	356	257
Débombage (Le), par C. ROUSSEAU.....	356	236	Fankhauser. — Mutations	353	67
Décollage (Fusées de), par Jacques BRÉDAT	357	263	Fenaison avec main-d'œuvre réduite. — A. C.	355	206
Découpage à l'arc électrique	352	35	Fer (Détection magnétique de) à partir d'avion	352	30
Delcourt. — Tracteur. — A. C.	356	259	Ferrière (Franc de). — Pédologie	352	17
Demolon. — Pédologie	352	16	Fertilisation des terres (Fumier et)	356	221
Densité de l'air en fonction de l'altitude.	354	110	Feutres (Séchage de) à l'infrarouge. — A. C.	355	208
Déplacement léger.....	352	31	Fil (Enregistrement sur fil). Textophone. — A. C.	355	204
Desquin	355	182	Fischberg. — Mutations	353	67
Désobusage (Le), par C. ROUSSEAU	356	236	Fite. — Lépre. — E.	353	70
Détecteur de gaz nocifs. — A. C.	356	260	Fleming (Alexander). — Pénicilline	354	137
Détecteur d'oxyde de carbone ultrasensible. — A. C.	357	311	Fleuves (Les plus grands) du monde	354	133
Détection des mines et médecine vétérinaire. — A. C.	356	259	Floreys. — Pénicilline	354	137
Détection magnétique de sous-marins, de fer et de pétrole	352	30	Flotteur Bokanowsky.....	352	32
Détermination volontaire du sexe. — A. C.	356	259	Fluorescence (Éclairage moderne par), par M. DÉRIBÉRE	357	299
Développement de film ultra-rapide. — A. C.	357	311	Foin (Ramasseur-presseur de). — A. C.	355	206
Diazone contre la lèpre. — E.	353	70	Folique (L'acide). — A. C.	353	102
Dictée enregistrée sur fil (Deux heures de). — Textophone. — A. C.	355	204	Foreuse pour plantations d'arbres. — A. C.	357	309
Dobrovol'skaïa-Zavad'skaïa. — Mutations	353	67	Franc de Ferrière. — Pédologie	352	17
Dodin. — Mise au point photographique. — A. C.	352	51	Fréquence d'une oscillation (Formule de la).	354	123
Dokoutchatev. — Pédologie	352	13	Froid (Le) et les réparations des canalisations d'eau. — A. C.	353	101
Doodlebug	352	29	Fruits (Maturation des) par effeuillage chimique. — A. C.	352	48
Dooley. — Mutations	353	68	Fullon (Robert-E.). — Airphibian	353	54
Dougal (Mc). — Mutations	353	65	Fumier et fertilisation des terres	356	221
Douleur (La) et ses remèdes, par Paul CHAUCHARD	357	281	Fumure des arbres : Mapiç. — A. C.	353	104
Drome	352	9	Fusée (Bombe-torpille à propulsion par)	353	78
Dubos. — Gramicidine	354	146	Fusée de décollage J. A. T. O. (États-Unis).....	357	266
Dynaphone de Bertrand.....	354	122	Fusée de décollage Walter 109-500 (Allemagne)	357	266
E			Fusée de proximité VT pour obus de D. C. A.	355	165
Eau dans le corps humain. — E.	352	20	Fusée radioguidée B. A. T.	355	166
Échauffement des boîtes d'essieu des trains automatiquement décelé. — A. C.	355	203	Fusée radioguidée « Tiny Tim »	355	164
Éclairage moderne par lampes fluorescentes, par M. DÉRIBÉRE	357	299	Fusée Rheinmetall de bombe allemande	356	240
École polytechnique fédérale de Zurich (Chauffage par thermopompe de l').	357	293	Fusée télécommandée N. A. C. A. : R 4-2	354	112
Écran (Radar sur grand). — A. C.	357	309	Fusée « Tiamat »	355	158
Effeuillage chimique (Maturation des fruits par). — A. C.	352	48	Fusée type 15 de bombe allemande.....	356	239
Electro-boat. — A. C.	356	258	Fusée type 17 de bombe allemande.....	356	240
Electropult	357	270	Fusée type 37 à retardement et à piège de bombe anglaise	356	241
Élément 87. — E.	357	290	Fusée type 37 de bombe anglaise	356	242
Éléments 43, 61 et 85 (Isotopes des). — E.	357	290	Fusée type 50 de bombe allemande.....	356	239
Éléments 95 et 96 de la classification Mendéléjev. — E.	352	46	Fusée type 50 B ou Y de bombe allemande	356	243
Élevages (Mécanisation de l')	356	220	Fusée type 57 de bombe allemande.....	356	243
Éluvial (Horizon).....	352	13	Fusée (Vitesse d'une) en fonction de sa teneur en charge propulsive	354	113
Embrayage par crabots avec entraînement progressif (Solo). — A. C.	352	48	Fusées (Avions-) supersoniques, par Camille ROUGERON	354	107
Émotion (Le retentissement biologique de l'), par Daniel BARGETON	354	127	Fusées de décollage, par Jacques BRÉDAT	357	263
Énergie atomique et centrales électriques. — E.	356	233			

	N ^o	Pages
G		
Gadolinium. — E.	352	46
Gager. — Mutations	353	65
Gardénal	357	287
Garsaux. — Scaphandre souple.	355	188
Gaz de combat (Utilisation des) en thérapieutique. — A. C.	353	104
Gaz nocifs (DéTECTEUR de). — A. C.	356	280
G. C. A. (Système d'atterrissage)	356	229
Gemur. — Lèpre. — E.	353	70
Gènes.....	353	63
Généalogie chromosomique de l'homme.	356	249
Géographie (Avion et), par M. DÉRI-BÉRÉ	352	26
Géologie (Avion et), par M. DÉRI-BÉRÉ	352	26
Gill (David). — Étalon de longueur. — A. C.	352	50
Gilman. — Gaz de combat et thérapeutique. — A. C.	353	104
Giravion 50-1100 « Ariel », à réaction ...	353	89
Grotte (La de) et barrage sous-glaciaire.	355	183
Givélet. — Orgues	354	122
Goldberg. — Orgues	354	122
Goldschmidt (Richard). — Mutations.	353	67
Gould. — Étalon de longueur. — A. C.	352	50
Graham (Benjamin). — Productivité des États-Unis. — E.	355	195
Gram positif ou négatif (Germes pathogènes à)	354	145
Gramicidine	354	146
Griaille. — Exploration aérienne	352	27
Griffiths. — Mutations	353	67
Guembel. — Barrages souterrains	353	100
Guerre des ondes, par J. PIERGO	355	159
Guyérol. — Mutations	353	67
Gyrotillage du sol.....	356	214
H		
Hammond. — Orgues	354	121
Harrison. — Mutations	353	65
Harvey (E. Newton). — Détermination volontaire du sexe. — A. C.	356	259
Hélicoptère (L') peut-il réaliser l'appareil de tourisme idéal ? par le colonel M. LAMÉ	353	87
HÉLICOPTÈRES :		
Ariel SO-1100, à réaction	353	89
Bell 47 (États-Unis)	353	86
Bréguet 11 E Gyroplane (France)	353	94
Fairey FB-1 « Gyrodyne » (Angleterre)	353	92
FB-1 Fairey « Gyrodyne » (Angleterre)	353	92
G-20, gyroplane (France)	353	91
Giravion SO-1100 « Ariel » à réaction	353	89
Gyrodyne Fairey FB-1 (Angleterre)	353	92
Gyroplane Bréguet 11-E (France)	353	94
Gyroplane G-20 (France)	353	91
MacDonnell XHJD-1 (États-Unis).....	353	90
NC-2001 (France)	353	86
SE-3000 (France)	353	93
SO-1100 « Ariel », à réaction.	353	89
Helmoltz. — Énergie cellulaire.	355	176
Hercules Synthetic 3956. — E.	356	252
Hérédité et chromosomes.	356	249
Héroïne	357	288
Herschel. — Astronome	354	150
Hogan. — Vitamines. — A. C.	353	102
Hollande. — Clitocybine	354	146
Hooke. — Cellule vivante	355	173
Horizons pédologiques	352	13
Horticulture et matières plastiques. — A. C.	353	103
Houssay (Frédéric). — Mutations	353	68
Hudson. — Détection des mines et médecine vétérinaire. — A. C.	356	259
Humidité relative de l'air.....	352	22
Humidité spécifique	352	24

	N ^o	Pages
Hydravion-chasseur à réaction (Saunders-Roe SR-A1). — A. C.	352	47
HYDRAVIONS :		
Mariner (Martin P. B. M.) à fusées de décollage (États-Unis).....	357	262
Martin P. B. M. « Mariner » à fusées de décollage (États-Unis)	357	262
Saunders-Roe SR-A1. — Chasse.....	352	47
Hydro-bomb (Torpille à fusée)	353	78
Hypnotiques	357	287

I

Illinium	357	290
Illuvial (Horizon).....	352	13
Infrarouge et industrie textile. — A. C.	355	207
Infrarouges (Exploration du ciel en rayons), par J. GAUZIR	354	147
Insecticide « toxaphène ». — E.	356	252
Instruments d'optique (Verres organiques pour). — A. C.	355	206
Isotopes des éléments 43, 61 et 85. — E.	357	290

J

J. A. T. O. (Fusée de décollage) (États-Unis).....	357	268
--	-----	-----

K

Kelvin (Lord): Chauffage thermodynamique.	357	291
Kibber. — Étude du moteur animal ...	354	154
Kierbatov. — Isotope de l'élément 61. — E.	357	290
Kieselguhr	354	142
Kostupa. — Mutations	353	68

L

Lafforgue. — Pédologie	352	17
La Fournière (De). — Aéroauto	353	57
Lampes fluorescentes (Éclairage moderne par), par M. DÉRI-BÉRÉ	357	299
Lampes radio aux États-Unis. — E.	357	307
Lebrun (Maurice). — Chalumeau	352	36
Lecoin. — Élément 87. — E.	357	290
Le Dantec	355	180
Lèpre (Dépistage et traitement de la). — E.	353	70
Lobashow. — Mutations	353	68
Lobine. — Exploration aérienne	352	29
Locomotives chauffées au mazout, par R. BARJOT.....	355	196
LOCOMOTIVES THERMIQUES :		
3223 à chargeur mécanique de charbon	355	197
Articulée 2441 (Amérique)	355	199
Atlantic 221 au mazout	355	199
Longueur (Étalons de). — A. C.	352	49
Lumen.....	357	302
Lumière du jour artificielle et fluorescence.	357	302
Luminescence.....	357	300
Lux	357	302

M

Machines agricoles, par J. ENGELHARD ..	356	211
Mackenzie. — Isotope de l'élément 85. — E.	357	290
M. A. D. (Système) de détection magnétique	352	30
Mais (Machines à récolter le).....	356	219
Maisons préfabriquées anglaises en aluminium, par Yves PERLÈS	355	168

	N°	Pages		N°	Pages
Manhattan Project. — E.	356	233	Nerfs de la douleur.	357	286
Maniquill. — Mutations.	353	67	Neurone (Structure d'un).	357	282
Mapic : fumure des arbres. — A. C.	353	104	Névralgie faciale.	357	284
Martenot. — Ondes musicales.	354	122	NOBEL (Prix) :		
Martin (Constant). — Orgues.	354	122	Muller (Hermann J.).	353	65
Masurium.	357	290	Noix (Aspirateur géant « Filbert » pour le ramassage des).	356	210
Matière vivante (La) : ses caractères, son origine, par Marcel MARMET.	355	173	Nylon (Voiles en). — A. C.	356	258
Matières plastiques (Horticulture et). — A. C.	353	103			
Maturation des fruits par effeuillage chimique. — A. C.	352	48	O		
Mayer (Robert). — Énergie cellulaire.	355	176	O'Brien (D ^r). — Pénicilline.	354	137
Mazout (Locomotives chauffées au), par R. BARJOT.	355	196	Ogive tronquée et ricochet d'un obus.	353	77
Mécanisation de l'agriculture, par J. ENGELHARD.	356	211	Onde unique (Télévision et radiophonie sur), par André BELLEIX.	353	81
Mélange des sangs (Théorie du).	356	246	Ondes (Guerre des), par J. PIERGO.	355	159
Mendel.	353	61	Ondes hertziennes émises par les étoiles, par J. GAUZIT.	356	253
Mendéléjev. — E.	352	46	Ondium de Péchadre.	354	122
Mercure (Rayonnement d'un isotope du) comme étalon de longueur. — A. C.	352	50	Opération « Musk Ox » dans l'Arctique. Orgues à tuyaux (Les).	357	280
Messages d'espions et microphotogra- phie. — E.	353	80	Orgues (Les grandes) et l'électricité, par Jean CASTELLAN.	354	115
Métaux rares (Charbon et). — A. C.	354	154	Oxycoupage automatique (Chalumor). — A. C.	354	155
Météorologie radioélectrique (Vers la), par A. HAUBERT.	352	21	Oxyde de carbone (Détecteur d') ultra- sensible. — A. C.	357	311
Michelson. — Étalon de longueur. — A. C.	352	50			
Mickey Mouse (Radar de D. G. A.)	355	161	P		
Microphotographie et transmission de messages par espions. — E.	353	80	P. A. B. (Facteur vitaminiq.) — A. C.	356	257
Messner. — Orgues.	354	121	Paille (Ramasseur-presseur de). — A. C.	355	206
Mines (Avion prospecteur de), par M. DÉRIBÉRÉ.	352	26	Paizhans. — Obus explosif.	353	71
Mise au point photographique (Nou- veau procédé de). — Dodin. — A. C.	352	51	Panspermie.	355	181
Mitchell. — Acide folique. — A. C.	353	102	Parasites agricoles (Lutte contre les).	356	217
Modulation positive ou négative d'une onde.	353	81	Parott. — Vitamines. — A. C.	353	102
Mœvus. — Mutations.	353	68	Péchadre. — Ondium.	354	122
Moissonneuse-batteuse « combine ».	356	217	Pêche à la baleine (La), par Henri LE MASSON.	352	3
Montreuil-sous-Bois (Expérience de dépistage de la tuberculose à). — E.	352	12	Pédologie (La), par H. MAÏS.	352	13
Moreau. — Arracheuses de betteraves.	356	219	Pénicilline (Composition de la). — A. C.	352	48
Morgan. — Mutations.	353	61	Pénicilline (La), par Jean VERCIN.	354	137
Morphine.	357	288	Pénicilline (Prix décroissant de la). — E.	355	172
Moteur animal (Pour étudier le). — A. C.	354	153	Pénicilline (Résistance à la). — E.	355	172
Motorisation de l'agriculture, par J. EN- GELHARD.	356	211	Penyllartine (Pouvoir sucrant de la). — A. C.	354	156
Muir. — Lèpre. — E.	353	70	Perey. — Élément 87. — E.	357	290
Mulet (Étude du travail d'un). — A. C.	354	153	Perrier. — Isotope de l'élément 43. — E.	357	290
Muller (Hermann-J.). — Mutations.	353	65	Perrot. — Mutations.	353	67
Mur de traînée à la vitesse du son.	354	110	Pétrole (Détection magnétique de) à partir d'avion.	352	30
Musk Ox (Opération) dans l'Adriatique. Mutation expérimentale, par Jean ROSTAND.	357	280	Pétrolier américain le plus grand du monde. — E.	353	60
	353	61	pH d'une solution.	354	141
			Philip. — Gaz de combat et thérapeu- tique. — A. C.	353	104
N			Phosphorescence.	357	300
Navires (Renflouement des), par Pierre CHAUMOIS.	352	31	Photographie (Nouveau procédé de mise au point en). — Dodin. — A. C.	352	51
NAVIRES DE COMMERCE :			Photométrie (Unités en).	357	302
Agamemnon-Brasserie (Angleterre) ..	355	167	Picard (Chalumeau).	352	34
Balaena. Baleinier.	352	9	Pick up baling pour le ramassage des fourrages.	356	216
Kosmos IV. Baleinier.	352	7	Piédaul. — Explosif agricole.	356	216
Menestheus. Brasserie (Angleterre). ..	355	167	Pièges de fusées de bombes.	356	241
Northval. Baleinier.	352	6	Pige électrique.	355	191
Palmyre. Pétrolier (France).	353	60	Plantation mécanique. — A. C.	357	309
Southern Venturer. Baleinier.	352	8	Plutonium. — E.	352	46
Venturer (Southern). Baleinier.	352	8	Podzol.	352	14
NAVIRES DE GUERRE :			Poidebard. — Observations archéolo- giques d'avion.	352	26
Formidable. Porte-avions (Angle- terre).	352	42	Polyphoïdie.	353	64
Missouri. Cuirassé (États-Unis)	352	42	Pommes de terre (Récolte mécanique des).	356	221
NÉBULEUSES :			Pompe Mammouth à émulsion.	352	38
N. G. C. 4565. Spirale.	354	148	Pont suspendu géant sur la Severn. — A. C.	352	51
Spirale N. G. C. 4565.	354	148	Pool. — Isotope de l'élément 61. — E.	357	290
Neptunium. — E.	352	46			

	N°	Pages		N°	Pages
Trépanage de bombes.....	356	238	Vitaminique (Facteur) : P. A. B. — A. C.	356	257
Tuberculose (Dépistage de la). — E.....	352	12	Vitesses supersoniques (Avions-fusées pour), par Camille ROUGERON	354	107
Turbine à gaz pour avions (Avantages de la). — E.	353	95	Vocation culturelle	352	19
Typhon vu dans un radar.....	352	21	Voiles en nylon. — A. C.	356	258
U			Vries (Hugo de). — Mutations	353	61
Unités photométriques.....	357	302	W		
Uranium. — E.	352	46	Wæber. — Barrage sous-glaciaire....	355	186
V			Waitford. — Astronome	354	152
V-1 (Trajectoire de).....	355	162	Walkie-Talkie.....	355	160
V-2 (Trajectoire de).....	355	163	Walter 109-500 (Fusée de décollage) (Allemagne)	357	266
Vaccination antituberculeuse B. C. G. — E.	356	244	Watson. — Mutations.....	353	67
Vandel. — Mutations	353	65	Welle. — Orgues.....	354	121
Vent et propulsion électrique des bateaux. — A. C.	356	258	Williams. — Acide folique. — A. C. ...	353	102
Verkade	354	156	Wu. — Isotope de l'élément 61. — E....	357	290
Véronal	357	287	Y		
Verre (Automobile en). — A. C.	352	52	Yangtsé (Barrage géant sur le)	354	133
Verre (Conductibilité électrique du). — A. C.	354	156	Young (W. R.). — Barrage du Yangtsé.	354	134
Verres organiques pour instruments d'optique. — A. C.	355	206	Z		
Vie (Problème de la), par Marcel MARMET	355	173	Zavadskaïa - Dobrovolskaïa. — Mutations	353	67
Vigneau (du). — Pénicilline.....	354	146	Zus 40 (Piège de fusée).....	356	241
Virus-protéines.....	355	180	ZZ (Système) d'atterrissage	356	224
Vitamine H. — A. C.	356	257			
Vitaminique (Facteur) : l'acide folique. — A. C.	353	102			