

# SCIENCE ET VIE

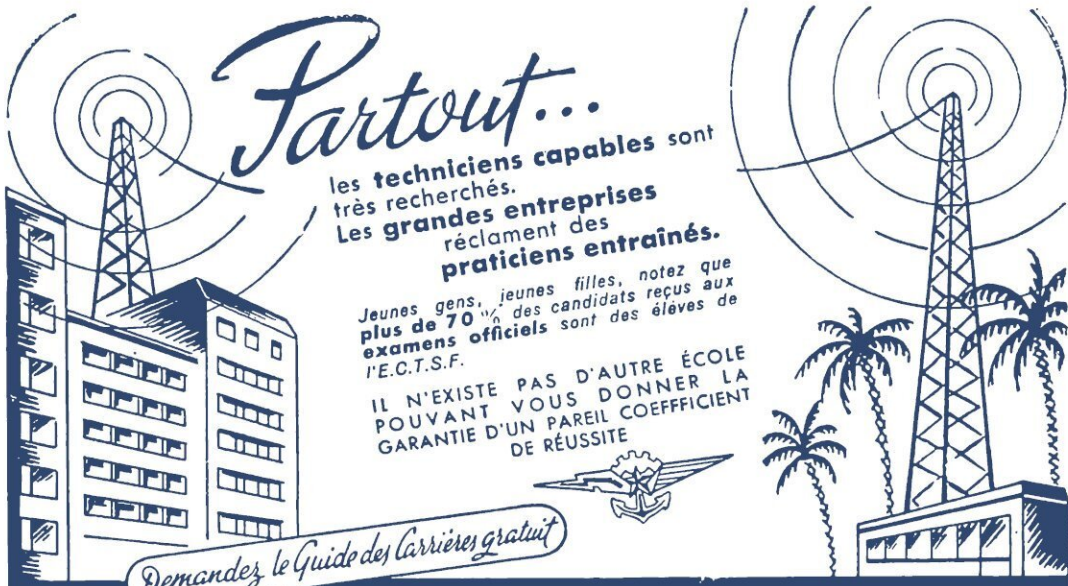
MAI 1946

N° 344

20 FRANCS



René  
Kavo



*Partout...*

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

Jeunes gens, jeunes filles, notez que plus de 70% des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves de l'E.C.T.S.F.

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



*Demandez le Guide des Carrières gratuit*

# ÉCOLE CENTRALE DE TSF

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

PUBLICITÉS REUNIES

## " LE DESSIN FACILE "

enseigne PAR CORRESPONDANCE

*Tous les genres de dessin*



**" LE DESSIN FACILE "**  
Croquis, paysage, portraits, nu académique, perspective, anatomie, caricature, etc., magnifiques planches photographiques inédites accompagnant les leçons.



**" LA PEINTURE FACILE "**  
Mélanges et harmonie de couleurs. Technique de l'aquarelle, la gouache et la peinture à l'huile avec planches hors-texte en couleurs.



**DESSIN DE MODE**  
Charmante carrière pour les femmes et jeunes filles, la mode offre des débouchés lucratifs dans la figurine, le catalogue, la création de modèles, etc.

**" JE DESSINE "**  
Ce petit cours amusant et instructif pour les enfants de 6 à 12 ans donne au petit élève le goût du dessin.



**DESSIN D'ILLUSTRATION**  
Cours spécial préparant au métier très attrayant d'illustrateur de livre, revue, journaux, etc..



**DESSIN DE PUBLICITÉ**  
Affiche, catalogue, imprimé, annonces de journaux, tels sont les multiples débouchés offerts au dessinateur publicitaire.



**DESSIN ANIMÉ**  
Ce cours, le premier du genre en Europe, enseigne à fond le dessin animé de cinéma.



★ Tous ces cours sont conçus suivant les principes qui ont valu tant de succès à Marc SAUREL, le créateur de l'enseignement du dessin par correspondance qu'il pratique depuis 35 ans. Les témoignages en thousiastes de ses élèves prouvent chaque jour leur efficacité.  
Demandez aujourd'hui la brochure de renseignements illustrée en indiquant le genre qui vous intéresse.



" LE DESSIN FACILE " 11, RUE KEPPLER, PARIS-16

## LE DESSIN INDUSTRIEL

### MÉTIER D'AVENIR

Chez vous, à temps perdu, apprenez par correspondance le DESSIN INDUSTRIEL par les célèbres méthodes de l'École du " Dessin Facile ". Outre les principes du dessin industriel l'enseignement comporte les applications à la mécanique, architecture, topographie, chemin de fer, électricité, aviation, etc. Aucune connaissance scientifique n'est exigée, aucun talent n'est nécessaire pour tirer un profit complet du Cours de Dessin Industriel. Il ouvre l'accès aux bureaux d'étude de toutes les industries et permet d'obtenir des situations très intéressantes et bien payées.

Demandez la Notice-programme SV 79 (Section dessin industriel) 11 rue Keppler, Paris-16° (Joindre 10 fra en timbres)

## Les cours par correspondance DE L'ÉCOLE UNIVERSELLE

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

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

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

**BROCHURE L. 94.840.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

**BROCHURE L. 94.841.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

**BROCHURE L. 94.842.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

**BROCHURE L. 94.843.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

**BROCHURE L. 94.844.** — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

**BROCHURE L. 94.845.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 94.846.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

**BROCHURE L. 94.847.** — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 94.848.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

**BROCHURE L. 94.849.** — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

**BROCHURE L. 94.850.** — CARRIÈRES de l'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

**BROCHURE L. 94.851.** — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

**BROCHURE L. 94.852.** — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

**BROCHURE L. 94.853.** — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, bibliothèque, etc...).

**BROCHURE L. 94.854.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

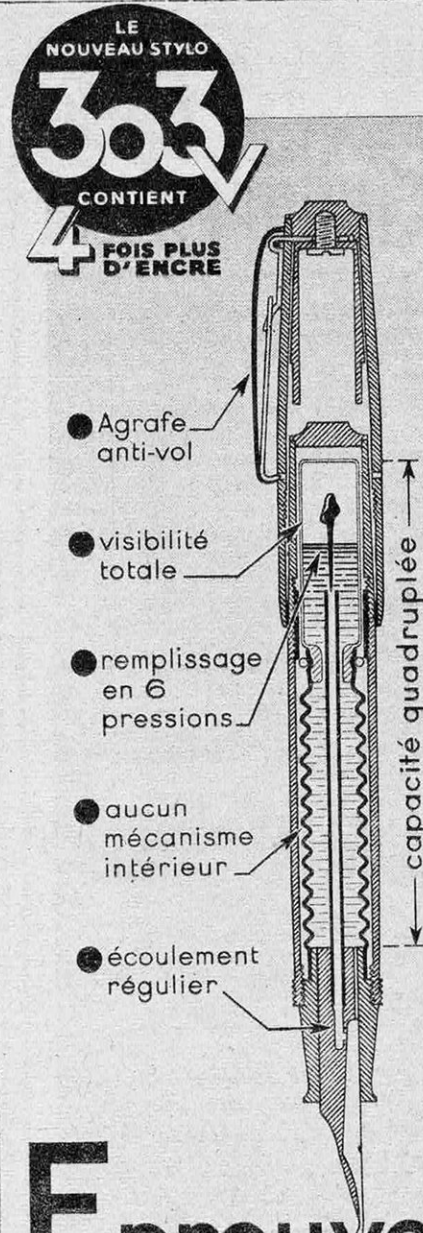
**BROCHURE L. 94.855.** — ARTS DU DES- SIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

**BROCHURE L. 94.856.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc...

**BROCHURE L. 94.857.** — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

**BROCHURE L. 94.858.** — CARRIÈRES DU CINÉMA

ÉCOLE UNIVERSELLE  
59, boulevard Exelmans, PARIS



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

**STYLOMINE**

Usines et Bureaux : 2, rue de Nice, Paris

# Parler Anglais... ...comme un Anglais Par LINGUAPHONE

Vite, Facilement, En vous amusant

Depuis longtemps, vous êtes décidé à apprendre l'anglais. Ne tardez pas un jour de plus. Avec un cours de conversation Linguaphone et votre phonographe, vous l'apprendrez sans fatigue, en vous amusant. En quelques mois, vous parlerez couramment l'anglais ou toute autre langue (espagnol, russe, allemand, etc...). Voilà pourquoi, lorsqu'il s'agit d'apprendre une langue, chacun pense à Linguaphone.

## QUEL EST DONC LE SECRET DE LINGUAPHONE ?

Si vous voulez le savoir, renseignez-vous sur cette méthode éprouvée depuis vingt-cinq ans par plus d'un million d'élèves, dans tous les pays du monde. Dans cet espace limité, nous ne pouvons dire que ceci : La méthode Linguaphone pour apprendre les langues par phono est la plus facile, la plus rapide et la plus intéressante qui ait jamais été conçue.

## FAITES L'ESSAI GRATUIT D'UN COURS COMPLET

Si vous habitez Paris, venez demander une démonstration, véritable première leçon gratuite. Vous pourrez emporter votre cours d'anglais, soit à l'essai pour huit jours, sans aucun frais, soit à titre définitif.

Si vous n'habitez pas Paris ou s'il vous est difficile de venir, téléphonez à ÉLY, 30-74, ou retournez-nous le bon ci-dessous.

Démonstration tous les jours de 9 heures à midi et de 14 heures à 18 heures (sauf samedi après-midi).

## UNE BROCHURE DE 24 PAGES EXPLIQUE COMBIEN IL EST FACILE D'APPRENDRE UNE LANGUE PAR LINGUAPHONE

Cette brochure de 24 pages sera envoyée par retour, gratuitement et sans engagement de votre part. Vous y trouverez une explication complète de cette méthode facile et passionnante, un aperçu des mille débouchés que vous ouvrira la connaissance d'une langue, ainsi que tous les détails sur notre offre d'essai gratuit.

Découpez et envoyez-nous aujourd'hui même le coupon ci-dessous :

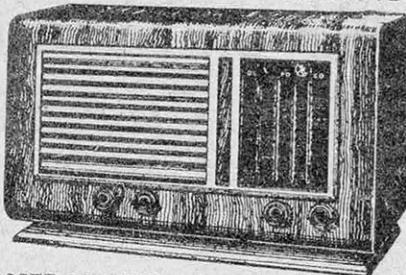
INSTITUT DE LANGUES  
**LINGUAPHONE (Dept H)**  
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS

Monsieur le Directeur,  
Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement votre brochure de renseignements et les conditions d'essai.

NOM .....

ADRESSE .....

## SOUS 48 HEURES VOUS RECEVREZ CE RÉCEPTEUR



**POSTE 6 LAMPES DE GRANDE CLASSE** d'une conception moderne, fabriqué avec du matériel de premier choix. Ébénisterie très luxueuse. Réception parfaite des émissions lointaines. Musicalité et puissance assurées par H. P. de 21 cm. de grande marque.

Principales caractéristiques :

Bobinage et M. F. en fil de Litz à fer réglable.  
Potentiomètre de correction « Grave-Aigu ».  
Prise pour H. P. suppl. Prise Pick-up. 3 gammes d'ondes : O. C., P. O., G. O. Cadran « Plan du Caire » en noms de stations. Dimensions : L. 525. Haut. 340. Prof. 26. Poids 11 kgs.

Deux modèles au même prix : courants alternatifs ou tous-courants.

PRIX (bien spécifier le modèle choisi)...

**8.250**

Port et emballage : 280 francs

CET APPAREIL EST GARANTI SUR FACTURE.

Liste du matériel disponible (pièces détachées, appareils de mesure, etc.) contre 9 francs en timbres.

**TS CIRQUE-RADIO**

24, BOULEVARD DES FILLES-DU-CALVAIRE

PARIS (XI<sup>e</sup>)

C. C. P. PARIS 44566

## 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 CORRESPONDANCE PEUVENT ÊTRE SUIVIS SANS QUITTER VOS OCCUPATIONS HABITUELLES

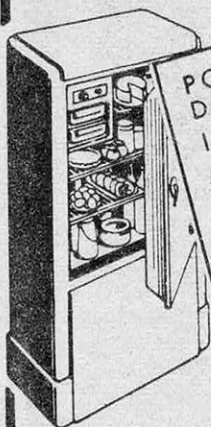
SITUATIONS D'AVENIR  
INDEPENDANTES ASSURÉES

Pour tous renseignements gratuits écrire à :

**ÉCOLE TECHNIQUE  
DE REPORTAGE**

8, boulevard Michelet 8  
TOULOUSE

# QUALITÉ D'AVANT GUERRE



**POUR BESOINS DOMESTIQUES :**  
160 et 180 LITRES

**POUR PENSIONS DE FAMILLE, RESTAURANTS, CANTINES :**  
450 et 500 LITRES

**PR TOUS COMMERCES**  
1 M<sup>3</sup> 200 et 2 M<sup>3</sup>

GLACIÈRES A GLACE

## Le Froid National

BUREAUX ET MAGASINS D'EXPOSITION :  
**I, RUE DE STOCKHOLM, I**  
**PARIS (Métro Gare St-Lazare) LAB. 31-08**

**JEUNES GENS III**

sans quitter votre emploi actuel

**ASSUREZ VOTRE AVENIR I**

**CHOISISSEZ UNE CARRIERE REMUNERATRICE I**

**LA RADIO**

manque de spécialistes

**Il faut des RADIOTECHNICIENS dans**

**L'ARMEE, L'AVIATION, la MARINE**

**L'INDUSTRIE, le COMMERCE, L'ARTISANAT**

Nos élèves sont suivis par des Professeurs de valeur

Cours de tous les **D E G R E S** sous leur direction vous monterez un **P O S T E**

Préparation aux diplômes officiels **Envoi du matériel à domicile**

**PLACEMENT ASSURE**

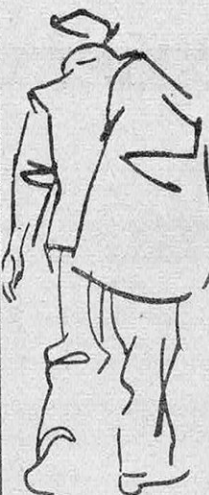


**ÉCOLE PRATIQUE**  
**D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES**  
**39, rue de Babylone - PARIS-VII<sup>e</sup>**

Cours par correspondance

**Demandez notre documentation gratuite N° 45**

# Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**



*Cet ouvrier qui part du chantier a été croqué par un de nos élèves formé par A. B. C. au dessin direct d'après nature.*

Vous ne pouvez plus ignorer l'existence de la méthode simple, pratique, vraiment moderne, créée par l'École A. B. C., et qui met le dessin à la portée de tous. Cette méthode, qui a révolutionné l'enseignement du dessin, utilise l'habileté graphique acquise en apprenant à écrire et vous permet d'exécuter, dès la première leçon, *d'après nature*, des croquis vivants et expressifs, même si vous n'avez jamais tenu un crayon.

Peu importent votre âge, votre lieu de résidence, vos occupations ; vous pouvez, dès aujourd'hui, apprendre à dessiner en recevant par courrier les leçons particulières d'un professeur de l'École A. B. C., qui suivra et guidera vos progrès. Bientôt, le dessin

sera pour vous une source de joie et de profit.

En plus de l'enseignement général du dessin, l'École A. B. C. permet à chaque élève de se spécialiser, à son choix, dans l'illustration, le dessin humoristique, la décoration, la mode, le paysage, la publicité, etc.

Demandez le luxueux album *Le Dessin et la Vie moderne*, abondamment illustré de dessins et de croquis d'élèves. Il vous est offert gratuitement, sans engagement de votre part (joindre 6 francs pour frais d'envoi). Et, surtout, écrivez-nous, dites-nous quel but vous poursuivez : nous répondrons à vos questions.

**COURS SPÉCIAL POUR ENFANTS DE 8 à 13 ANS**

Ce cours spécial transforme l'étude du dessin en un jeu passionnant : En partant de quelques lignes simples, il est facile pour les enfants de réussir de charmants croquis d'après nature.

Parents soucieux de l'avenir de vos enfants, faites-leur apprendre le dessin par la méthode A. B. C. : c'est, dès maintenant, le plus agréable passe-temps et, pour demain, un atout bien utile !

Demandez la brochure *Du gri-bouillage au dessin*. Elle vous sera envoyée gratuitement (joindre 6 francs pour frais d'envoi). Et consultez-nous sur le cas particulier de votre garçon ou de votre fillette. Tout ceci est sans engagement de votre part.



*Fin croquis à la plume d'un de nos élèves, après quelques mois d'étude qui l'ont exercé à voir juste et saisir l'essentiel.*

**ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio E)**  
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS

# Jeunes gens!

Occupez vos loisirs en suivant par correspondance les cours qui feront de vous, en peu de temps, des hommes de valeur. Faites-vous une situation d'avenir dans l'une des branches suivantes :



## RADIOELECTRICITE

Industrie à l'avenir illimité, qui, avec ses actuelles applications du Cinéma sonore et de la Télévision, fait appel à des techniciens de tous grades : du monteur à l'ingénieur, elle réserve à ces techniciens un travail aussi passionnant que bien rémunéré.



## DESSIN INDUSTRIEL

Situations agréables dans toutes les industries sans exception : Aviation, Automobile, Constructions mécaniques et électriques, Travaux publics, Grandes Administrations d'Etat. Partout, il y a place pour des milliers de dessinateurs, hommes et femmes.



## AVIATION

Le développement formidable que prendra l'Aviation demain offrira de nombreuses et excellentes situations à un personnel spécialisé.

L'Aviation vous attire ? Alors devenez à votre choix Electro-Mécaniciens ou pilotes.

## TRAVAUX PRATIQUES

Avec le matériel que l'Ecole mettra GRATUITEMENT entre vos mains et quelle que soit votre résidence, vous deviendrez un **TECHNICIEN VRAIMENT COMPLET**

Notre documentation illustrée vous sera adressée GRATUITEMENT sur simple demande. (Bien spécifier la branche choisie.)

**ECOLE PROFESSIONNELLE SUPERIEURE**  
51, BOULEVARD MAGENTA - PARIS (X<sup>e</sup>)

PUBL. BONNANGE



## Une Situation d'avenir en étudiant chez soi

### DESSIN INDUSTRIEL RADIO

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

Préparation aux diplômes de :  
**DESSINATEUR CALQUEUR**  
**DESSINATEUR DETAILLIANT**  
**DESSINATEUR-PROJETEUR**  
C. A. P.

**BACCALAUREATS Techniques** des carrières spécialisées et bien rémunérées.

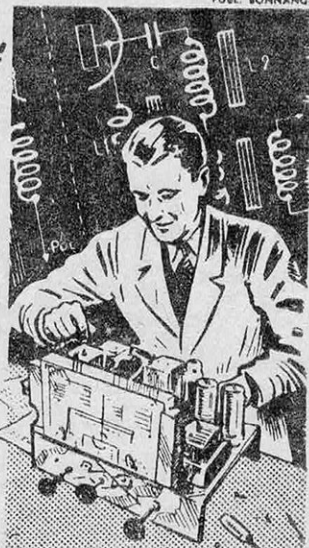
Méthode d'enseignement **Technique et pratique** comportant des travaux pratiques et à l'école.

Préparation aux diplômes de :  
**MONTEUR**  
**CHEF MONTEUR**  
**SOUS-INGENIEUR**, etc.

**PREPARATION AUX EXAMENS OFFICIELS** d'un métier nouveau aux perspectives illimitées.

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

**DOCUMENTATION GRATUITE**  
PRÉCISER LA BRANCHE CHOISIE!



PUBL. BONNANGE

**INSTITUT PROFESSIONNEL POLYTECHNIQUE** 11, RUE CHALGRIN - PARIS (16<sup>e</sup>)

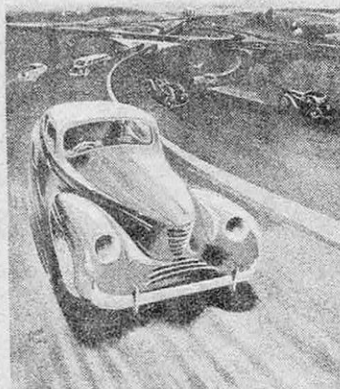
# SCIENCE ET VIE

Tome LXIX - N° 344

Mai 1946

## SOMMAIRE

- \* Comment l'Amérique conçoit la route, par E.-M. Bornecque. 195
- \* La propulsion des avions : hélices, réacteurs, fusées, par Jean Bertin ..... 206
- \* L'hémorragie, par Léon Binet..... 216
- \* Les mines sous-marines, diaboliques chefs-d'œuvre de la technique moderne, par R. Leprêtre ..... 221
- \* Comment on lutte contre le transport des épidémies par avion, par Henri François..... 233
- \* Le relief stéréoscopique sans stéréoscope, par Jean Marival. 234
- \* A côté de la Science, par V. Rubor..... 236



Trente millions de véhicules sillonnaient déjà, en 1944, les cinq millions de kilomètres du réseau routier des États-Unis, et l'industrie automobile d'outre-Atlantique va reprendre son essor : les problèmes de la circulation, surtout aux abords des grandes villes, vont se poser de nouveau avec une ampleur inconnue en Europe. Au trafic rapide sont réservés près d'un million de kilomètres d'autoroutes, les « highways », « parkways », « expressways », d'un tracé pratiquement rectiligne, avec leurs chaussées doubles, quadruples ou sextuples en béton de ciment, bordées de larges terrains de sécurité, avec leurs croisements en « saut de mouton », et leurs voies de raccordement au tracé savant. La hardiesse de ces conceptions a de quoi surprendre l'automobiliste européen, peu familiarisé avec les courbes complexes à décrire pour s'engager, à un carrefour de « highways », sur une autoroute transversale. La couverture de ce numéro représente un ouvrage maintenant classique en « feuille de trèfle », une des solutions favorites de la technique américaine au problème des carrefours routiers. (Voir p. 195 de ce numéro l'article sur les routes aux États-Unis.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la Vie moderne. Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris (VIII<sup>e</sup>). Téléphone : Élysées 26-69 ; Publicité : 24, rue Chauchat Paris (IX<sup>e</sup>). 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 », Mai mil neuf cent quarante-six.

**ABONNEMENTS.** — Affranchissement simple : France et Colonies, 200 francs ; Étranger, 350 francs. Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virchments) 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. La table générale des matières des vingt premières années (n° 1 à 186) est envoyée franco contre 25 francs.



LES ACCÈS DU PONT GEORGE WASHINGTON SUR L'HUDSON A NEW YORK



# COMMENT L'AMÉRIQUE CONÇOIT LA ROUTE

par E. M. BORNECQUE

*Les détails pittoresques ou spectaculaires des routes américaines, tels que les nœuds routiers aux courbes savantes et complexes qui séduisent si souvent l'observateur superficiel, ne doivent pas tromper le technicien. Ils se relient à toute une doctrine en matière de transports qui régit la politique routière américaine. Encore à ses débuts lors du Congrès international de la route de 1926, celle-ci s'était révélée déjà avant la guerre comme un ensemble monumental. Elle s'est traduite par la création d'un énorme réseau de highways, grandes artères transcontinentales au nom prestigieux, et d'autoroutes en superstructure ou souterraines pour la desserte spéciale des grandes agglomérations. Toutes sont sillonnées par d'innombrables véhicules, depuis la petite voiture jusqu'au car-couchette-restaurant atteignant 100 km/h. Le trafic public y est régularisé par de véritables « gares routières » et contrôlé par une puissante police spécialisée qui, sur l'immense territoire américain, coopère souvent avec la police aérienne pour le décongestionnement des sections temporairement surchargées. Grâce au développement de son équipement technique, à l'apparition de l'aéroauto (avion rapidement transformable en véhicule à roues, dont plusieurs modèles sont en cours de mise au point) et à la naissance des « gares combinées » air-terre-eau (1), la route américaine semble devoir connaître bientôt un nouveau développement extraordinaire, si une brusque révolution dans la hiérarchie des moyens de transport ne s'accomplit pas. Bien que les conditions géographiques et économiques soient sensiblement différentes de part et d'autre de l'Atlantique, il est d'un intérêt primordial, pour l'orientation de notre propre politique routière, de dégager les enseignements généraux, économiques et techniques, des vastes réalisations américaines.*

## L'élaboration de la doctrine routière

Dès 1926, au Congrès international de la route à Milan, un rapport de Thomas H. MacDonald, chef du bureau des routes publiques des États-Unis, citait des chiffres écrasants. Une population de 112 millions d'habitants entretenait plus de 18 millions de véhicules automobiles. Au cours des cinq années précédentes, le nombre de véhicules s'était accru de deux ou trois millions par an. La proportion des véhicules qui s'élevait presque, d'après le rapport, à un véhicule par six habitants pour l'ensemble du pays, atteignait, dans certains États, un par trois ou quatre individus ; soit à peu près un par famille. Le recensement du 31 décembre 1924 signalait 15 460 649 automobiles et 2 131 332 camions, soit au total 17 591 981 véhicules, parmi lesquels les camions à moteurs entraient pour une proportion de 13,8 %. Le nombre de ces derniers avait augmenté dans la proportion de 26 % par an, alors que le nombre de voitures pour voyageurs n'avait pas dépassé un accroissement de 16,6 %.

Dès cette époque, le problème capital qui se posait aux techniciens américains était celui de

l'écoulement d'un trafic chaque jour plus intense, surtout au voisinage des grandes villes, dans un rayon de 40 à 50 km. Pour le résoudre, des solutions hardies devaient être envisagées. L'inspecteur des routes du Connecticut en proposait trois : soit limiter la capacité des camions à 2 t (les camions américains sont généralement moins lourdement chargés qu'en France), pour élever la vitesse moyenne des camions et des voitures de voyageurs ; soit en restreindre l'utilisation aux moments de la journée peu affectés par les autres transports automobiles ; soit construire des chaussées spéciales pour camions et pour voitures de voyageurs, ou élargir les chaussées pour porter le nombre de voies de deux à quatre.

Les deux premières solutions lui paraissaient à écarter, comme restreignant le libre développement économique des voitures de marchandises. Il recommandait au contraire la troisième, la limitant aux routes connaissant un trafic de 2 000 véhicules à l'heure, ou gênées par la présence d'un grand nombre de véhicules lents.

Au contraire, le rapporteur américain au Congrès international de la route trouvait ce projet trop hardi, estimant que les conditions ne le justifiaient pas encore. Mais il reconnaissait que la situation était grave en trois endroits. D'abord, près de New York et entre cette agglomération et Philadelphie. Puis entre Chicago

(1) Voir : « La France va posséder un réseau d'auto-routes » (*Science et Vie*, n° 288 août 1941) et « Les gares combinées » (*Urbanisme 1945*) par E.-M. Bornecque.

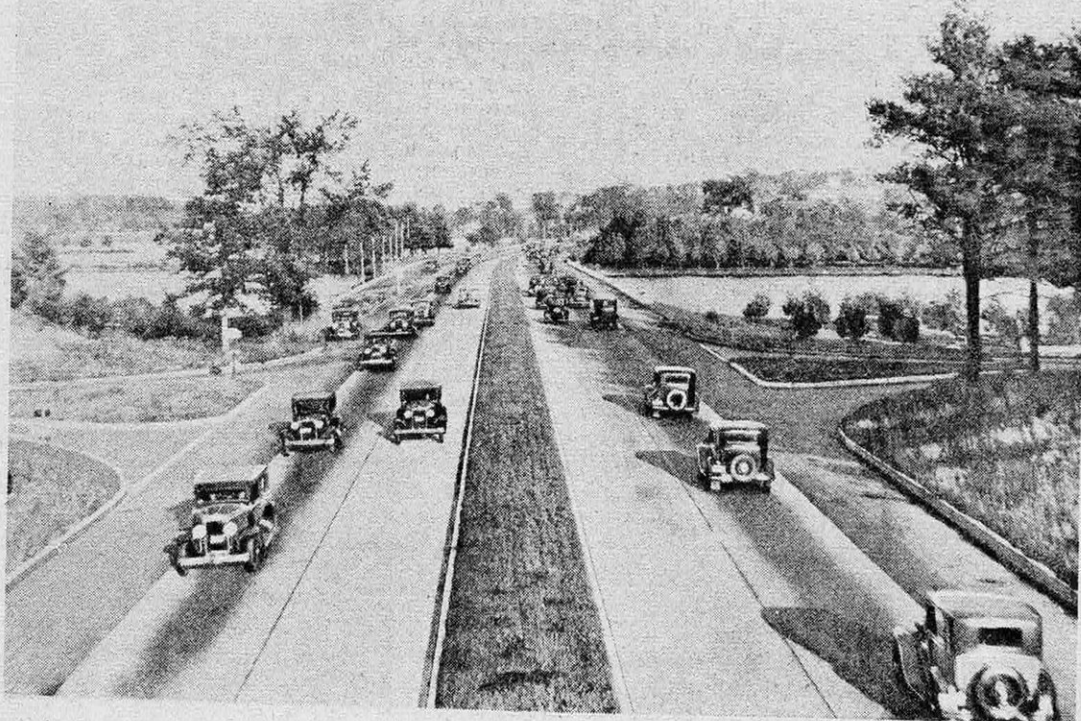


FIG. 1. — UNE SECTION TYPIQUE DU NOUVEAU RÉSEAU AMÉRICAIN DE « HIGHWAYS » : LA ROUTE À PÉAGE DITE « SOUTHBORO-WORCESTER TURNPIKE » DANS LE MASSACHUSETTS

et Detroit, ville américaine de l'automobile. Enfin en Californie, entre San Francisco et Los Angeles.

Il n'y avait d'ailleurs à ce moment que trois grandes routes en cours de construction. L'une entre New York et New-Haven, dans le Connecticut, présentait quatre voies affectées au trafic : les deux chaussées intérieures étaient destinées aux voitures rapides et les deux chaussées extérieures aux véhicules lents. La deuxième, sur une longueur de 21 km, reliait à New York le tunnel routier et les agglomérations de Jersey City, Newark, et Elizabeth. La troisième, considérée comme une « superroute », était l'amorce de voies radiales, d'une largeur de 60 m, tracées à partir de Detroit et coupées par des routes circulaires dans un rayon de 24 km. Des circulaires secondaires d'une largeur de 36 m se trouvaient aménagées à des intervalles de 1 600 m (un mille) et, à des intervalles de un demi-mille, on rencontrait une dernière catégorie de chaussées de 26 m de largeur. Ce n'était pas dans cet ensemble que résidait le nouveauté du projet, mais dans l'emplacement réservé dans l'axe des routes principales radiales et circulaires : il s'agissait de 25 m consacrés au *trafic rapide par rail*. De part et d'autre courait la chaussée à grande vitesse de 60 m de large pour chaque sens de circulation. A l'extérieur, on trouvait un terrain planté « de sécurité » large de 50 m et une chaussée de 6 m pour le garage, sans parler d'un autre espace de 50 m en contre-allée. On évitait soigneusement, aux carrefours des « superroutes », la rencontre

du trafic rapide, en aménageant des passages, de loin en loin, vers les routes locales.

Pourtant, les mesures envisagées paraissaient même insuffisantes pour la Californie, du fait du trafic d'autobus Los Angeles-San Francisco, des déplacements touristiques et de l'énorme quantité de voitures existant dans cet État. On prévoyait donc entre Los Angeles et San Francisco une chaussée de 30 m sans aucun tournant, avec une piste centrale « camionale » de 9 m pour trafic rapide autorisé de 80 km à l'heure. Les autres véhicules devaient être dirigés vers deux chaussées de 6 m chacune encadrant la piste.

Comme on le voit, la doctrine américaine restait encore réservée en matière de voies intercontinentales, mais se précisait déjà pour la desserte des agglomérations. Dans la traversée des villes de l'avenir, soulignait M. MacDonald, « la piste automobile sera clôturée, et il ne sera pas permis d'y entrer ou d'en sortir. Dans les grandes villes, les autobus et les camions à marchandises s'arrêteront à des gares où ils prendront des voyageurs et des marchandises, mais ne seront pas autorisés à passer sur la piste automobile à l'intérieur des limites de la ville. Les conducteurs devront suivre les routes parallèles de trafic local jusqu'à ce qu'ils atteignent le raccord extra-urbain le plus proche. De la même manière, le trafic circulant sur la piste, à destination d'une ville intermédiaire, devra quitter l'artère à grande vitesse au point de sortie le plus voisin de cette ville. Puisqu'il

est reconnu que les tournants ne peuvent pas être complètement supprimés, la voie suivra une ligne à peu près droite et les courbes inévitables seront de grand rayon, plus larges que les sections droites et solidement remblayées afin de permettre à la circulation de conserver la même vitesse. »

En somme, cette théorie rejoignait les conceptions européennes des « autostradas » italiennes et des « autobahnen » allemandes ; elle admettait que des encombrements permanents ne pouvaient se produire qu'en peu d'endroits, au passage dans les villes.

### L'expansion routière américaine

Le réseau routier américain date d'une cinquantaine d'années. Il s'étend à l'heure actuelle sur près de 5 millions de kilomètres et couvre l'immense territoire des États-Unis d'un vaste

quadrillage où, sauf exception, des artères d'orientation générale nord-sud, portant des numéros impairs, croisent à angles droits des artères est-ouest, portant des numéros pairs. Ce réseau est malgré tout peu dense si on le compare à celui de la France pour une population trois ou quatre fois plus forte, une superficie quinze fois et demi plus grande, sa longueur ne dépasse celle du réseau français que de 70 %.

Chacun des États de l'Union est chargé en principe de l'entretien de toutes les routes sur son territoire, même de celles construites par le Gouvernement fédéral. Il possède ainsi un ensemble de routes dites d'État joignant les villes entre elles et de routes locales poussant jusqu'à la moindre ferme.

Les 18 millions de véhicules de 1926 ont bondi en 1941 à 29 millions dont 5 millions de camions et autobus, puis à 30 millions en 1944. Ils sil-



FIG. 2. — LE « PULASKI SKYWAY », AUTOROUTE EN SUPERSTRUCTURE, TRAVERSANT LA RIVIÈRE HACKENSACK ENTRE NEWARK ET JERSEY CITY (NEW JERSEY)

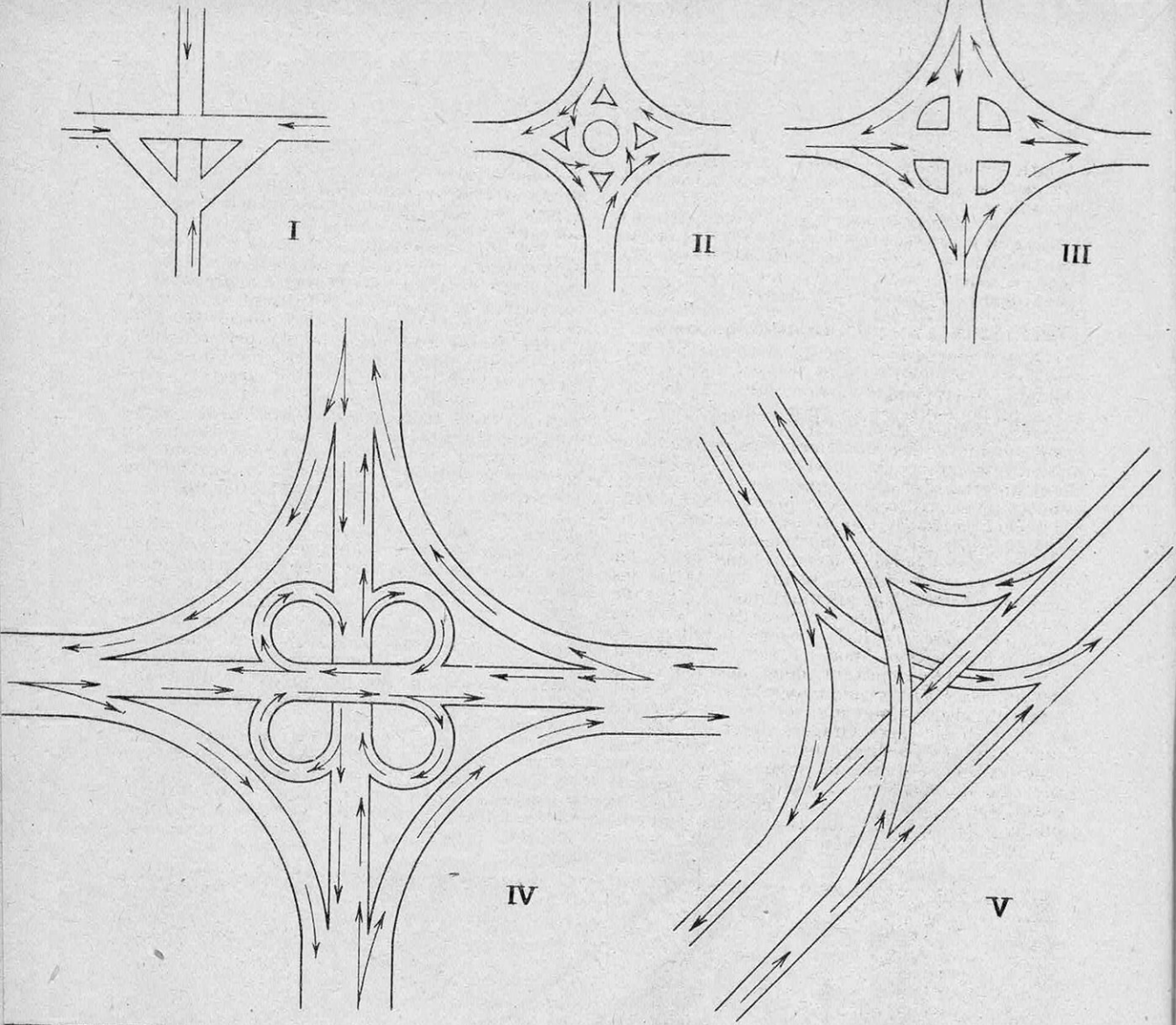


FIG. 3. — EXEMPLES SCHEMATIQUES DE CROISEMENTS SUR LES ROUTES AMERICAINES

I. Un croisement simplifié en rase campagne, où une voie passe sous l'autre. Les véhicules qui ne tournent pas n'ont pas besoin de ralentir. — II. Carrefour en sens giratoire légèrement perfectionné par l'adoption des quatre îlots dans l'axe des voies. Sauf pour les virages à droite, cette disposition exige que les voitures ralentissent. — III. Croisement avec passage en « saut de mouton » n'exigeant aucun ralentissement ni pour les virages à droite, ni pour suivre tout droit; mais les virages à gauche exigent deux croisements à angle droit. — IV. La classique « feuille de trèfle », pour les routes très fréquentées permet d'emprunter toutes les directions sans ralentir, mais elle couvre une surface considérable et exige une grande attention des conducteurs. — V. Bifurcation d'une route à voie double, sans aucun croisement de niveau.

lonnent, en chiffres ronds, 4 millions de kilomètres de « routes rurales » et 800 000 km de « highways ».

Tous les documents américains spécialisés s'entendent, avec une complaisance d'ailleurs justifiée, sur cette euphorie routière, mettant l'autobus à la porte du fermier, où il prendra jusqu'à ses enfants pour les conduire à l'école. A côté de l'autobus local, un grand car à couchettes conduit de San Francisco à Seattle sur la côte Pacifique, ou de New York à Boston ou Miami, de porte à porte : 4 600 km en dix jours. Les témoins de cette euphorie oublient qu'il y a seulement cinquante ans, la grande route pavée était inconnue en Amérique. En deux générations, les Américains ont bâti, ou

rebâti, affirme-t-on, 800 000 km de « highways » et ont intégré 300 000 km de voies secondaires parmi elles. Cinquante-neuf de ces voies comptent plus de 1 600 km de longueur. Huit traversent le pays tout entier de l'Atlantique au Pacifique. Les Américains ne s'en tiennent pas là. En 1944, le président Roosevelt a soumis au Congrès, qui l'a approuvé, le projet de construction de 80 000 km de nouvelles « highways », spécialement destinées à la liaison des industries et des exploitations économiques de création récente. Parmi les grandes artères nord-sud, la transcontinentale n° 1 dessert la côte Atlantique vers la Floride en tant qu'ancienne route de la « poste de Boston », alors que la plus récente, la « 101 », descend le long du Pacifique jusqu'à la

frontière mexico-américaine. Transversalement, on peut compter de l'U. S. n° 2 sur la frontière canadienne à la « 80 » sur le Rio Grande.

Que l'on aille de la côte aux Lacs, des plateaux à la montagne, des prairies au désert, le tableau est toujours le même : une station à essence de loin en loin, des restaurants, des hôtels où l'on peut séjourner, des signaux clairs...

### Technique générale de construction

Contrairement à ce qui se passe encore dans les pays européens, la route américaine appartient exclusivement à l'automobile. La circulation hippomobile y est pratiquement inexistante, la bicyclette est rarissime et le piéton, sauf dans les villes, totalement absent, au point qu'en rase campagne les accotements des routes sont supprimés et même que, sur de nombreux ponts, aucun trottoir n'est prévu. De ce fait, la technique routière se trouve libérée des exigences qu'impose le martèlement des fers des chevaux et le roulement des bandages en fer et même des bandages pleins, car même les camions circulent sur pneumatiques. La grande majorité des véhicules est constituée par des voitures légères et des camions peu chargés, roulant à une vitesse modérée, remarquablement constante et permettant donc des moyennes élevées. En effet, les alignements droits y sont fréquents, de 10 km et plus (on en trouve même de 40 à 50 km) ; les virages, largement traités sur les routes récentes, permettent une bonne visibilité ; les croisements y sont fréquemment en « saut de mouton », une des routes passant sous l'autre, avec des voies de raccordement simples et ne nécessitant pas de ralentissement. La route américaine classique est à deux voies,

une pour chaque sens, séparées par un terrain gazonné, cette disposition semble aux ingénieurs américains plus économique, étant donné le prix peu élevé du terrain dans les campagnes, que celle d'une voie unique. Sur cette dernière, en effet, les conducteurs ont tendance à rouler au milieu et non sur le côté, d'où une usure deux fois plus rapide, exigeant des réparations fréquentes. Le technicien américain a horreur des réparations et, qu'il s'agisse des chaussées les plus simples ou des revêtements les plus perfectionnés, il les établit toujours avec le plus grand soin, pour qu'ils durent longtemps. La largeur totale d'emprise varie ainsi entre 15 à 21 m pour les routes à faible trafic et 24 à 30 m pour les routes à circulation intense. Si l'intensité croissante du trafic l'exige, il améliore progressivement les revêtements. C'est ce système de la construction échelonnée qui, d'après M. MacDonald, veut « qu'une chaussée non aménagée ayant tout d'abord à supporter un trafic léger soit l'objet d'un premier perfectionnement représenté par le nivellement et le drainage. Puis, par la suite, lorsque le trafic prend plus d'importance, on la munit au début de gravier ou d'un autre revêtement à bon marché ; enfin, en dernier lieu, on superpose un revêtement auquel le premier revêtement à bon marché sert de fondation. Lors de chaque phase, on prend toutes dispositions en vue des exigences de la transformation suivante. »

Pour les deux tiers environ, les routes américaines sont sans revêtement. On trouve, en fait, d'excellentes chaussées très roulantes, soigneusement entretenues à l'aide d'un outillage perfectionné et spécialisé, en terre, en menu gravier, en calcaire tendre, et même en coquil-

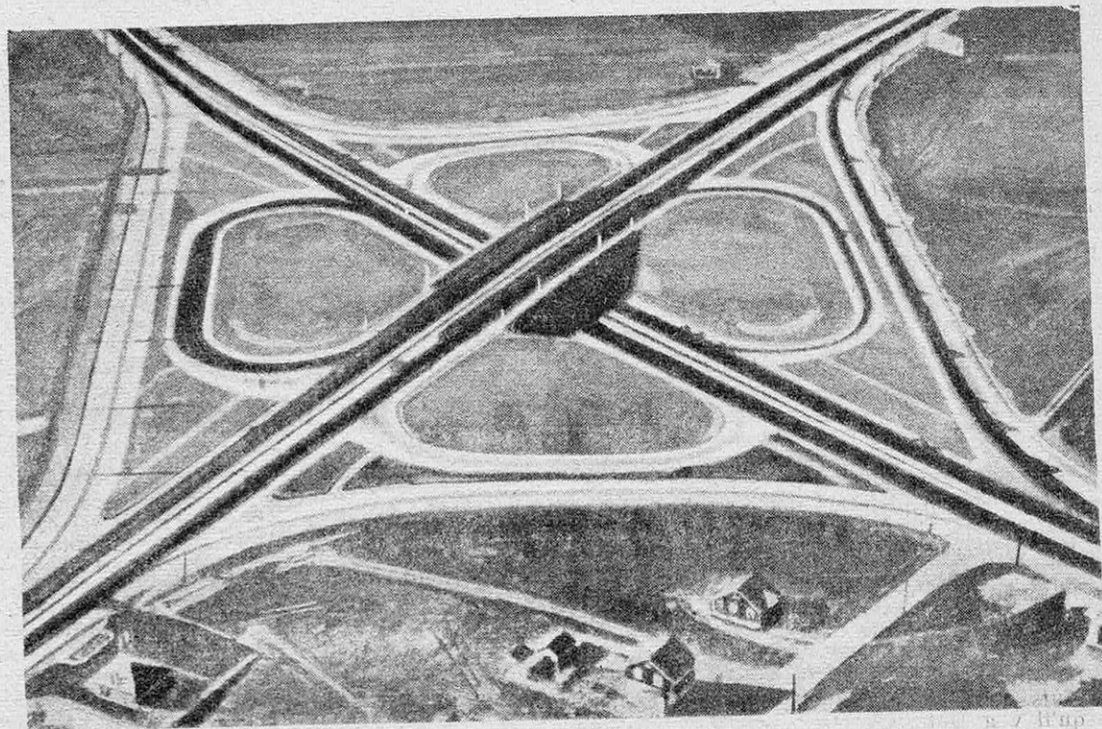


FIG. 4. — UN CROISEMENT EN « FEUILLE DE TRÈFLE » PRÈS DE WOOD BRIDGE (NEW JERSEY)



FIG. 5. — OUVRAGE DE RACCORDEMENT DU BOULEVARD HENRI HUDSON AVEC LA 79<sup>e</sup> RUE, A NEW YORK

*Cette autoroute urbaine longe le quartier résidentiel de Manhattan; on ne peut y accéder que par un certain nombre d'ouvrages spéciaux qui la raccordent au réseau des rues en évitant tout croisement.*

lage, au voisinage des importantes usines où s'expédient les huitres, qui voyagent là-bas sans leurs coquilles. Environ la moitié des « routes d'État » sont en tapis d'agréats maintenus par un simple traitement superficiel de goudron ou de bitume.

L'appareil fondamental dans la technique des routes américaines est le « grader », constitué par une lame métallique de quelque 2,50 m de long portée par deux grandes roues et traînée par un tracteur à chenilles. Il est utilisé non seulement pour les terrassements et l'épandage des matériaux, mais surtout pour régler parfaitement le profil en long des chaussées. Il passe en particulier sur les chaussées en terre après les pluies pour rétablir le profil exact. On le trouve sur tous les chantiers. Pour les routes à trafic moyen, le procédé, classique chez nous, du macadam à l'eau tend à être abandonné au profit des revêtements bitumineux : macadam bitumineux obtenu par arrosage sous pression avec du bitume chauffé à 150° C ou de goudron à 80° C ; *sheet asphalt* (mortier bitumineux ne renfermant que du sable fin enrobé de bitume) ou béton bitumineux (obtenu avec du gravier de diverses grosseurs).

Mais pour les routes à grand trafic, à l'exception de quelques villes dotées de chaussées en briques, c'est le béton de ciment qui est de plus en plus en faveur. C'est à lui que l'on fait appel pour les nouvelles routes « express », parfois appelées « super-highways ». Tel est le cas, par exemple, de la « Pennsylvania Turnpike », route à péage qui supporte un trafic intense entre

Harrisburg, la capitale de l'État de Pensylvanie, et le centre de Pittsburg : 250 km à franchir à travers la contrée la plus montagneuse de l'Est des États-Unis.

Toutes les grandes routes modernes au voisinage des grandes agglomérations américaines sont également en béton de ciment.

### Les voies urbaines et les « parkways »

C'est à l'intérieur des grandes villes et à leurs abords, dans un rayon d'une quarantaine de kilomètres, que le problème de la circulation, comme nous l'avons dit plus haut, se pose d'une manière aiguë. L'exemple de Los Angeles est typique : c'est une immense agglomération édifiée suivant le principe américain bien connu du quadrillage, qui s'étend sur 64 km de long, du nord au sud, et 34 km de l'est à l'ouest. L'augmentation du trafic automobile a rendu inéluctable l'élargissement des voies et le seul achat des terrains a absorbé 250 millions de dollars.

Dans bien des cas, la difficulté a été tournée grâce à des ouvrages spéciaux, soit en superstructure, soit en sous-sol, qui sont généralement prohibés sur notre vieux continent où l'on recule devant des frais d'aménagement trop élevés. De telles autoroutes souterraines ont été construites en particulier à Chicago où deux voies routières parallèles suivent en sous-sol le tracé des principales voies d'affaires à la surface du sol. Leur longueur totale est de 12 km.

En dehors des villes, même à leurs abords immédiats, il est relativement plus facile de



FIG. 6. — UN NŒUD ROUTIER IMPORTANT AUX ABORDS DE NEW YORK, JONCTION DU GRAND CENTRAL PARKWAY ET DU NORTHERN BOULEVARD

tracer de larges voies d'accès. Ces artères à grand trafic, appelées généralement « parkways », mesurent jusqu'à 60 m de largeur totale. Elles se sont développées surtout depuis 1930 et comprennent deux chaussées latérales séparées par un terre-plein central, planté d'arbres ou de massifs. Chaque chaussée groupe plusieurs voies délimitées par des bandes de couleur, les voies centrales servant au trafic rapide.

À Chicago, les « parkways » et les boulevards forment un réseau spécial de grandes voies, parmi lesquelles le boulevard Michigan, aménagé sur le bord du lac au-dessus d'une voie ferrée, forme une perspective remarquablement grandiose.

Au cœur même de New York, une autoroute de 24 km, le boulevard Henri Hudson, entre la 72<sup>nd</sup> Avenue et le pont George Washington, longe l'Hudson ou, si l'on préfère, le quartier de résidence de Manhattan. Évitant le congestionnement du centre de la ville et remédiant partiellement aux difficultés de la circulation, elle se prolongera dans l'avenir jusqu'à l'extrême pointe de Manhattan, et même au delà, par un nouveau pont. Le système des « parkways » de Long Island pousse également jusqu'aux abords de Manhattan, à l'est. Ce sont les amorce du grand « parkway » circulaire qui ceindra la métropole.

« Parkways », routes express, comme l'Express Highway de l'itinéraire New York-Philadelphia, et, d'une manière générale, toutes les artères à grand trafic doivent assurer un flux égal et ininterrompu de véhicules. Les piétons, cela va sans dire, en sont rigoureusement exclus, des

passerelles ou des passages souterrains leur permettant de les franchir. De plus, tous croisements sont supprimés et les ouvrages de raccordement aux autres voies sont particulièrement importants. Trois de ces ouvrages de raccordement sont célèbres. Il s'agit du raccordement du boulevard Henri Hudson, à New York, avec la 79<sup>th</sup> Avenue, ainsi que des accès au pont de Triborough et de l'ouvrage de l'île Randall. Les techniciens s'accordent à reconnaître que le système de la 79<sup>th</sup> Avenue est le plus avantageux pour la circulation en ce qu'il force beaucoup moins que les autres à s'engager dans des voies partant dans des directions opposées à celles où elles conduisent véritablement. La plupart du temps, en effet, en particulier dans les ouvrages en « feuille de trèfle » — que les Américains adorent, malgré certaines imperfections, et que l'on trouve en plusieurs croisements routiers — le conducteur qui tient sa droite et qui veut s'engager vers la gauche dans une route perpendiculaire, est forcé de passer d'abord sous ou sur le pont-âme de la feuille de trèfle pour dépasser la route où il s'engagera. Puis il tourne à droite pour aller la rejoindre à gauche. D'où la nécessité d'une signalisation complexe si l'on veut éviter des embouteillages (1).

(1) Cette manœuvre est, à vrai dire, facilitée aux conducteurs américains par l'habitude que leur ont donnée les règles de la circulation dans certaines grandes villes. Pour tourner à gauche à un carrefour, le conducteur ne doit pas, comme chez nous, appuyer à gauche et s'arrêter pour attendre l'écoulement de la file opposée et le signal libérant la circulation sur la voie transversale. Il doit appuyer à droite et se ranger devant la file transversale droite en attente.

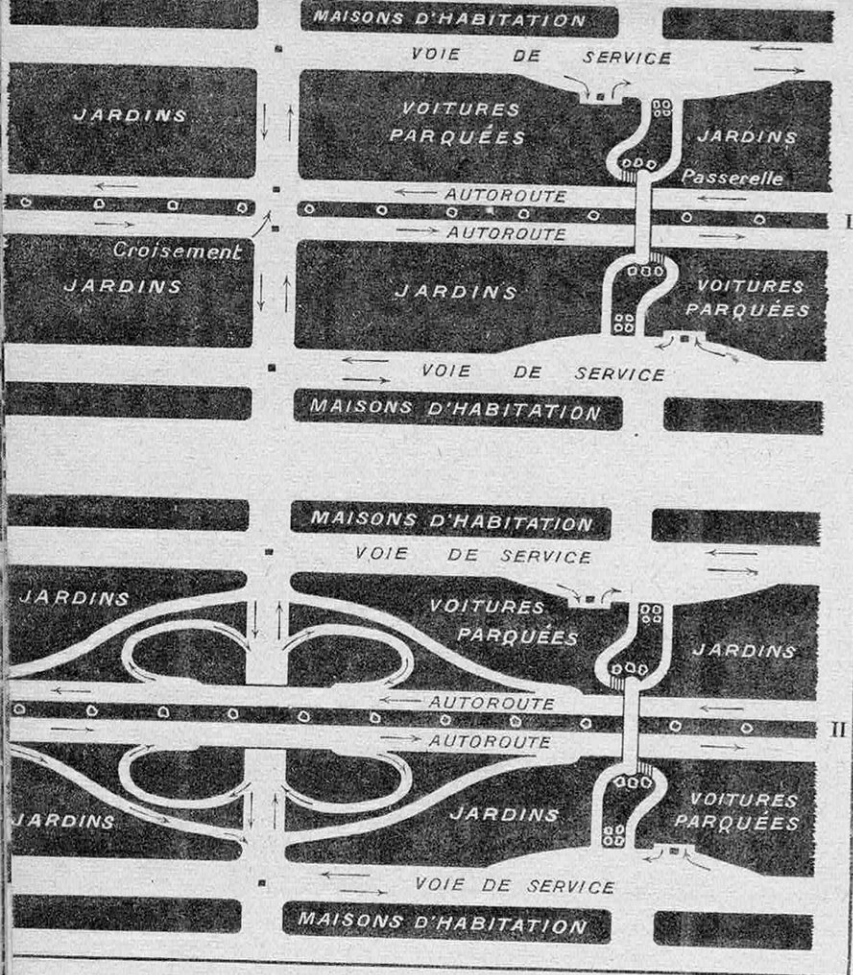


FIG. 7. — DEUX STADES DE LA CRÉATION D'UNE « EXPRESS WAY » URBAINE. Ayant acquis les terrains nécessaires, ici de la largeur d'un « bloc », le Service des routes y trace les deux chaussées parallèles, de 6 m de largeur chacune, séparées par une bande gazonnée et capables de recevoir chacune deux files de véhicules. Dans une première étape (I), on se borne à éliminer les piétons auxquels on accorde des passerelles et à réduire le nombre des accès à l'autoroute, tout en les laissant de niveau. Lorsque l'augmentation du trafic le justifie, il est facile d'entreprendre des ouvrages plus ou moins complexes (II) supprimant les croisements de niveau (ici un croisement en « feuille de trèfle »). Les rues avoisinantes ne donnent plus accès à l'autoroute et sont desservies par une voie de service.

### La « Pan American Highway », voie routière internationale

Toute cette conception routière devait se ramasser en un immense projet international, technique, politique, militaire, économique. C'est la route panaméricaine qui part de l'Alaska, en face du détroit de Behring, pour aboutir, en longeant les côtes du Pacifique, de l'Amérique du Nord et du Sud, à Rio de Janeiro, sur la côte de l'Atlantique. Elle va poser, dans l'élaboration de son régime commercial qui l'apparente au fleuve international, des problèmes de droit international qui dépasseraient le cadre de cette étude (1).

Sur le territoire même des États-Unis, il n'y a pas de « route panaméricaine » spéciale, le trafic disposant des multiples « highways » du réseau de l'Union et des routes canadiennes au nord. La route internationale proprement dite com-

(1) Voir « Autoroutes internationales » (Annuaire des Transports 1945), par E.-M. Bornecque.

mence à Nuevo Laredo, au Mexique, pour se diriger vers le sud, et à Dawson Creek, au Canada, en direction du nord.

A travers l'Amérique latine, les distances parcourues sont énormes : 5 000 km de Nuevo Laredo au canal de Panama, 9 600 km du canal de Panama à Buenos Aires et enfin, en remontant vers le nord, 3 200 km de Buenos Aires à Rio de Janeiro. Jusqu'au canal de Panama, les difficultés techniques n'offraient rien d'insurmontable. Mais, une soixantaine de kilomètres plus loin, la route s'engage dans une jungle épaisse inexplorée jusqu'en 1940, et considérée jusque-là comme impénétrable.

À Bogota (Colombie), la route se raccorde à l'autoroute Simon Bolivar qui relie Caracas (Venezuela), distant de 1 800 km à Guayaquil (Equateur). La route panaméricaine longe alors la côte du Pacifique et, avant de quitter le Pérou bifurque : une des branches descend sur Santiago (Chili), franchit la Cordillère des Andes et gagne Buenos Aires ; l'autre s'engage sur les hauts plateaux de Bolivie, jusqu'à La Paz, d'où elle rejoint Rosario et Buenos Aires à travers les pampas argentines. Un éperon pousse jusqu'à Assomption (Paraguay) et un ferry-boat assure la liaison avec Montevideo (Uruguay) d'où l'on gagne Rio de Janeiro.

En 1942, au moment où la guerresous-marine battait son plein sur la côte de l'Atlantique, les États-Unis poussèrent activement la réalisation de la route qui devait permettre une économie importante de tonnage maritime. Un peu plus tard, son urgence parut moins grande et les États-Unis abandonnèrent l'entière direction de la construction aux divers États intéressés. Aujourd'hui de nombreux tronçons de la route sont livrés au trafic. Sur les 26 500 km que ses divers embranchements couvrent au total, 8 500 km étaient, en 1943, pourvus d'un revêtement dur et 12 000 km étaient accessibles en toutes saisons.

### La route de l'Alaska

La section nord, plus connue sous le nom de « route de l'Alaska », est un exemple de collaboration entre l'avion et l'automobile, car elle a été créée en grande partie pour relier les aéroports de l'Alaska. Commencée au printemps de 1942, elle fut inaugurée officiellement en novembre de la même année. La construction mit en œuvre trois facteurs techniques : procédure préparatoire d'aménagement par le transport d'équipement en différents points stratégiques, reconnaissance du tracé par avion, usage de tracteurs et de bull-dozers ultramodernes. Elle fut effectuée par 10 000 soldats américains divisés en sept régiments, avec 2 000 employés civils sous la direction de l'administration des routes.

Dans la guerre contre le Japon, l'Alaska, de



par sa position, devait jouer un rôle stratégique important. Dans l'économie du temps de paix, son intérêt n'est pas moindre car, indépendamment de ses richesses minières considérables, encore pratiquement inexploitées, l'Alaska doit jouer un rôle capital comme plaque tournante des lignes aériennes futures entre le nord de l'hémisphère occidental et les pays d'Extrême-Orient.

Au nord, la route de l'Alaska part de Fairbanks, déjà reliée par fer au port d'Anchorage, et se dirige vers le sud-est parallèlement au fleuve Yukon, touche Whitehorse (relié au port de Skagway) et, après Fort Saint John, rejoint à Dawson Creek le réseau routier canadien, à quelque 600 km de la côte américaine. Le ravitaillement en essence peut être assuré par des pétroliers des États-Unis débarquant le carburant à Skagway, d'où on l'acheminerait vers Whitehorse. Mais un audacieux projet a été mené à bien ; c'est la construction d'un pipeline qui, partant des puits de Norman Wells, près du grand lac de l'Ours, amène l'huile brute à une raffinerie montée à Whitehorse où elle fut transportée en pièces détachées du Texas par le port de Skagway. L'huile brute canadienne se prête à ce transport par pipe-line, car elle supporte des températures de l'ordre de  $-55^{\circ}\text{C}$  en demeurant fluide. Un pipe-line pour essence rejoint d'une part Fairbanks à 960 km et, dans l'autre direction, Watson Lake, à 480 km ; une autre branche de 180 km, utilisable dans les deux sens, aboutit au port de Skagway. La capacité de production de la raffinerie de Whitehorse est de 3 000 barils par jour.

### Les gares routières

Sur toutes les voies, chaussées intercontinentales, autoroutes de desserte urbaine ou voies souterraines, circule un matériel routier que l'Europe peut envier. En dehors des voitures privées en nombre considérable, puisque 70 %



FIG. 8. — LA ROUTE PANAMÉRICAINNE QUI RELIE AUX ÉTATS-UNIS LES CAPITALES DE SEIZE ÉTATS DE L'AMÉRIQUE LATINE

du trafic des voyageurs s'opèrent par la route, de grandes compagnies, comme la « Greyhounds », assurent le transport de 50 millions de voyageurs par an, avec un matériel de 4 000 « bus » et un personnel de 10 000 conducteurs. Les parcours accomplis couvrent 80 000 km. Les voitures de ces compagnies, contrôlées technique-

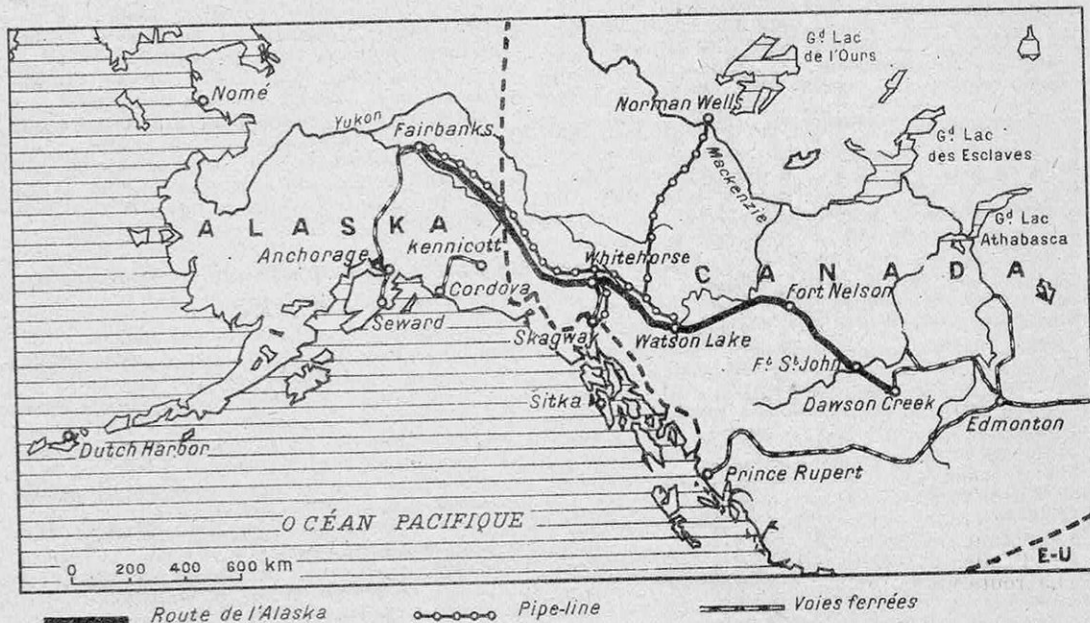


FIG. 9 — LA ROUTE ET LE PIPE-LINE DE L'ALASKA

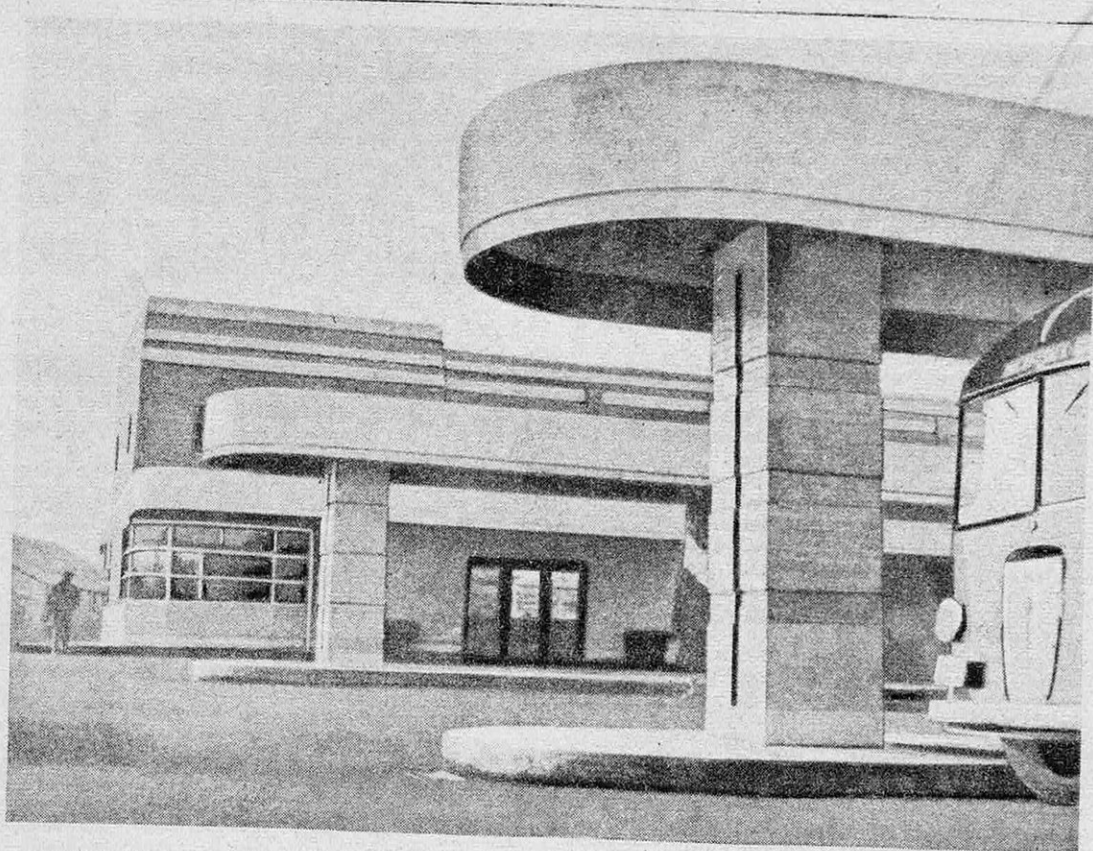


FIG. 10. — PLATES-FORMES D'ARRIVÉE DES CARS A LA GARE ROUTIÈRE DE HACKENSACK (NEW JERSEY)

ment tous les quinze jours, et soumises à révision tous les 15 000 km, sont pourvues de moteurs Diesel. Il est inutile de dire que le confort de ces autobus climatisés où l'on peut manger à sa place et qui disposent de fauteuils inclinés transformables en couchettes, ainsi que de lavabos, est bien supérieur au nôtre.

Comme dans la plupart des grands pays, le trafic autobus et, dans certains cas, le trafic de camions sont régularisés par des gares routières. On en rencontre en Amérique de trois sortes : la plus petite est la halte-garage, près du poste d'essence où est annexé un petit restaurant-dancing. On la rencontre près des petites cités. Au-dessus, vient la gare terminus des cars, telle la gare d'Hackensack dans le New Jersey. Elle s'apparente à notre gare française de Nice dans son aspect de construction blanche à un étage. Sur le même plan viennent aussi les gares de grandes compagnies routières comme la « Greyhounds ». Mais, entre les petites haltes-garages et les grandes gares municipales ou des compagnies, s'intègre la gare de transbordement rail-route, car, en Amérique, les compagnies ferroviaires ont su s'accommoder de la concurrence routière. Le fer prend le sous-sol et la route le premier étage.

Tout en préparant le développement des autres moyens de transport qui, peut-être, suppriment la route, les Américains font comme si celle-ci devait durer éternellement, sans cesse perfectionnée. Ils l'associent aux progrès de

l'avion, notamment avec les projets d'« aérautos », automobiles volantes combinant les qualités de l'automobile et de l'avion. Ils ont également montré, avec la section nord de la « Pan American Highway », dans l'Alaska, qu'ils savaient utiliser la route pour relier l'un à l'autre des aéroports. Enfin, ils sont les protagonistes de l'aménagement de gares combinées, rassemblant en un même ensemble une piste pour avions, un plan d'eau pour hydravions, une gare ferroviaire et une gare routière, en attendant l'adjonction de la gare d'eau.

#### La police de la route et sa collaboration avec la police aérienne

Pour régler le trafic, régularisé seulement au point de vue des transports publics par les gares routières, les États-Unis ont organisé une police routière extrêmement développée. Avant la guerre, les brigades de police routière de tous les États-Unis disposaient de 3 000 motocyclettes et 4 000 voitures, matériel qui, dans 34 États sur 47, était équipé de postes radio. Divers organismes intéressants pour la répression des accidents de la route ont été institués, telle l'école du Kansas.

Cette école originale à l'usage des contrevenants de la police de la circulation se voit envoyer ses élèves par les tribunaux de police du Kansas. On aurait intérêt en Europe à les imiter. La peine frappe soit ceux pour qui

l'amende ne constitue pas une gêne, soit ceux faisant de la contrainte par corps faute de pouvoir la payer. La libération ne se fait qu'après la période de cours assignée. Le contrevenant qui se refuse à suivre les cours (sanctionnés par une sorte de diplôme) et qui commet à nouveau la même infraction est renvoyé devant les tribunaux avec aggravation de la peine. Le cours lui-même est représenté par six leçons d'une heure chacune, faites le soir à raison de deux par semaine, avec un examen final de quarante questions. Les principaux points traités portent sur la réglementation, la conduite des véhicules au regard de la sécurité, les rapports entre piétons et automobilistes, les règles de la circulation, les signaux, etc. Il paraîtra sans doute étonnant à nos esprits européens d'apprendre que beaucoup de contrevenants ont demandé à suivre les cours et que l'école a eu dès la première année 525 élèves.

Mais ce qui les surprendra encore plus, c'est la collaboration de la police de l'air avec la police de la route. Peu de gens connaissent l'initiative prise avant la guerre par le commissaire de l'État de Pensylvanie qui, pour reconnaître les étranglements routiers usait du concours de la police aérienne. Celle-ci les indiquait par radio aux brigades routières (1). En même temps les indications étaient retransmises par la radio de l'État à tous les automobilistes qui connaissaient ainsi, pour chaque destination, l'itinéraire le meilleur et le moins encombré.

### Conclusions pour la politique routière française

Certes, entre les deux continents, les échelles ne peuvent se comparer. Mais tant du point de vue de l'équipement routier que de l'amélioration du matériel de transport public, certains enseignements peuvent être dégagés.

(1) Voir : « La police de la route » (Sinez Ed.) et « La police de l'air » (Ed. Internationales), par E.-M. Borneque.

Il est d'abord évident que des autoroutes intercontinentales seraient nécessaires en Europe. Elles sont déjà amorcées, mais leur réseau doit être étendu et les initiatives coordonnées, ainsi que pour la police route et air.

En France même, les gares routières de transbordement pourraient peut-être résoudre le conflit aigu entre le rail et la route qui constitue un gros handicap pour le développement de l'un et de l'autre. Il y a là surtout un état d'esprit nouveau à former.

Il en sera de même pour la question des voies urbaines où nous reverrons bientôt les encombrements d'avant guerre.

Il n'est pas contesté que le ralentissement du trafic par suite de l'encombrement général des voies publiques, spécialement aux croisements à niveau, entraîne pour l'ensemble de la population d'une grande ville des pertes matérielles incalculables.

Déjà une des conclusions du Congrès international de la route qui s'est tenu en octobre 1930, à Washington, posait en principe que, dans certains cas, il convient de ne pas reculer, pour décongestionner un quartier, devant la dépense considérable de la construction d'une rue souterraine ou en élévation.

Pour la traversée de quelques quartiers du centre de Paris, l'aménagement de voies souterraines ou aériennes paraîtra bientôt la seule solution susceptible de donner satisfaction aux besoins de la circulation.

Mais, sur un plan tout à fait général, l'idée directrice qui se dégage d'une étude attentive de la politique routière américaine dont les dirigeants de notre économie nationale auraient intérêt à se pénétrer, c'est que les dépenses consacrées à l'amélioration des routes sont essentiellement productives. Non seulement elles font réaliser des économies substantielles aux usagers, mais le développement du trafic automobile qui en résulte procure à la collectivité tout entière des avantages multiples. C'est, à tous les égards, un excellent placement.

E.-M. BORNEQUE.

La silicose est une maladie qui s'observe parmi les ouvriers des carrières, des mines, des charbonnages, etc., exposés pendant un temps prolongé à des poussières en apparence inertes, comme le quartz. Le malade éprouve généralement divers symptômes : toux, gêne respiratoire à l'effort, douleurs thoraciques, perte de l'appétit, etc., insuffisants, du reste, pour caractériser l'atteinte que seule la radiographie peut diagnostiquer avec sûreté. Théoriquement, il semble facile de supprimer le danger de maladie par élimination des poussières, mais la silicose peut encore apparaître d'une façon déconcertante lors de travaux dans une atmosphère en apparence purifiée. Une solution nouvelle à ce problème a été proposée au Canada il y a quelques années et fait actuellement l'objet de recherches expérimentales. Elle est fondée sur l'emploi de poudre d'aluminium ou d'alumine hydratée, en inhalations. On aurait constaté, en effet, sur les animaux d'expériences, qu'il suffit de mélanger 1 p. 100 de poudre d'aluminium à des poussières de quartz pour ôter à ces dernières leur toxicité (les deux poudres pourraient même être inhalées séparément), chaque particule de quartz se trouvant alors recouverte d'une couche insoluble et imperméable d'alumine hydratée. Les inhalations d'aluminium pourraient être pratiquées préventivement et auraient été capables, dans certains cas, de faire même régresser les symptômes d'une silicose déclarée.

# LA PROPULSION DES AVIONS HÉLICES, RÉACTEURS, FUSÉES

par Jean BERTIN

Ancien élève de l'École Polytechnique  
Ingénieur militaire de l'Air

**D**epuis quelque quarante ans qu'il y a des avions et qui volent, on peut dire, si l'on fait abstraction de ces toutes dernières années, que leur mode de propulsion n'a pas changé. Depuis les premiers essais des frères Wright (1903), c'est toujours l'hélice, mue, sauf exceptions rarissimes, par un moteur à pistons. Le groupe motopropulseur auquel on applique ainsi avec raison le qualificatif de « classique » s'est grandement perfectionné : le moteur a augmenté sa puissance unitaire dans d'énormes proportions jusqu'à atteindre 4 000 ch et plus ; il a amélioré son fonctionnement au sol et à haute altitude par l'emploi de compresseurs ; il s'est allégé ; son endurance s'est accrue au point qu'il effectue couramment, aller et retour, la double traversée de l'Atlantique sans la moindre révision ; l'hélice, de son côté, a vu croître son diamètre et multiplier le nombre de ses pales ; on a adopté pour elle la variation continue du pas et la mise « en drapeau », et, depuis peu, se développe la disposition nouvelle des hélices coaxiales, tournant en sens inverses. Mais, interrompant brusquement la continuité de ce développement, voici que sont apparus, dans les derniers mois de la guerre mondiale, des appareils volants de modèles inédits, d'où moteurs alternatifs et hélices ont subitement disparu, remplacés soit par des ensembles groupant compresseurs, chambres de combustion, turbines et tuyères propulsives, où l'air s'engouffre à l'avant pour être expulsé avec violence vers l'arrière, soit plus simplement chambres de combustion et tuyères constituant des fusées, absolument indépendantes de l'atmosphère. Déjà se dessinent les grandes lignes des propulseurs de l'avenir et les limites de leurs domaines d'utilisation, depuis les groupes moteurs-hélices pour avions lents jusqu'aux avions-fusées pour hautes altitudes, en passant par toute la gamme intermédiaire. Le moteur à réaction et la fusée représentent une étape capitale dans le développement de l'aviation ou plus exactement du « moteur » d'aviation. Ils mettent à notre portée le domaine des vitesses supersoniques qui exigeront un effort comparable dans l'adaptation des cellules.

**T**OUTE circulation, telle qu'elle s'effectue actuellement à la surface de la Terre, que ce soit celle des hommes et des animaux, ou celle des automobiles et des chemins de fer, n'est possible que grâce à l'existence, du frottement. C'est lui qui permet de trouver à bon compte, sur le sol, un point d'appui solide pour appliquer au mobile l'effort de propulsion. Les quatre obstacles au déplacement que ce dernier peut avoir à vaincre sont : l'inertie, la résistance de l'air, les frottements et la pesanteur.

Il est impossible de concevoir un mobile se déplaçant dans l'espace de cette manière, qu'il y ait de l'air ou non. Le principe voulant qu'à toute action corresponde une réaction opposée reprend ici toute sa valeur. La fixité du point d'appui (1) des exemples précédents pouvait

à cet égard nous tromper. Il ne sera possible d'appliquer au mobile (avion ou astronave) une impulsion motrice quelconque qu'à la condition expresse que un ou plusieurs corps soient simultanément déplacés par ailleurs. Il doit y avoir comme l'on dit, « conservation de l'impulsion » ou encore « conservation de la quantité de mouvement », car l'impulsion, destinée à vaincre une combinaison quelconque de l'inertie, de la résistance de l'air et de la pesanteur, est égale à la variation de la quantité de mouvement des corps déplacés. (La quantité de mouvement d'un corps est une grandeur égale au produit de sa masse par sa vitesse.) Le principe de la conservation de l'impulsion, plus encore peut-être que celui de la conservation de l'énergie, bien que moins familier au grand public, domine toute la physique.

## Comment fonctionne l'hélice

L'avion classique (nous verrons plus loin le fonctionnement de la fusée) se propulse et se sustente en déplaçant vers l'arrière et vers le bas l'air ambiant. Étudions tout d'abord l'hélice. L'hélice (ou tout autre dispositif approprié)

(1) Cette fixité n'est d'ailleurs qu'apparente. Si le mobile, initialement au repos, se déplace, on peut théoriquement affirmer qu'il perturbe le mouvement de la Terre. Toutefois, la masse de celle-ci est si considérable vis-à-vis de la sienne que la perturbation introduite échappe à notre connaissance par sa petitesse extrême.

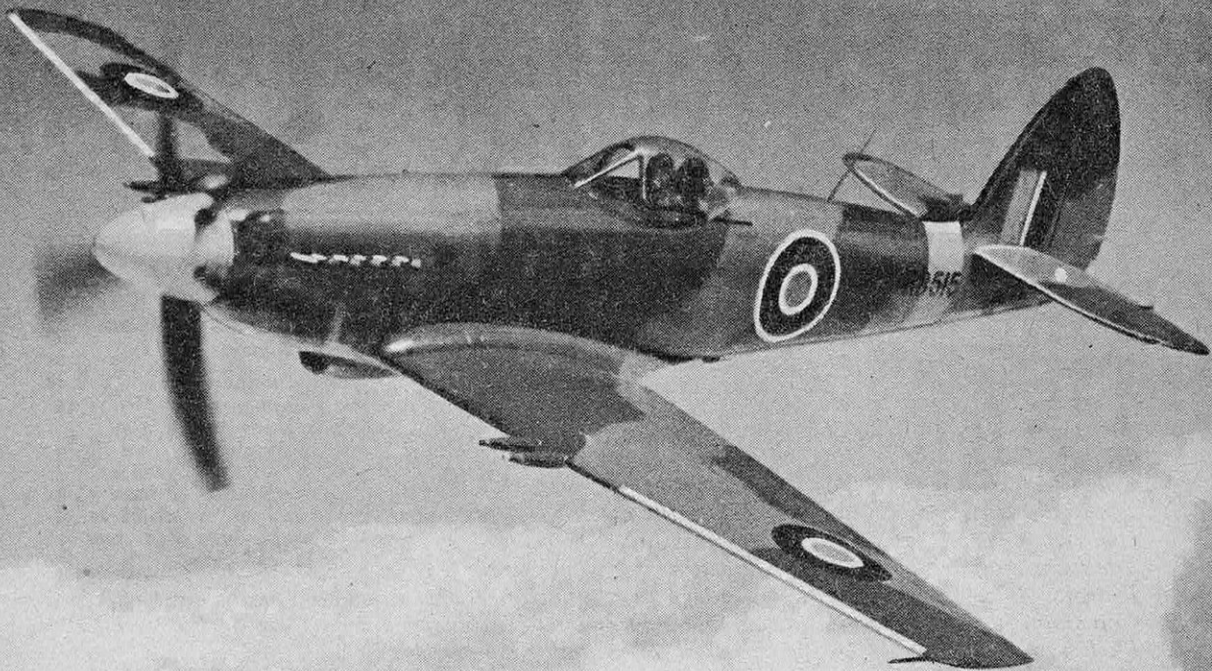


FIG. 1. — LE MONOPLANE DE CHASSE BRITANNIQUE VICKERS SUPERMARINE « SPITFIRE »

Ce type représente un développement du chasseur Vickers Supermarine « Spitfire ». Il s'en différencie par des ailes trapézoïdales à profil laminaire, ainsi que par un large train d'atterrissage, escamotable dans l'aile. Il est équipé d'un Rolls Royce « Griffon » de 2 255 ch, actionnant une hélice Rotol à cinq pales. Ses caractéristiques principales sont : envergure 10,70 m, poids 4 080 kg, vitesse maximum 740 km/h, rayon d'action 1 200 km.

cherche à déplacer, dans le sens opposé au mouvement désiré, une certaine masse d'air. La force appliquée à l'appareil étant égale au produit de la masse d'air déplacée par seconde, par l'accroissement de vitesse réalisé, on voit qu'il est possible d'obtenir un même effort par une infinité de combinaisons de masses et d'accéléra-tions. Toutes ne sont certainement pas équiva-lentes. L'ingénieur devra s'efforcer de choisir celle qui conduit à la plus faible dépense d'éner-gie.

La vitesse de l'avion et celle de l'air, après accélération, jouent un rôle essentiel dans cette étude. Pour un même effort de propulsion, plus la vitesse de l'air est grande, plus la perte d'éner-gie cinétique (1) est elle-même importante. Il faut donc la réduire le plus possible.

Si l'air se retrouvait immobile après le pas-sage de l'avion, la totalité de l'énergie dépensée aurait été utilisée pour la propulsion. Malheu-reusement, il faudrait pour cela accélérer très peu une très grande masse d'air. La meilleure solu-tion pratique consistera dans la recherche d'un compromis acceptable entre la perte subie et le débit possible.

Il faut bien retenir qu'il ne saurait y avoir propulsion sans accélération, mais qu'inverse-ment, s'il y a accélération, il y a perte inévitable.

(1) L'énergie cinétique d'un corps en mouvement est une grandeur égale au demi-produit de la masse par le carré de sa vitesse.

On ne peut qu'essayer de se placer dans le cas le plus favorable, compte tenu d'autres sujé-tions, comme encombrement et poids des appa-reils. Cette nécessité d'un compromis apparaît très générale; presque toujours un effet utile, seul désiré, s'accompagne d'un effet nuisible qu'on ne peut éviter. On ne saurait en donner de meilleur exemple que celui de la transforma-tion de la chaleur en travail. Elle n'a lieu qu'avec une perte nécessaire de chaleur. Il en est de même de la propulsion dans l'espace, qui s'effectue toujours avec un rendement inférieur à l'unité. C'est là que réside la différence essentielle de cette propulsion avec celle des engins terrestres actuels et qui peut parfaitement s'effectuer avec un rendement égal à l'unité. Le rapport de l'énergie réellement utilisée pour la propulsion à celle restant dans l'air, donc perdue, est pro-portionnel à la vitesse de déplacement de l'avion et inversement proportionnel à l'accroissement de vitesse subi par l'air (fig. 3).

Il en résulte que les propulseurs des avions lents doivent accélérer modérément l'air qu'ils brassent. Pour obtenir une traction importante, la masse d'air traitée sera grande. Ce travail, l'hélice sait très bien l'effectuer jusqu'à des vitesses de déplacement de 150 à 200 m/s.

#### Le rendement des propulseurs

La plupart de ces propulseurs, bien adaptés, fonctionnent avec des rendements de 80 %. L'énergie utilisée pour la propulsion (80 %)

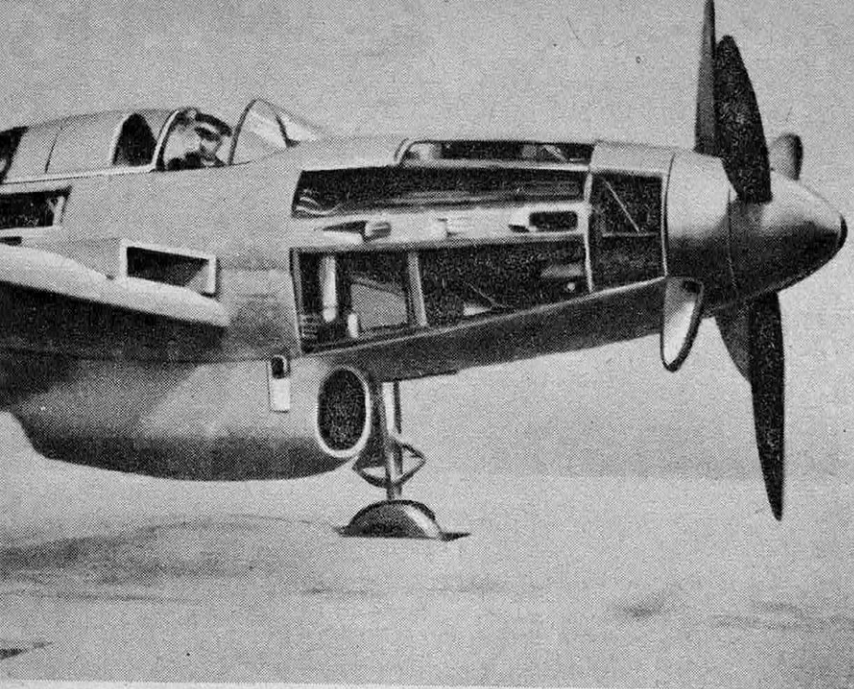


FIG. 2. — LE MONOPLANE DE CHASSE FRANÇAIS ARSENAL V. B. 10

C'est le premier prototype de chasse fabriqué en France depuis la Libération. C'est un appareil métallique à aile basse, entraîné par deux moteurs Hispano-Suiza de 1 180 ch disposés en tandem et accouplés par une transmission Vernisse à deux hélices tripales Ratier tournant en sens contraires. Caractéristiques: envergure 15,50 m, vitesse maximum 720 km/h, rayon d'action 2 750 km, plafond 12 000 m.

est alors quatre fois plus importante que celle restant dans l'air (20%). Le point correspondant se situe en A sur la figure 3, avec pour abscisse 0,5, ce qui signifie que la vitesse relative de l'air par rapport à l'avion, après son passage à travers l'hélice, n'est que une fois et demie celle de l'avion. Pour un avion courant, utilisant un moteur de 1 000 ch à 360 km/h (100 m/s) dans de semblables conditions, la puissance utile est de 800 ch, celle perdue dans l'air sous forme de vitesse restante (ou de tourbillons), 200 ch. La traction est de 590 kg, obtenue par l'accélération d'au moins 120 m<sup>3</sup> d'air par seconde de 100 à 150 m/s.

Si la masse d'air traitée n'était que le quart de celle-ci, soit 30 m<sup>3</sup>, il faudrait l'accélérer de 100 à 300 m/s pour obtenir la même traction. La puissance perdue serait alors de 600 ch, et le moteur nécessaire de 1 400 ch.

Le même avion, équipé de ces deux groupes motopropulseurs équivalents quant aux vitesses réalisées, mais de constitution différente, soit,

- 1° Moteur de 1 000 ch + hélice adaptée pour accélérer 120 m<sup>3</sup> d'air de 100 à 150 m/s ;
  - 2° Moteur de 1 400 ch + hélice adaptée pour accélérer 30 m<sup>3</sup> d'air de 100 m/s à 300 m/s ;
- nécessite une dépense de carburant plus élevée dans le deuxième cas que dans le premier (420 kg/h contre 300).

On s'efforcera de ne pas dépasser des accroissements de vitesse de 50 à 100 m/s. Au fur et à mesure de l'élévation de la puissance des moteurs, la surface des pales de l'hélice, leur nombre, leurs dimensions doivent donc augmenter afin de brasser davantage d'air. Jusqu'en 1935, deux pales suffisaient à utiliser correctement les 500 ch des moteurs les plus puissants. Vers 1939, les moteurs de 1 000 ch étaient équipés d'hélices tripales de 3 à 3,5 m de diamètre. Enfin, les moteurs américains Pratt et Whitney

de 2 200 ch sont munis d'hélices à quatre pales de 4 m de diamètre. L'exemple actuel le plus remarquable est le chasseur anglais Vickers-Supermarine « Spitfire », équipé de moteurs Rolls-Royce « Griffon » de 2 400 ch. Il en existe deux versions différentes, l'une avec une hélice à cinq pales, l'autre avec deux hélices coaxiales tripales tournant en sens inverses.

## Comment l'aile assure la sustentation

L'aile déplace l'air vers le bas. Le produit de la masse d'air déplacée par seconde par la variation de sa vitesse (fig. 4) donne l'effort appliqué à l'aile. La masse d'air déplacée par seconde et sa variation de vitesse sont toutes deux proportionnelles à la vitesse de déplacement de l'aile. Pour une aile donnée, l'effort appliqué sera donc proportionnel au carré de la vitesse de déplacement ; c'est le résultat que chacun sait. Cette réaction se décompose en portance, effet utile, qui est une force normale à la vitesse de déplacement de l'aile, et en traînée, effet nuisible, qui sera vaincue par la traction de l'hélice.

Pour une bonne aile et pour des vitesses modérées, la traînée n'est qu'une fraction faible de la portance (entre 1/5 et 1/15 suivant les cas). L'inverse de ce nombre est la  *finesse* . Si les frottements sont importants (fig. 5) (mauvais état de surface de l'aile), ou si la vitesse de déplacement se rapproche de celle du son dans l'air considéré, l'effet nuisible (traînée) augmente considérablement aux dépens de la portance. A ce moment, l'aile cesse d'être un dispositif de sustentation intéressant.

Nous remarquerons que l'hélice fonctionne

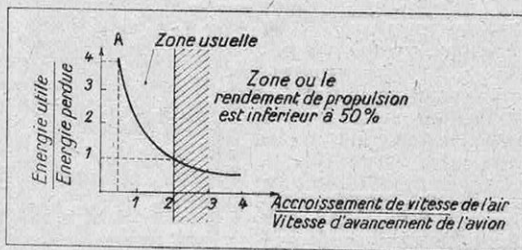


FIG. 3. — ÉNERGIE UTILE ET ÉNERGIE PERDUE DANS LA PROPULSION D'UN AVION

Un propulseur d'avion brasse une certaine masse d'air et la rejette vers l'arrière animée d'une certaine vitesse. Il a donc dépensé en pure perte l'énergie cinétique qu'il lui a communiquée et qui se dissipe rapidement dans l'atmosphère. Le rapport entre l'énergie utilisée réellement pour la propulsion de l'avion et celle ainsi perdue varie avec le rapport de l'accroissement de vitesse communiqué à l'air à la vitesse de l'avion. On voit qu'on a intérêt à réduire ce dernier rapport au minimum pratiquement admissible.

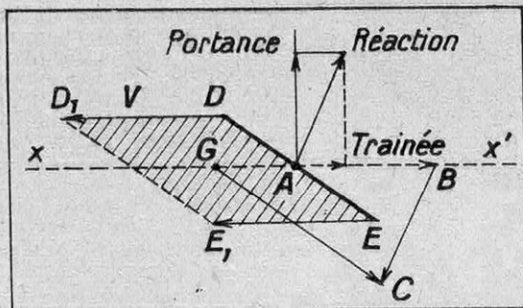


FIG. 4. — PRINCIPE DE LA SUSTENTATION D'UNE AILE D'AVION

L'aile (ou la pale) DE se déplace suivant  $x'x$  avec la vitesse  $V = DD_1$ . Elle chasse vers le bas la masse d'air  $m$ , comprise dans le prisme de base  $DD_1E_1E$  et de longueur égale à celle de l'aile. La quantité de mouvement de cette masse d'air qui était représentée par  $GB$  l'est alors par  $GC$ . Elle subit une variation  $BC$  qui donne naissance à la réaction sur l'aile. Cette réaction se décompose en portance, normale à la vitesse, et en trainée dans la direction opposée à celle-ci, donc freinant le déplacement. C'est cette trainée que devra vaincre la traction d'hélice.

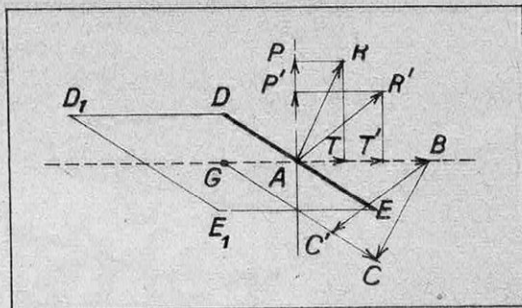


FIG. 5. — L'EFFET NUISIBLE DES FROTTEMENTS SUR LA SUSTENTATION

On a reproduit ici les éléments de la figure 4 correspondant au cas où le frottement est nul. La vitesse de l'air est alors modifiée en direction par l'aile, mais pas en grandeur. Les quantités de mouvement  $GB$  et  $GC$  aussi, et la portance et la trainée sont alors  $AP$  et  $AT$ . L'effet des frottements est de ralentir l'air pendant sa déviation. La quantité de mouvement diminue donc; supposons-la représentée par  $GC'$  et sa variation par  $BC'$ . La réaction sur l'aile  $AR'$  s'incline vers le bas et la portance  $AP'$ , effet utile, diminue, alors que la trainée  $AT'$ , effet nuisible, augmente.

absolument comme une aile, la traction étant la résultante de la portance de toutes les pales. Leurs trainées donnent naissance au couple résistant de l'hélice qui absorbe la puissance du moteur. Toutefois, la vitesse de déplacement des petites ailes que sont les pales est supérieure à celle de l'avion (donc de l'aile) puisqu'elle résulte de la composition de celle-ci et de sa vitesse propre de rotation. C'est donc l'hélice qui s'est trouvée soumise la première à la diminution de l'effet utile (traction) au voisinage des vitesses soniques. La traction diminue, bien que la puissance absorbée soit la même, parce que l'hélice ne sait plus accélérer l'air, mais l'entraîne dans sa rotation à la façon d'un moulinet-frein. Son rendement, dans ces conditions, devient si mauvais qu'il a fallu imaginer un autre procédé. C'est ainsi que la propulsion par réaction thermique a vu le jour.

Lorsque des vitesses plus grandes seront atteintes, il se peut que l'aile soit pour la même raison remplacée par un dispositif analogue. Un même jet d'air accéléré peut servir à la traction et à la sustentation (fig. 6).

### La propulsion par réaction thermique

Cette appellation est plus correcte que celle plus simple habituellement utilisée (propulsion par réaction) qui ne suffirait pas à différencier le nouveau procédé de l'ancien.

L'ensemble du moteur à pistons et de son hélice est en effet un groupe motopropulseur

à réaction au même titre que le moteur à réaction proprement dit. Leurs tractions (ou leurs poussées) naissent, toutes deux, d'une variation de vitesse imprimée à l'air ambiant. Seulement le premier procédé réalise cette opération d'une façon mécanique, les pales d'hélice brassent l'air, tandis que l'autre la réalise thermiquement. La détente, dans une tuyère, de l'air préalablement comprimé et chauffé lui communique une vitesse supérieure à celle qu'il possédait à l'entrée.

Toute la différence est là et elle est essentielle. Alors que l'hélice est incapable de faire économiquement cette accélération dès que l'on s'approche de la vitesse du son dans l'air ambiant (au-dessus de 200 m/s), la tuyère la réalise parfaitement. Le réacteur thermique se révèle donc comme un groupe motopropulseur susceptible d'être employé aux vitesses de propulsion voisines de celle du son. Sa poussée est égale — comme celle de l'hélice — au produit de la masse d'air qui le traverse par seconde par l'accroissement de vitesse réalisé (1). Il semblerait qu'en se plaçant dans des conditions analogues, le résultat soit identique. Il ne l'est qu'en partie : le rendement de propulsion reste bien le même, mais, malheureusement, il faut tenir compte d'autres facteurs dépendant des

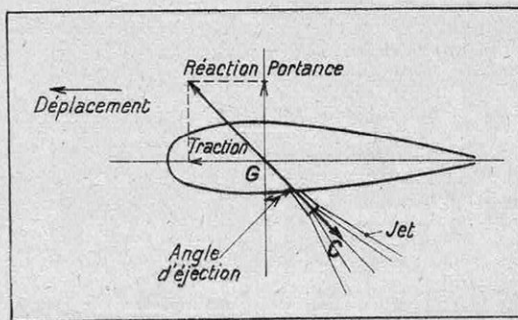


FIG. 6. — PROPULSION ET SUSTENTATION PAR UN MÊME JET D'AIR ACCÉLÉRÉ

La variation de quantité de mouvement  $GC$  du jet procède une réaction sur le mobile,  $GR$ , qui lui est égale et opposée et se décompose en portance et en traction. La variation de l'angle d'éjection permet d'obtenir des rapports de propulsion et de sustentation variables, donc de réaliser tous les cas de vol possibles.

(1) Nous ne tenons pas compte de l'effet de poussée supplémentaire dû au carburant dont la masse est généralement négligeable (du 1/15 au 1/20 de celle de l'air).

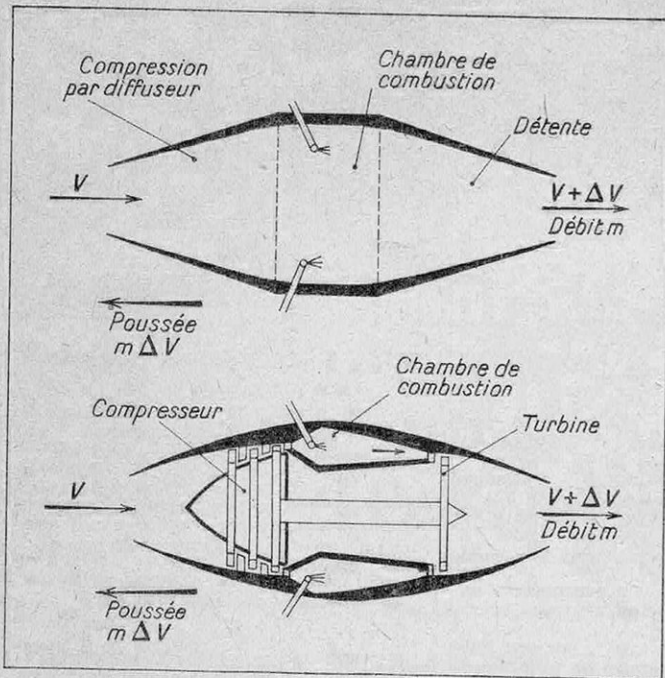


FIG. 7. — SCHÉMAS DE RÉACTEURS THERMIQUES, SANS COMPRESSEUR (EN HAUT), AVEC COMPRESSEUR ENTRAÎNÉ PAR UNE TURBINE (EN BAS)

En négligeant le poids du combustible, on voit que la variation de quantités de mouvement est  $m \Delta V$  (l'air entré à la vitesse  $V$  et sort à la vitesse  $V + \Delta V$ ). La poussée est égale à cette variation.

seurs en vue de leur utilisation, c'est le bilan énergétique global pour un même résultat. Par exemple : il s'agit d'équiper une cellule dont on s'est fixé les performances en vitesse et en rayon d'action. Le groupe motopropulseur préféré sera celui qui prouvera la plus faible consommation spécifique. Le rendement de propulsion intervient, mais il n'est pas le seul.

Le groupe motopropulseur à hélice fait intervenir de l'énergie mécanique. Son rendement (maximum actuel 26 %) résultera de la superposition des rendements élémentaires suivants :

1° Rendement du moteur (maximum actuel 33 %) : transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique ;

2° Rendement de l'hélice (maximum actuel 85 %) ;

Il peut se décomposer en deux :

a. Rendement de la transformation de l'énergie mécanique disponible en énergie cinétique de l'air ;

b. Rendement de propulsion.

Le groupe motopropulseur à réaction thermique transforme directement l'énergie calorifique en énergie cinétique (production d'un jet d'air accéléré). Voici le schéma succinct de son fonctionnement (fig. 7).

L'air admis est d'abord comprimé (par compression ou par amortissement de sa vitesse dans un divergent) ; on le chauffe ensuite par combustion dans son oxygène du carburant injecté ; il est détendu enfin dans une tuyère convergente ou convergente-divergente suivant que la vitesse du son est ou non

techniques spéciales mises en œuvre dans l'un ou l'autre cas.

Ce qui doit classer les groupes motopropul-

carburant injecté ; il est détendu enfin dans une tuyère convergente ou convergente-divergente suivant que la vitesse du son est ou non

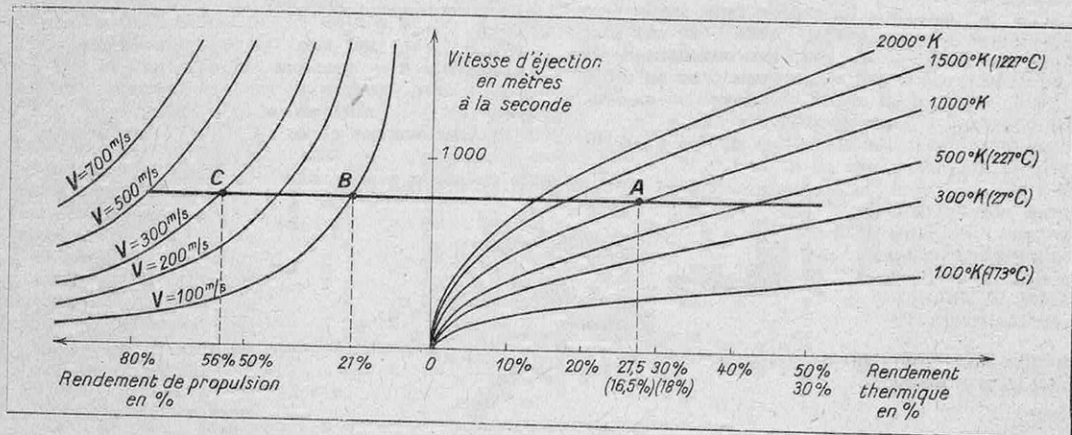


FIG. 8. — COMMENT VARIENT LES RENDEMENTS DANS LA PROPULSION PAR RÉACTION THERMIQUE

L'échelle des ordonnées est commune aux deux groupes de courbes ; elle porte la vitesse d'éjection des gaz. A gauche sont tracés les variations du rendement de propulsion pour différentes valeurs de la vitesse de vol. A droite sont tracés les variations du rendement thermique (pour la transformation de l'énergie calorifique du combustible en énergie cinétique de l'air) pour différentes valeurs de la température des gaz avant détente. (Le rendement thermique est un rendement théorique, le rendement pratique est un peu supérieur à la moitié de celui-ci ; les chiffres entre parenthèses en indiquent les valeurs). Rendement de propulsion et rendement thermique sont des rendements partiels dont le produit donne le rendement global. Un cas de vol est représenté par une droite horizontale. Pour un générateur donné (point A fixé, rendement pratique 16,5 %), le fait de voler à 100 m/s (point B) donne un rendement de propulsion de 21 %, soit en tout 3,5 %. Si l'on vole à 300 m/s (point C), le rendement de propulsion passe à 56 % et le rendement global fait plus que doubler, puisqu'il atteint 9,3 %.



dépassée ; il acquiert au cours de cette détente une vitesse de sortie supérieure à sa vitesse d'entrée de la quantité nécessaire pour obtenir l'effet réactif désiré. Si l'on utilise un compresseur, l'énergie qu'il absorbe est récupérée dans une turbine placée avant la tuyère de détente.

Le rendement global d'un tel ensemble se décompose de la façon suivante :

1° Rendement de production du jet d'air accéléré (transformation d'énergie calorifique en énergie cinétique) ;

2° Rendement de propulsion.

Il est souhaitable, pour que le rendement global soit le plus élevé possible, que ceux-ci le soient également.

Reprenons séparément ces deux points :

*Rendement de propulsion.*

— Nous avons vu tout à l'heure qu'une valeur élevée du rendement de propulsion est liée au fait que la vitesse d'éjection soit peu supérieure à la vitesse d'avancement. Si elle en atteint le triple, le rendement de propulsion n'est que de 50 %. Pratiquement, l'accroissement de vitesse subi par l'air ne devra pas dépasser le double de la vitesse d'avancement.

*Rendement de production du jet d'air accéléré* (fig. 8).

— L'énergie calorifique contenue dans le carburant sert à augmenter l'énergie cinétique de l'air admis, à accroître sa vitesse. La recherche du meilleur rendement pour cette opération et la préoccupation de réaliser des appareils peu volumineux et d'un poids réduit conduisent à des vitesses d'éjection élevées. Pour que le rendement global reste acceptable, il faut que la vitesse d'avancement soit grande.

La propulsion par réaction thermique se condamne elle-même au-dessous de 200 m/s (720 km/h).

Cette constatation n'est pas absolue. Elle n'a de valeur que pour le moment où l'on ne sait pas faire sur de grandes masses d'air, dans de bonnes conditions de poids des appareils, les fortes compressions nécessaires aux rendements élevés. Le jour où cette technique sera mieux connue, il suffira de ne pas dépasser une température modérée (500° C) avant détente pour que la propulsion par réaction soit applicable économiquement aux plus faibles vitesses d'avancement.

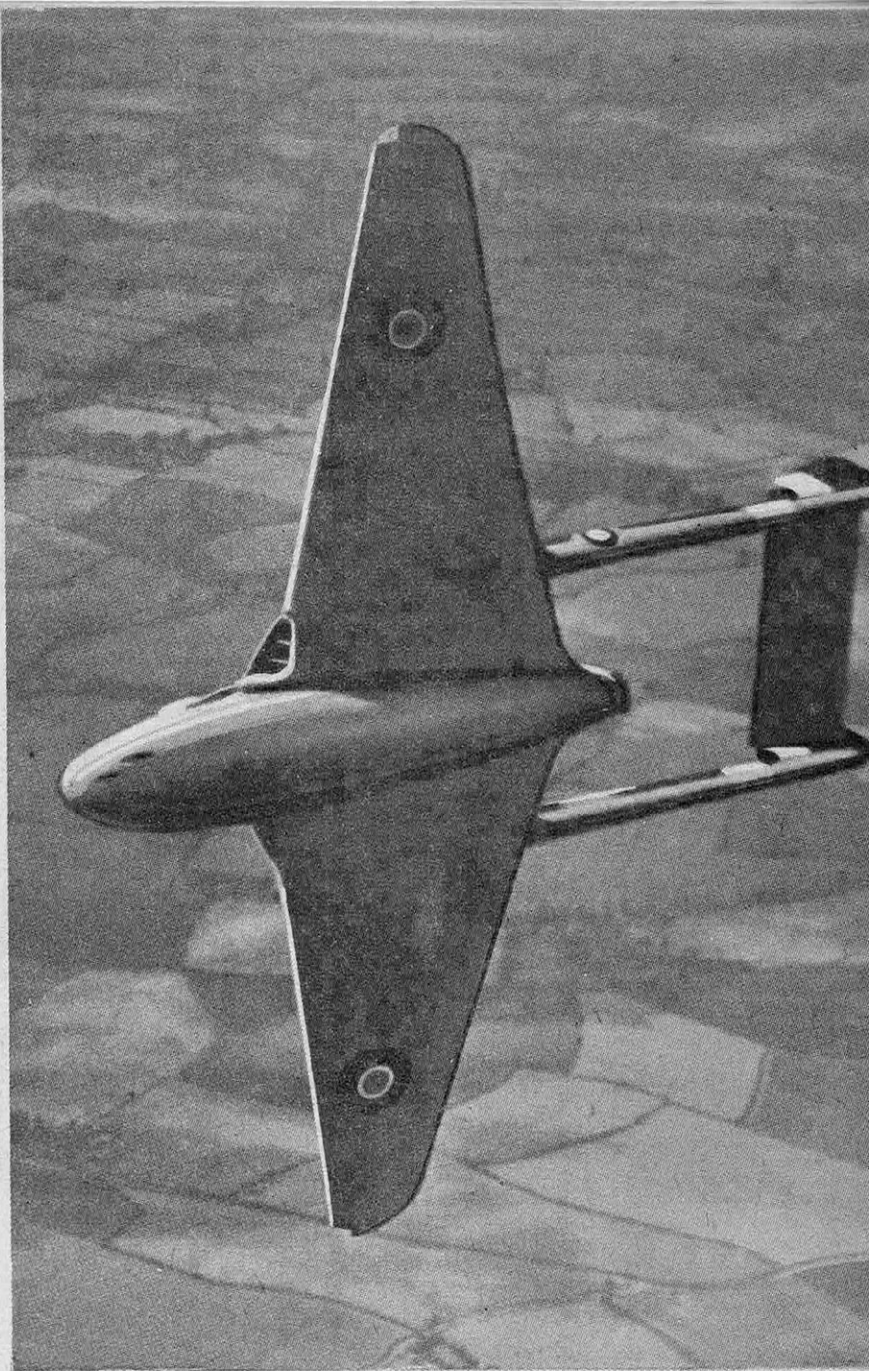


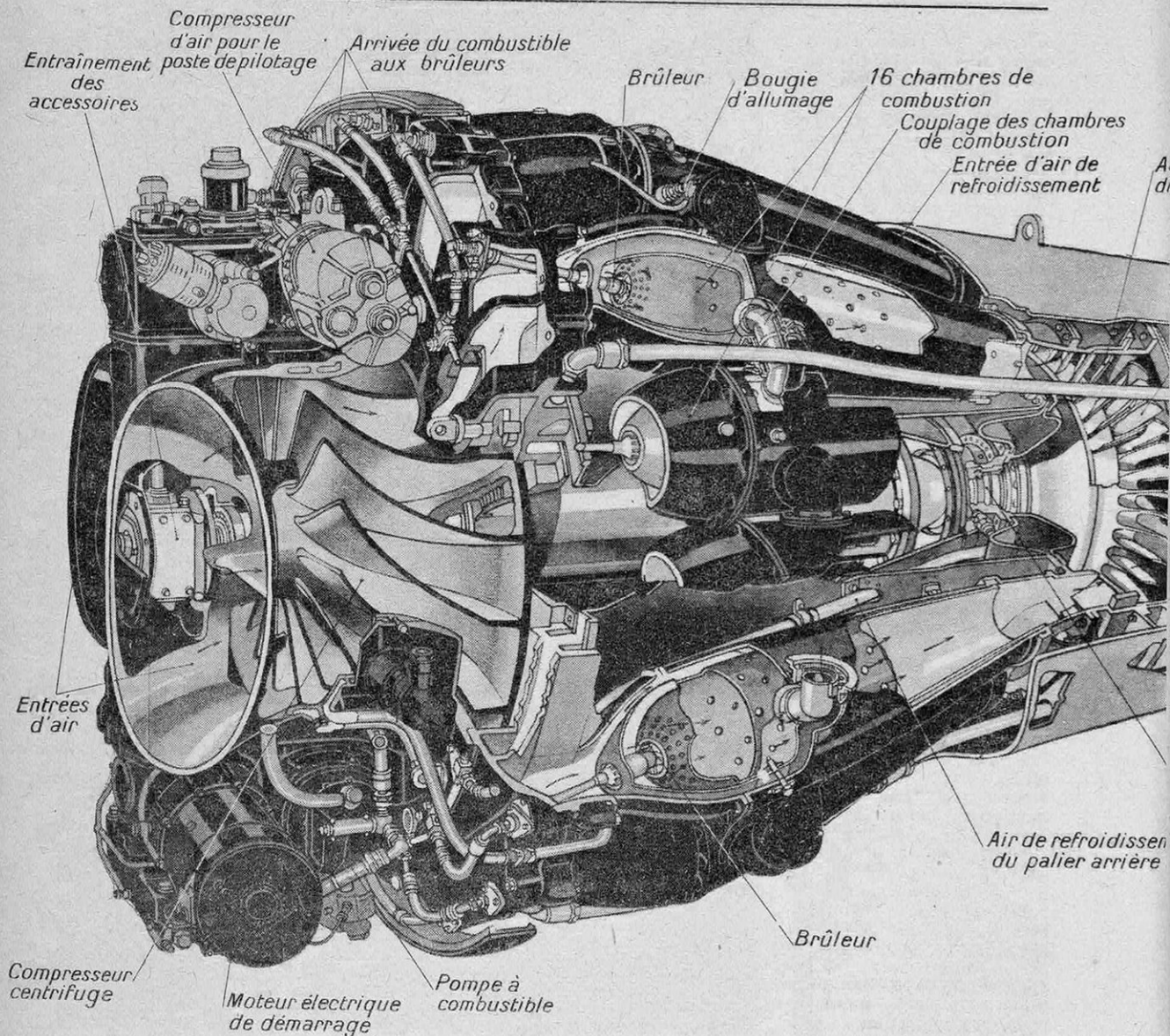
FIG. 9. — LE CHASSEUR ANGLAIS A RÉACTION DE HAVILLAND « VAMPIRE »

Ce type, doté d'un réacteur De Havilland « Goblin », possède une aile légèrement en flèche et un empennage porté par deux poutres. A noter les orifices d'admission d'air, logés des deux côtés du fuselage, dans les racines d'aile. L'échappement du jet se trouve à l'arrière du fuselage. Caractéristiques : envergure 12,20 m, poids total 3 630 kg, vitesse maximum 800 km/h, plafond 13 700 à 15 200 m.

Pour l'instant, cette dernière reste un critérium sérieux du choix d'un mode de propulsion.

Alors que l'efficacité du groupe motopropulseur à hélice reste constante dans un large domaine de vitesses, celle du groupe motopropulseur à réaction thermique croît constamment avec la vitesse de vol. A tout point de vue, cet accroissement a des conséquences favorables :

1° Il permet un allègement à rendement global identique. En effet, l'accroissement de la vitesse



d'avancement autorise l'augmentation de la vitesse d'éjection sans nuire au rendement de propulsion. L'accroissement de la vitesse d'éjection s'obtient simplement par élévation de la température dans la chambre, en y brûlant plus de carburant. La puissance du groupe motopropulseur à réaction thermique est finalement augmentée d'autant, sans que son poids ni son rendement aient changé ;

2° Il permet une augmentation du rendement global sans augmentation de la température dans la chambre de combustion. En effet, la vitesse d'éjection est inchangée, celle d'avancement augmente, le rendement de propulsion augmente alors de lui-même, et par suite le rendement global aussi.

Prenons un exemple :

Vol à 360 km/h (100 m/s) ; rendement pratique du générateur pris égal à la valeur cou-

rante actuelle 20 % (1). Si l'on veut un rendement global de 10 %, le rendement de propulsion doit être de 50 % (le rendement global étant égal au produit des rendements partiels), ce qui limite la vitesse d'éjection à 300 m/s et la température avant détente à 100° K (100° absolu, soit - 173° C). C'est irréalisable.

Pour que le générateur ne soit pas trop lourd et la masse d'air évoluant pas trop grande, la température avant détente descend rarement au-dessous de 800° K (530° C).

La vitesse d'éjection varie alors entre 600 et 1 000 m/s, suivant les cas ; le rendement de propulsion tombe à 20 % et le rendement global à 4 %.

(1) Par cette condition, le rapport des pressions caractérisant la détente des gaz chauds dans la tuyère, est fixé ; la vitesse d'éjection des gaz ne dépend plus, à ce moment, que de leur température.

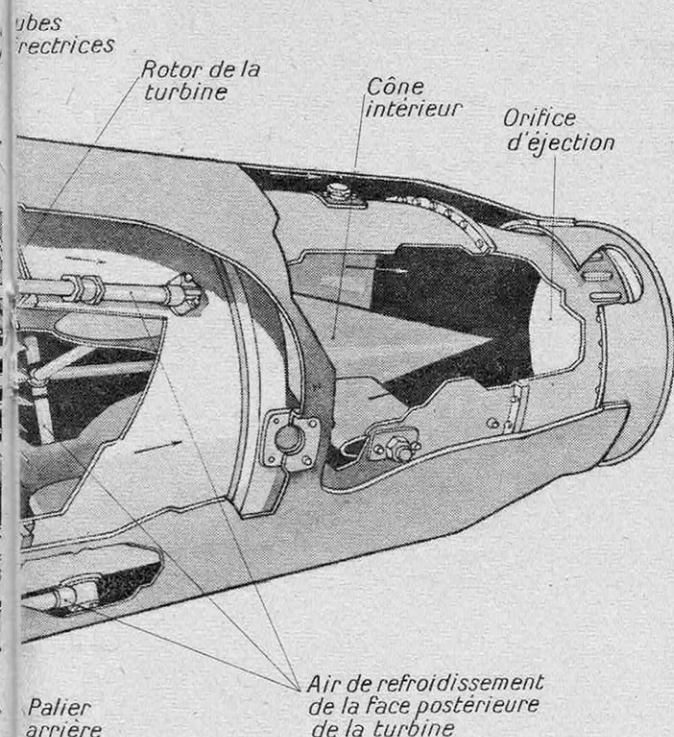


FIG. 10. — LE TURBORÉACTEUR DE HAVILLAND « GOBLIN » QUI ÉQUIPE LE CHASSEUR BRITANNIQUE DE HAVILLAND « VAMPIRE »

L'air accède par deux larges ouvertures ovales à un compresseur à 17 pales qui alimente 16 chambres de combustion à double paroi. Le quart environ de cet air pénètre directement dans les chambres où débitent les brûleurs; le reste passe entre les deux parois et, à travers des orifices divers, vient se mélanger aux produits de la combustion dont il abaisse la température à quelque 790° C, avant qu'ils agissent sur la turbine qui entraîne le compresseur. Ils s'échappent ensuite vers l'arrière, en produisant une poussée par réaction de 1 350 kg au sol pour une vitesse de rotation de la turbine de 10 200 t/m. En croisière, à 8 700 t/m, la poussée est de 832 kg.

Le groupe motopropulseur à hélice, qui, dans les mêmes conditions, présenterait un rendement global de 20 % au minimum, aura beau être plus cher à construire et plus lourd, il sera certainement préféré dans toutes les réalisations à but économique.

Les conclusions changent si la vitesse d'avancement croît.

Supposons qu'elle soit égale à 250 m/s (900 km/h) et que l'on utilise le même générateur que précédemment (température avant détente 800° K; rendement pratique, 20 %; vitesse d'éjection moyenne, 800 m/s); le rendement global est aussitôt de 11,2 %, parce que le rendement de propulsion passe de 20 à 56 %. A ces vitesses, le rendement du groupe motopropulseur à hélice serait certainement très inférieur.

En définitive, le groupe motopropulseur à réaction thermique s'avère comme un disposi-

tif ne convenant qu'aux grandes vitesses d'avancement, et par suite aux grandes altitudes, puisque ces grandes vitesses ne sont réalisables que là où l'air est raréfié.

Par contre, le groupe motopropulseur à hélice (ou à réaction mécanique) n'est susceptible de bons rendements, donc d'une utilisation économique, qu'aux vitesses et altitudes modérées. Il n'y a pas à proprement parler lutte entre ces deux systèmes, comme on l'a soutenu à tort, mais plutôt un partage de l'ensemble du domaine des vitesses et des altitudes possibles en zones différentes où chacun de ces procédés peut être utilisé avec le maximum d'avantages. Dans l'état actuel de la technique, cette répartition est celle de la figure 12.

Toutefois, la séparation que nous leur assignons n'est pas aussi absolue en pratique. Il ne faut pas oublier que le groupe motopropulseur à hélice voit sa traction augmenter de façon appréciable par une utilisation correcte en réaction thermique du fluide évoluant dans le moteur (pipes à réaction).

La part de cet effet secondaire dans l'énergie utile totale (elle dépasse fréquemment 10 %), croît avec l'altitude et la vitesse, si bien que nous avons affaire finalement à un groupe motopropulseur à action mixte. Le remplacement du moteur à pistons par la turbine à gaz (1) comme source d'énergie mécanique ne fera qu'accroître cette évolution. La turbine à gaz, destinée à produire de l'énergie mécanique, ne diffère du turboréacteur équilibré que par l'importance de l'énergie prélevée sur les gaz par les roues de turbine. Il n'est pas impossible de concevoir un dispositif permettant de faire varier cette récupération. Il lèvera la principale distinction entre ces deux appareils et permettra une utilisation indistincte en réacteur thermique ou en source d'énergie mécanique.

Les groupes motopropulseurs seront à double effet : le décollage, les vols à basse altitude et une partie de la montée se feront à l'hélice. Progressivement, l'effet de réaction thermique sera augmenté pour être seul utilisé aux croisières, de longue durée, à haute altitude.

Cette évolution aura conduit à munir les avions d'un véritable changement de vitesse et par là à augmenter le champ de leurs possibilités et leur souplesse d'emploi.

## La fusée

La fusée offre un moyen de se mouvoir dans l'espace découvert depuis bien longtemps. Jusqu'à cette guerre, elle n'a pas connu de développements importants, comme d'ailleurs la réaction thermique, parce que l'hélice semblait résoudre commodément tous les problèmes.

Ce point de vue n'est maintenant plus valable, et l'on peut lui prédire un vaste domaine d'utilisation possible.

Les groupes motopropulseurs à hélice ou à réaction thermique utilisent l'air atmosphérique comme comburant et comme fluide réactif principal. Leur champ d'action est donc forcément limité à la zone où sa densité n'est pas trop réduite (jusqu'à 10 000, 15 000 m).

La fusée procède tout autrement et emporte avec elle comburant et carburant. Il en résulte qu'elle est totalement indépendante du milieu ambiant et que sa poussée est égale au produit

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

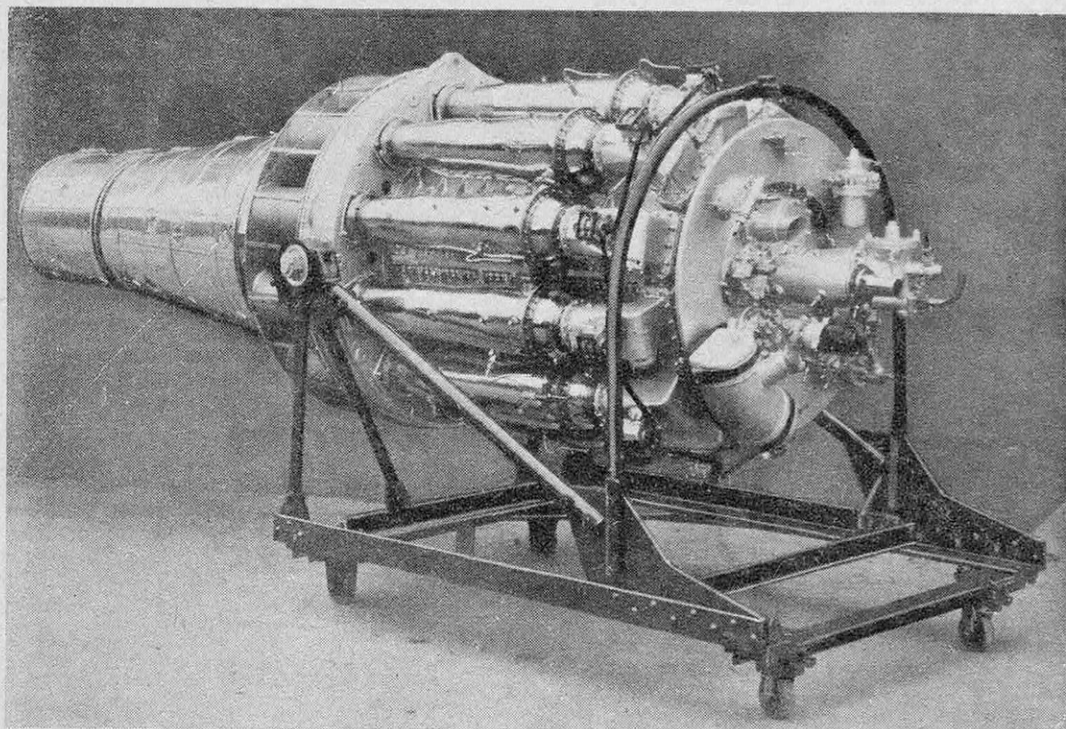


FIG. 11. — LE TURBORÉACTEUR A. S. X ARMSTRONG-SIDDELEY

Ce réacteur comprend un compresseur axial à plusieurs étages entraîné directement par une turbine à gaz axiale, alimentée par 11 chambres de combustion. Les orifices d'admission d'air du compresseur se trouvent à mi-longueur du moteur. Ainsi l'écoulement d'air subit une déviation de  $180^\circ$  en traversant le moteur. Ce réacteur développe une poussée de 1 170 kg à 8 000 l/mn en consommant 1,03 kg par heure et par kilogramme de poussée.

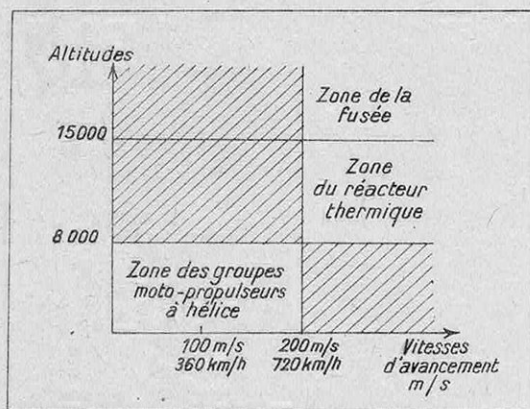


FIG. 12. — ZONES D'ACTION DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE PROPULSION

du débit des produits de combustion par la vitesse d'éjection.

Loin de diminuer avec l'altitude, elle croît bien au contraire, puisque leur vitesse de sortie augmente (la différence de pression entre la chambre et l'extérieur, qui crée la vitesse, devient plus grande). C'est le moyen de propulsion idéal des hautes altitudes et des espaces inter-

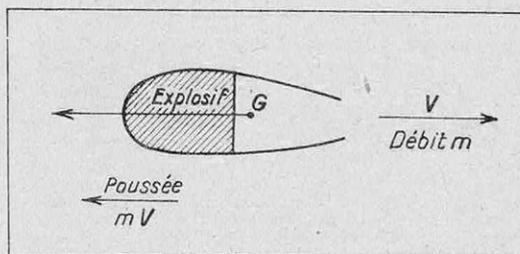


FIG. 13. — PRINCIPE DE LA FUSÉE

La poussée est égale ici à la quantité de mouvement  $mV$  et non à sa variation (comparer avec la figure 7), les produits éjectés étant pris à une vitesse nulle dans la fusée.

planétaires. Toutefois, cette indépendance se paye. Obligée d'emporter avec elle la totalité des corps actifs, la fusée ne sera susceptible de temps de fonctionnement prolongés qu'en économisant la masse éjectable. Le seul moyen qui nous permette de réaliser cette économie tout en conservant une poussée suffisante est d'augmenter la vitesse d'éjection. On accroît ainsi la réactivité de chaque élément expulsé, et il devient possible de diminuer le débit en masse du jet.

Un principe tout à fait opposé préside à la

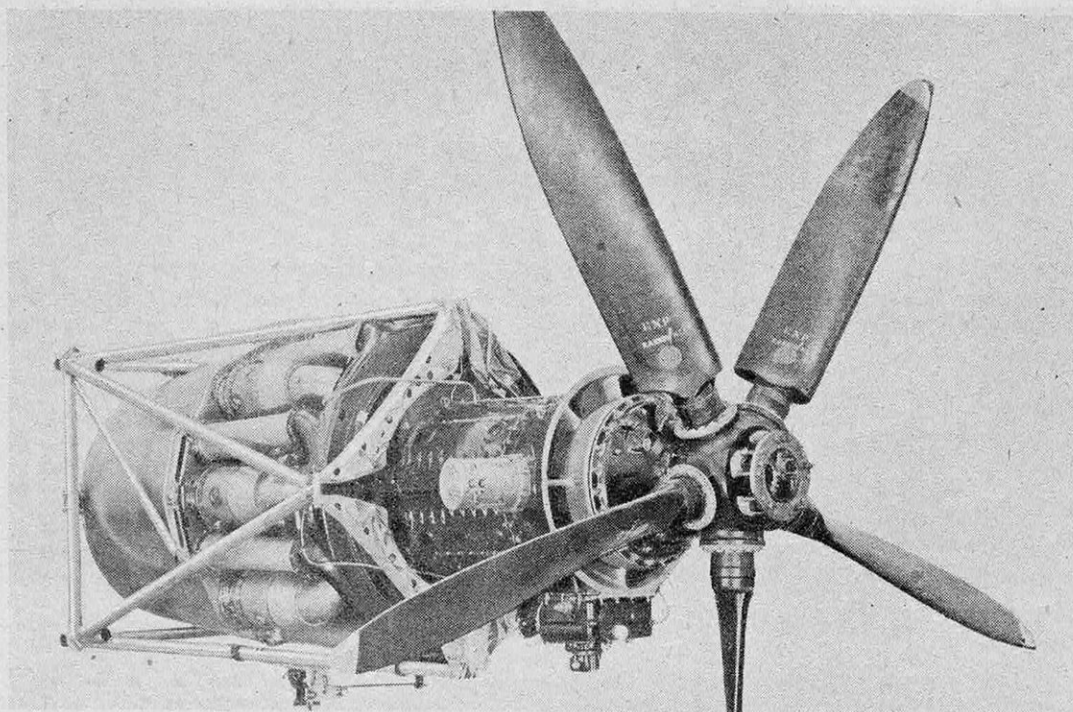


FIG. 14. — LE MOTEUR A TURBINE A GAZ BRISTOL « THESEUS »

Ce moteur comprend un compresseur d'air à plusieurs étages accouplé directement avec une turbine à gaz, ainsi qu'une seconde turbine à gaz indépendante entraînant l'hélice. Contrairement à ce qui se passe dans les réacteurs purs, la majeure partie de l'énergie des gaz sert ici à actionner l'hélice; les gaz d'échappement ne produisent qu'une petite poussée supplémentaire.

conception d'un avion classique. La source d'énergie dont il dispose à bord est limitée. Il ne doit l'utiliser qu'à bon escient et rechercher le groupe motopropulseur de meilleur rendement

AVIONS	MOTEURS
Avions de tourisme. Aéro-taxis. Avions cargos lourds.	Moteurs à piston + hélice, puis turbine à gaz + hélice.
Transports de passagers et de marchandises lé- gères. Avions militaires divers. Bombardiers lourds et moyens.	Groupes motopropul- seurs mixtes à hé- lice et à réaction thermique.
Avions postaux rapides. Chasseurs-bombardiers légers.	Réaction thermique.
Très long-courriers à très haute altitude (poste et passagers). Chasseurs, avions spéciaux	Fusées.

FIG. 15. — RÉPARTITION POSSIBLE DES DIFFÉRENTS MODES DE PROPULSION ENTRE LES DIFFÉRENTES CATÉGORIES D'AVIONS DE L'AVENIR

global. Nous avons vu tout à l'heure que cette exigence n'était satisfaite que pour des accélérations, et des vitesses d'éjection modérées. Au fond, l'autonomie accrue de la fusée s'obtient au prix d'une perte d'énergie, puisque la puissance perdue dans les gaz croît avec la vitesse d'éjection. Toutefois, cette perte sera d'autant moins grave que la vitesse de la fusée sera elle-même plus grande.

Plus encore que le réacteur thermique, la fusée se révèle comme le propulseur des engins rapides évoluant aux très hautes altitudes où la raréfaction de l'air diminue notablement les poussées nécessaires. L'augmentation des vitesses d'éjection, qui apparaît comme la préoccupation des techniciens de la fusée est liée à la recherche du mélange explosif le plus puissant. La plus grande énergie libérable par unité de masse permet d'obtenir la plus grande vitesse d'éjection.

Les Allemands ont utilisé pour leur V-2 le mélange éthanol-méthanol-oxygène liquide, qui se classe parmi les meilleurs.

Toutefois, on peut penser que le véritable avenir de la fusée est dans l'utilisation de l'énergie de désintégration atomique si celle-ci se laisse un jour plier à de telles applications, ce qui n'apparaît pas encore. Les vitesses acquises par les éléments résiduels seraient tellement considérables que des effets réactionnels puissants et prolongés s'obtiendraient avec une masse de matière très limitée.

J. BERTIN.

# L'HÉMORRAGIE

par Léon BINET

Membre de l'Institut

Notre connaissance de la physiologie des grands blessés s'est considérablement étendue depuis l'époque, qui n'est pas si lointaine puisqu'elle remonte seulement à la première guerre mondiale, où le médecin assistait impuissant aux terribles hécatombes qui suivaient les opérations dans les hôpitaux de campagne. On a reconnu aujourd'hui en particulier que l'organisation rationnelle de la transfusion, presque jusqu'aux toutes premières lignes était indispensable pour sauver tous ceux qui, gravement touchés, souffrent de « choc », d'hémorragie aiguë, d'asphyxie, de brûlures, etc. La technique de la transfusion ne fait plus appel seulement au sang frais pris sur un « donneur » présent, mais s'est enrichie de toute une gamme de produits allant du sang total conservé, citraté, glucosé, au sérum, au plasma liquide ou sec, au sang dilué, qui, en simplifiant sa mise en œuvre, étendent considérablement son champ d'action, lui permettant, associée aux procédés de réanimation des sujets en état de mort apparente et à l'oxygénothérapie, de réaliser ce qu'il y a quelques années on eût considéré comme de véritables miracles.

On ne peut aborder la biologie de l'organisme saigné, on ne peut discuter les traitements d'urgence qu'appelle une hémorragie abondante sans souligner les travaux français consacrés depuis de nombreuses années à ces questions capitales.

Les recherches expérimentales et cliniques de Piorry, poursuivies dans notre pays il y a plus d'un siècle déjà, ont démontré les avantages considérables de l'attitude tête en bas pour un sujet qui avait subi une hémorragie grave : on a pu lire récemment une thèse expérimentale consacrée à cette question par Georges Chardon, d'Alger, qui a parfaitement analysé cette action de l'orthostatisme sur le sujet normal et sur le sujet qui a saigné.

La question des sérum artificiels, c'est-à-dire des solutions

préparées en dissolvant dans de l'eau distillée des corps divers, du chlorure de sodium (sel marin) en particulier, a été magistralement posée et étudiée par Jolyet et Laffont qui, dès 1878, ont démontré les puissants effets de l'eau salée

introduite dans le système circulatoire d'organismes exsangues. Successivement, Georges Hayem, Pierre Delbet ont publié sur cette question des recherches devenues classiques.

La réparation de la perte sanguine par administration d'un sang neuf a fait l'objet de nombreux travaux français. Rappelons le premier essai de Brown-Séquard qui donna son propre sang pour ranimer une main de supplicié. Les efforts de A. Carrel, la thèse de Robert Monod, les expériences précises de A. Gosset, A. Tzanck et J. Charrier sont à citer, mais nous croyons

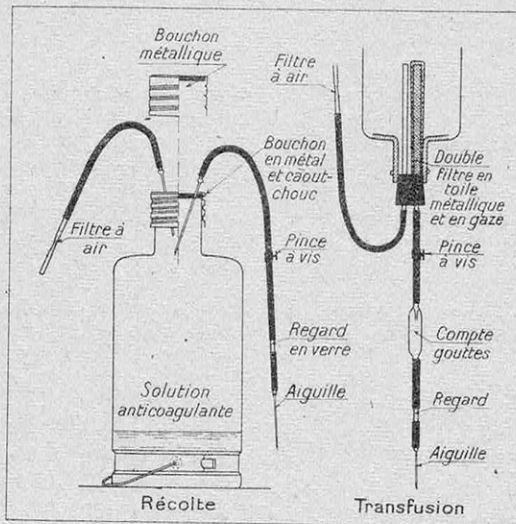


FIG. 1. — LA TRANSFUSION DU SANG CITRATÉ

On voit, à gauche, la bouteille de campagne adoptée pendant la guerre par le Centre de Transfusion de l'Armée à Alger. C'est une bouteille à vis, de 250 à 500 centimètres cubes, munie d'une suspension métallique dans une gorge à sa base et de deux bouchons superposés. Le bouchon inférieur est perforé en son centre et obturé par une rondelle en caoutchouc. Le remplissage s'effectue en enfonçant à travers cette membrane en caoutchouc une aiguille reliée par un tube à celle qui sera piquée dans la veine du « donneur ». Le remplissage s'effectue sous l'effet du vide qui règne dans la bouteille préalablement passée à l'autoclave, où, lorsque celui-ci est insuffisant, en aspirant à travers un tube relié à une deuxième aiguille piquée aussi à travers la membrane du caoutchouc. Pour la transfusion, la bouteille est renversée et suspendue; on y a préalablement adapté un bouchon portant deux tubulures: l'une met l'intérieur du flacon en communication avec l'atmosphère, l'autre conduit le sang citraté à l'aiguille fichée dans la veine du « receveur ». Le filtre à l'intérieur de la bouteille retient les petits caillots que peut contenir le sang et qui causeraient des accidents graves dans la circulation du « receveur ».

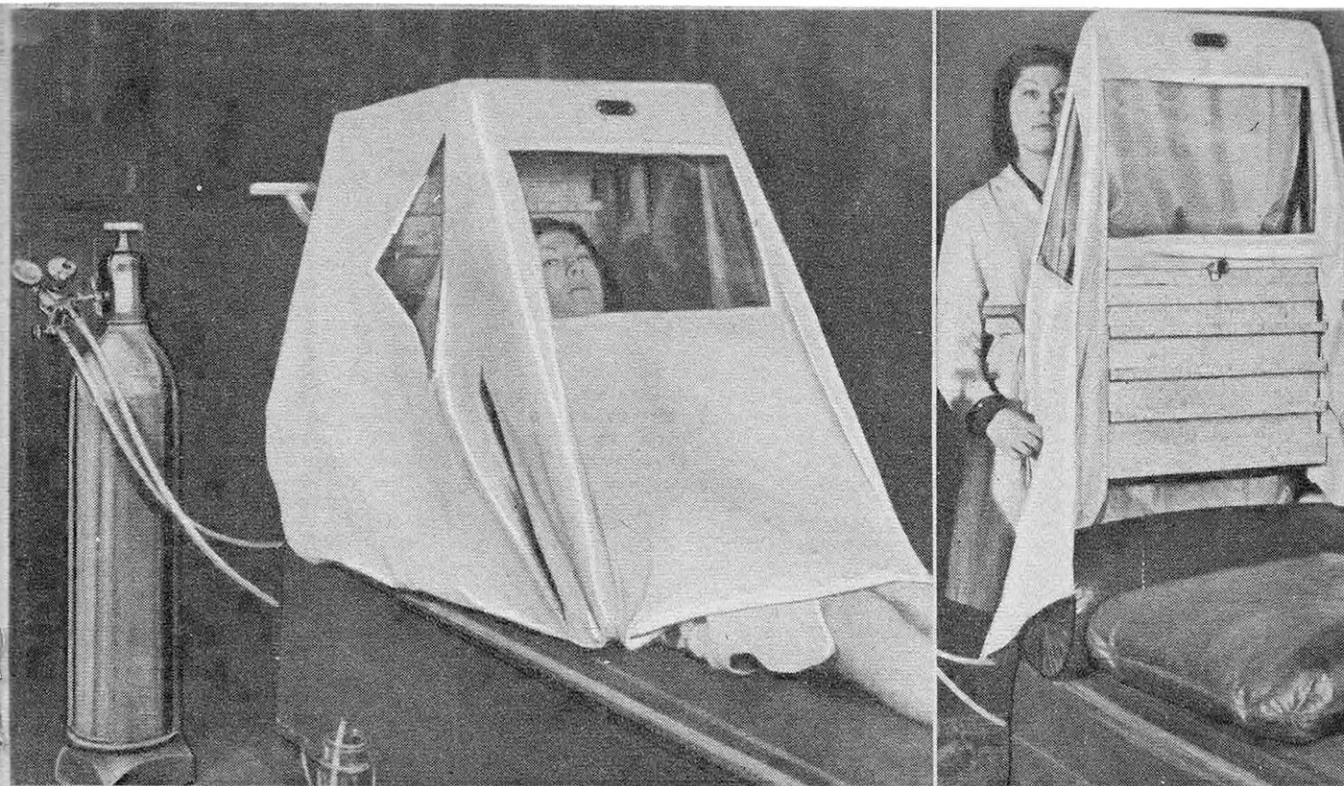


FIG. 2 ET 3. — LA TENTE A OXYGÈNE DE L. BINET ET N. BOCHET EN FONCTIONNEMENT

A droite, la tente est soulevée pour laisser voir le bac à glace destiné au refroidissement de l'atmosphère de la tente. Dans ce bac, l'oxygène accède au bas d'une trompe et crée, par sa vitesse, une dépression locale, d'où un appel de l'air de la tente à travers les blocs de glace qui garnissent le bac. On remarque une deuxième canalisation partant de l'obus à oxygène. Elle arrive directement au sommet de la tente et permet de régler la température de l'atmosphère respirée par le malade. (Rainal frères, constructeurs.)

devoir souligner d'une façon particulière les importants travaux d'Émile Jeanbrau et d'Emmanuel Hédon, de Montpellier, qui ont prouvé que le sang additionné de citrate de soude, rendu ainsi incoagulable, était un sang physiologique; ce sang citraté a permis à E. Jeanbrau, sur le front de nos armées, durant l'autre guerre, des succès retentissants. A cette même époque, le professeur Ch. Richet père, avec P. Brodin et F. Saint-Girons montraient les effets heureux des injections de *plasma sanguin* dans de tels cas.

Depuis 1939, les auteurs français n'ont pas délaissé le problème de l'hémorragie. A Paris, A. Tzanck, à Alger, E. Benhamou, à Bordeaux, G. Jeanneney, par l'organisation de leurs Centres de transfusion, ont permis la préparation de *sang conservé* et de *plasma liquide* qui, dans le domaine de la réanimation, ont donné des résultats éloquentes. On nous permettra de citer les travaux de notre labora-

toire, de 1940 à 1945, qui ont abouti à la préparation d'un mélange de sérum artificiel et de sang : cette technique du *sang dilué* nous semble pratique et efficace.

### La biologie de l'hémorragié : la régulation sanguine

Pour étudier la biologie de l'hémorragié, considérons le comportement de l'organisme en présence d'une soustraction importante de sang, et envisageons le jeu des divers mécanismes régulateurs qui interviennent simultanément. La réponse de l'organisme se manifeste surtout par des modifications sanguines, des réactions d'ordre

circulatoire et des manifestations d'ordre respiratoire.

Envisageons d'abord le jeu du *comportement sanguin* devant l'hémorragie. La soustraction sanguine a pour effet de réduire le volume du liquide circulant dans les vaisseaux, d'où fléchissement.

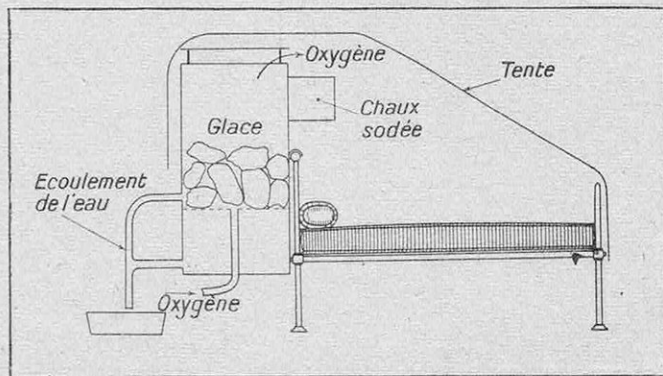


FIG. 4. — SCHÉMA D'UNE TENTE A OXYGÉNOTHÉRAPIE

Une armature métallique est fixée comme un dais à la tête du lit. Elle supporte une toile caoutchoutée dans laquelle parvient de l'oxygène que l'on fait passer sur un bloc de glace qui condense l'humidité de la tente et maintient fraîche son atmosphère. Le gaz carbonique est absorbé par un récipient contenant de la chaux sodée. Le débit d'oxygène est d'au moins quatre litres par minute et la teneur en oxygène de l'atmosphère de la tente de 40 à 50 p. 100.

puis chute de la tension artérielle si l'hémorragie n'est pas enrayée.

L'organisme répond à une pareille agression à la fois par une réparation de la masse liquide, grâce à un apport de liquide interstitiel dans le système circulatoire, et par la restitution dans le courant circulatoire d'une réserve de globules rouges.

Ainsi, d'une part, le passage dans le sang de plasma interstitiel accumulé dans le système lacunaire reconstitue le volume circulatoire ; d'autre part, l'apport d'hématies (ou globules rouges) supplémentaires par la mobilisation des réservoirs sanguins tend à rétablir la qualité, parallèlement à la quantité du sang circulant.

Ch. Achard a particulièrement étudié le rôle du système lacunaire. Reprenant l'opinion de Bichat, il a montré l'existence de cavités lacunaires réparties entre les différents organes et qui contiennent un liquide interstitiel dont il a remarquablement défini le rôle. L'appareil circulatoire ne constitue pas un système clos : il y a constamment passage du plasma des tissus vers le sang et du sang vers les tissus. Or, devant la soustraction brusque d'une partie de la masse sanguine, l'organisme répond par le passage de liquide lacunaire des tissus vers les vaisseaux : les tissus abandonnent de l'eau qui pénètre dans la circulation générale : c'est une auto-injection de plasma capable de compenser rapidement la perte de liquide quand celle-ci reste modérée. Il en résulte une déshydratation générale et l'on sait bien que le blessé hémorragié a soif, qu'il réclame « à boire », et sa souffrance ne fait que traduire la déshydratation de ses tissus.

Ainsi se trouve réalisée une dilution du sang de l'hémorragié, dilution facile à déceler, facile à suivre par des numérations globulaires répé-

tées, ou plus simplement par des dosages de l'hémoglobine. Cette dilution a son importance, car un tel état s'oppose à la concentration dans l'état de « choc ». On discernera parfois ainsi un sujet hémorragié d'un blessé choqué.

Cependant, on ne doit pas oublier que certaines saignées modérées peuvent s'accompagner momentanément d'une augmentation du nombre des hématies : on a pu voir une élévation du taux des globules rouges sous l'effet d'une hémorragie partielle, et cette réaction prouve une intervention des organes de réserve. La rate, en particulier, contient dans ses mailles une accumulation d'hématies : elle se contracte précocement dans l'hémorragie, et la contraction de ce réservoir, en chassant des globules rouges dans la circulation, peut produire une hyperglobulie paradoxale.

En résumé, on assiste à une double régulation de l'organisme hémorragié : régulation de quantité et régulation de qualité. Tout se passe comme si l'organisme pratiquait une auto-transfusion par une double instillation de plasma et de globules. La thérapeutique ne fera que suivre cette tendance de l'organisme.

### Les réactions circulatoires

À côté des modifications sanguines s'observent chez l'hémorragié d'importantes *réactions circulatoires*. Le cœur, les vaisseaux répondent à la perte de sang par des réactions appropriées ; le cœur s'accélère (tachycardie), action utile au maintien de la tension ; les artérioles, d'autre part, se contractent énergiquement, à tel point qu'une hémorragie peu importante peut ne pas entraîner la chute tensionnelle.

On sait que les centres nerveux supérieurs commandent au rythme du cœur et à la vasomotricité (contraction des vaisseaux) ; or il est intéressant de constater que l'hémorragie par elle-même met en jeu les réactions de ces centres par des excitations locales qu'elle exerce à la périphérie, en particulier au niveau de la crosse aortique et au niveau de la bifurcation carotidienne ; l'hypotension artérielle que crée la soustraction sanguine va agir pour alerter les centres supérieurs et déclencher les réactions compensatrices.

Nous avons pu récemment, avec Burstein, analyser la constriction vasculaire dans l'hémorragie : son mécanisme est double : nerveux et adrénalinique ; mais elle ne s'observe que si la régulation n'est pas déficiente et l'expérience montre que, pour la réaliser, il ne faut pas une hémorragie trop poussée : si la masse sanguine est très diminuée, on constate qu'en assurant un apport de liquide de substitution, on fait apparaître cette constriction artériolaire.

### Les troubles respiratoires

On connaît bien aussi, chez l'hémorragié, l'existence d'une certaine *oppression* : le moindre effort déclenche de l'étouffement (dyspnée). Chez un animal saigné, il est facile d'enregistrer un débit respiratoire double de la normale. Or, un sujet qui respire trop, perd beaucoup de gaz carbonique : c'est l'*acapnie* : on enregistre une baisse de la réserve alcaline (1) aux environs de 25 volumes pour 100 au lieu de 50 : aussi y aura-t-il lieu de corriger ce trouble par des bois-

(1) La réserve alcaline mesure la quantité de bicarbonates contenue dans le sang ; on l'évalue en volume de gaz carbonique dégagé dans le vide après acidification par l'acide sulfurique.



FIG. 5. — LE MASQUE A OXYGÈNE BINET-BOCHET POUR OXYGÉNOTHÉRAPIE D'URGENCE

Il se compose d'une large visière en rhodoid ; l'oxygène arrive par le bas et l'air chaud et l'excès de gaz carbonique s'échappent vers le haut. (Rainal frères, constructeurs.)



sons alcalines ou des injections de sérum bicarbonaté.

Mais, dans le domaine de la respiration, le trouble majeur reste la diminution de l'oxygène du sang due à la perte de globules rouges dont le rôle est de fixer, puis de transporter au niveau des tissus l'oxygène atmosphérique, et qui doit retenir l'attention du thérapeute. Nous insistons sur ce fait qu'un organisme dont le sang est très appauvri en hémoglobine (2 g au lieu de 13 à 15 g p. 100) peut vivre s'il est soumis à une inhalation continue d'oxygène pur. L'arrêt de l'oxygénothérapie produit une syncope respiratoire ; alors une respiration artificielle énergique avec oxygénothérapie peut ranimer le sujet.

Une conclusion s'impose : chez le grand hémorragié, chez le sujet abondamment saigné, la thérapeutique d'urgence comprend, en dehors des techniques réparatoires que nous aborderons plus loin, une respiration artificielle efficace avec oxygénothérapie prolongée.

L'hypothermie accompagne l'hémorragie abondante : l'hémorragié a froid ; appauvri en globules rouges, appauvri en oxygène, il ne peut entretenir qu'incomplètement les combustions organiques ; on ne saurait oublier qu'il importe de réchauffer rapidement un tel organisme.

Enfin, soulignons l'importance de la position du sujet. Nous avons vu le rôle des centres supérieurs dans la genèse des mécanismes nerveux de défense. De l'irrigation de ces centres dépend leur capacité réactionnelle. Déjà, en 1826, Piorry soulignait l'importance de la position du sujet : l'expérience confirme cette notion : un animal meurt si l'on maintient sa tête en haut. Il survit, tête en bas. La syncope de position menace le sujet gravement hémorragié si l'on n'a pas soin de maintenir sa tête à un niveau suffisamment bas.

### Le sérum artificiel dans l'hémorragie massive

Envisageons maintenant l'hémorragie grave, brutale, massive dans sa quantité, rapide dans sa réalisation ; les réactions compensatrices n'ont pas le temps d'intervenir efficacement : la mort est menaçante lorsque les trois cinquièmes environ du sang total ont été perdus. On observe d'abord la syncope respiratoire, puis les contractions du cœur se font à vide : l'animal est dans un état de mort apparente, les sphincters se relâchent, la pupille est dilatée.

Un tel état appelle une thérapeutique d'extrême urgence : respiration artificielle si les mouvements respiratoires sont suspendus, et, d'autre part, il faut s'efforcer de rétablir le volume circulatoire le plus rapidement possible.

A cet effet, l'emploi du sérum artificiel apparaît souverain ; Jolyet et Laffont, en 1878, Hayem en 1882, P. Delbet, en 1896, ont préconisé l'emploi de sérum salé physiologique, c'est l'eau salée physiologique ; ultérieurement, des formules nombreuses ont été proposées : sérum additionné de gomme arabique, sérum constitué de différents sels en proportions définies. Diverses compositions restent attachées aux noms de Loeke et Ringier, Hédon, Fleig, Normet, Ch. Richet, Brodin et Saint-Girons : à la suite d'injections intraveineuses de ces solutions artificielles, le cœur se remet à battre, la respiration reprend, la tension artérielle remonte.

Nos propres recherches de laboratoire nous ont amenés, en 1940, à définir une formule de sérum qui nous donne satisfaction : sérum salé, bicarbonaté, hyposulfité, sodique dont la formule est la suivante : chlorure de sodium, 8 g ; bicarbonate de soude, 1,5 g ; hyposulfite de soude, 4 g p. 1000. Sous l'influence d'une injection

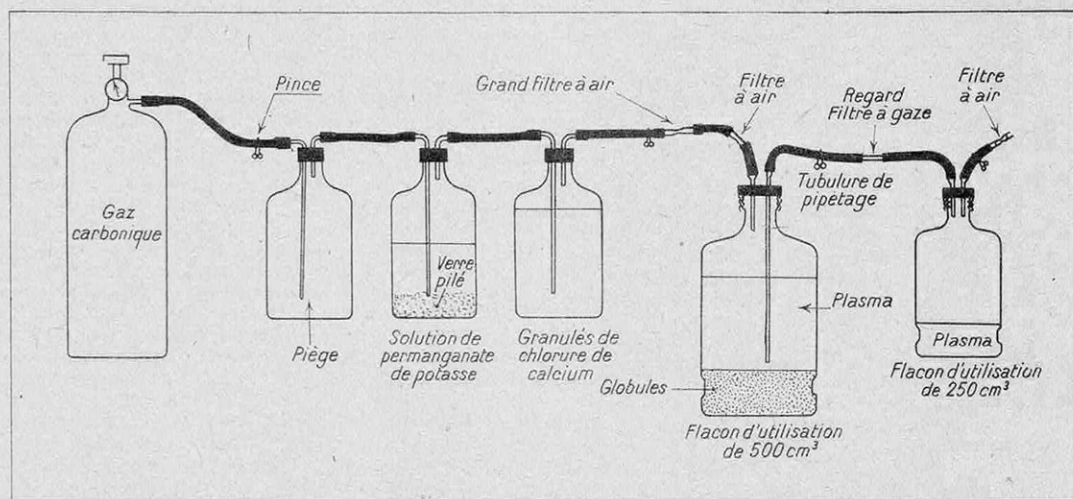


FIG. 6. — LA MISE EN BOUTEILLES DU PLASMA SANGUIN

On laisse le sang sédimenter pendant quatre jours à la température du laboratoire. Puis on réalise le montage ci-dessus qui comprend une bouteille de gaz carbonique, un flacon piège (où se déposent les impuretés grossières que pourrait contenir le gaz carbonique), un flacon de permanganate (où le gaz barbote en se débarrassant des particules organiques et en se stérilisant), un flacon contenant du chlorure de calcium (où le gaz se déshydrate), le flacon qui a servi à la récolte et enfin le flacon d'utilisation. Sous l'effet du vide du dernier flacon et, lorsque celui-ci est devenu insuffisant, sous l'effet de la pression du gaz carbonique, le plasma qui surnage au-dessus des globules rouges passe dans le flacon voisin. Les flacons ainsi remplis aseptiquement et abandonnés à la température du laboratoire subissent au bout de quinze jours un contrôle bactériologique. L'emploi de gaz carbonique a pour but de restituer au plasma celui qu'il a perdu au cours des jours précédents et d'augmenter son degré d'acidité.

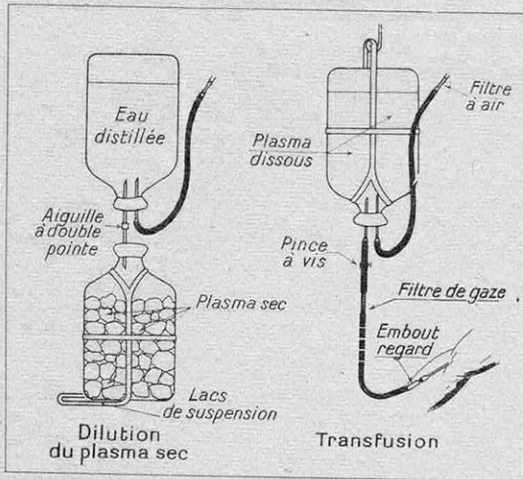


FIG. 7. — LA TRANSFUSION DU PLASMA SEC

L'appareillage américain pour la transfusion de plasma sec comporte deux flacons de 300 centimètres cubes, contenant l'un le plasma dans le vide, l'autre de l'eau distillée, et fermés tous deux par des bouchons en caoutchouc à travers lesquels on pique les aiguilles voulues. Pour la dilution du plasma, à gauche, on utilise une aiguille à double pointe et on renverse le flacon d'eau distillée pour qu'il se vide dans celui de plasma. Ce dernier se dissout, et il reste à l'injecter suivant la méthode habituelle telle qu'elle est représentée par la partie droite de la figure.

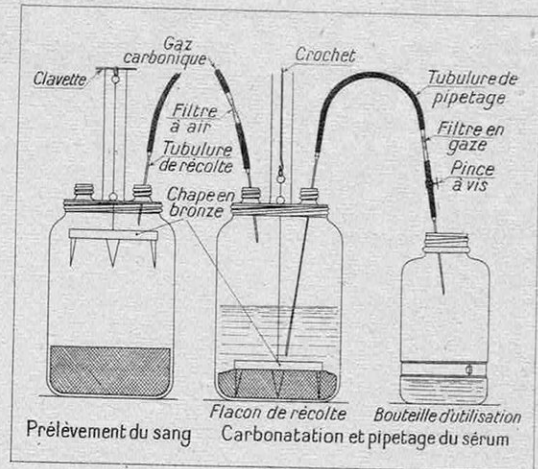


FIG. 8. — LA PRÉPARATION DU SÉRUM

On voit ici à gauche le flacon de récolte du sang, à deux tubulures. A l'intérieur de ce flacon se trouve une chape d'un diamètre légèrement inférieur à celui du flacon, massive, en plomb ou en bronze, que l'on peut manœuvrer de l'extérieur. Le flacon rempli de sang est abandonné douze heures à la température du laboratoire. A ce moment, on abaisse la chape sur le caillot qui s'est formé pour le tasser. Les trois pointes de la chape viennent s'y ficher et l'empêchent de se retourner. Après un nouveau délai de vingt-quatre heures, on opère comme pour le plasma (fig. 6).

intraveineuse de sérum artificiel (sérum chaud), on empêche la mort; la tension remonte et l'organisme reprend un aspect normal. Cependant, la tension ne se maintient pas à un niveau élevé; secondairement, on enregistre une nouvelle baisse progressive; au bout de trois ou quatre heures la mort survient.

L'explication de l'issue fatale tardive est que le sérum injecté ne reste pas dans les vaisseaux; par suite d'un phénomène osmotique, ce sérum fuit hors du système circulatoire.

### La transfusion sanguine

La transfusion sanguine est réalisée sur une grande échelle; on utilise ou du sang frais ou du sang conservé. Aujourd'hui le sang citraté est conservé à une température basse (+ 4°) et peut être utilisé durant les deux semaines qui suivent sa préparation.

À la suite d'une longue série d'expériences pratiquées avec M. V. Strumza dans notre laboratoire en 1940, nous avons cru devoir conseiller l'utilisation du sang dilué.

Une partie de sang total conservé est ajoutée à trois parties de notre sérum chloruré, bicarbonaté, hyposulfité, sodique. Une telle dilution diminue dans des proportions considérables la nocivité de certains échantillons de sang conservé, à tel point que, dans une période de la guerre particulièrement dramatique, alors que les réserves de sang ne pouvaient être renouvelées, on a pu avec succès utiliser par ce moyen un sang de conserve prélevé plus d'un mois auparavant.

À la suite de cette injection, la masse circulatoire est restaurée, la tension artérielle remonte et, cette fois, son ascension reste définitive, la réanimation n'est plus transitoire, l'hémorragié est réellement sauvé.

### Plasma et sérums sanguins

À côté d'un traitement de l'hémorragie par le sérum artificiel, par le sang total, frais ou conservé, pur ou dilué, existe une méthode efficace et simple de thérapeutique de l'hémorragie qui consiste en l'injection intraveineuse de plasma sanguin ou de sérum sanguin (1). En France, de solides expériences ont été effectuées et publiées sur cette question par le professeur Ch. Richet avec P. Brodin et F. Saint-Girons, à la fin de l'autre guerre. Aujourd'hui, cette méthode connaît un gros succès: le plasma humain déshydraté, préparé par les Anglais et les Américains, est fourni aux formations sanitaires d'armée; il constitue un agent thérapeutique puissant; par ailleurs, du plasma humain liquide est préparé en grosse quantité. A Paris, A. Tzanck, à Alger, E. Benhamou, à Fez, J. Juliard, ont réalisé des préparations abondantes de plasma humain — naturel ou stabilisé — qui ont fait leurs preuves, et déjà on envisage une formule fractionnée qui est actuellement à l'étude.

Il ne rentre pas dans cet article de faire un parallèle entre les différents traitements de l'hémorragie: sérum artificiel, sang frais conservé, sang pur ou dilué — plasma sec ou plasma liquide. Retenons seulement la diversité des armes qui, dans des mains expertes, ont donné des résultats merveilleux.

LÉON BINET.

(1) Le plasma est le liquide dans lequel les globules rouges du sang sont en suspension. Le sérum sanguin est un liquide légèrement jaunâtre ou rosé qui se sépare du caillot lorsque le sang est abandonné à l'air dans un vase. C'est en somme du plasma diminué de son fibrinogène, albumine qui se transforme en filaments de fibrine dès que le sang est extrait du corps et qui provoque la coagulation.

# LES MINES SOUS-MARINES DIABOLIQUES CHEFS-D'ŒUVRE DE LA TECHNIQUE MODERNE

par R. Leprêtre

Ingénieur de la Marine

*Pendant la première guerre mondiale (1914-1918), la mine sous-marine a joué un rôle de premier plan dans la stratégie du blocus et a constitué un des plus puissants moyens de destruction du commerce maritime. Pendant la deuxième guerre mondiale (1939-1945), les Alliés comme les Allemands l'ont encore beaucoup perfectionnée et ont imaginé nombre d'engins nouveaux dont le mécanisme de mise de feu, fondé principalement sur le magnétisme des coques, le bruit des hélices ou la dépression causée par le mouvement même du navire, augmentait considérablement l'efficacité. Aux mines à contact, pratiquement les seules employées jusqu'en 1939, est venue s'ajouter maintenant l'immense catégorie des mines à influence, aux multiples combinaisons, d'autant plus dangereuses qu'elles sont conçues pour échapper aux procédés de dragage en usage. Le nombre considérable des mines mouillées sur le littoral de France tant par les Allemands que par les Alliés fait que l'assainissement de nos côtes, tâche obscure, mais pénible et dangereuse, bien que déjà assez avancé pour déboucher nos ports, ne pourra être considéré comme terminé que dans deux ans au moins.*

**L'**ANCÊTRE de la mine sous-marine est la torpille dormante. C'est ainsi qu'on appelait au XIX<sup>e</sup> siècle un engin explosif mouillé en mer et dont la mise de feu était commandée à distance, de terre.

Le mot « torpille » est actuellement réservé à des engins explosifs automobiles, et le mot « mine sous-marine » désigne des engins explosifs flottant en surface ou entre deux eaux ou reposant sur le fond.

La commande de mise de feu ne se fait d'ailleurs plus à distance, mais est automatiquement déclenchée par le passage des bateaux.

On distingue généralement, du point de vue stratégique, entre les mines offensives, appelées aussi mines de blocus, et les mines défensives. Les premières sont généralement mouillées dans les eaux de l'ennemi, près de son littoral, dans l'embouchure de ses fleuves ou dans les chenaux d'accès de ses ports. Au contraire, pour interdire à l'adversaire l'approche des côtes amies, lorsqu'on craint des raids sur une rade, ou un débarquement, on mouille les mines en bordure du littoral présumé vulnérable.

Les Allemands ont été amenés à mouiller en grande quantité les deux espèces de mines, mines offensives sur les bancs de la mer du Nord près des côtes anglaises, mines défensives sur presque tout le littoral européen. Comme les Anglais, d'autre part, ont mouillé aussi de très nombreuses mines sur nos côtes, celles-ci sont actuellement infestées des engins les plus divers et leur dragage est, de ce fait, rendu très délicat.

## De Port-Arthur à la mine magnétique

Pendant la guerre russo-japonaise (1904-1905), les mines commencèrent à jouer leur rôle

de façon saisissante en coulant ou endommageant, dans les parages de la place forte de Port-Arthur, un grand nombre de bâtiments, tant russes que japonais. On cite les chiffres de huit cuirassés ou garde-côtes, sept croiseurs, treize torpilleurs, trois canonnières, coulés ou avariés. Grande fut la surprise des deux adversaires, et on peut dire que c'est à cause des mines que les Japonais ne connurent pas d'emblée à Port-Arthur le succès qu'ils retirèrent, en 1941, de leur agression sur Pearl Harbor. S'ils avaient éprouvé dans ce dernier port une surprise équivalente à celle que leur avaient réservée, trente-sept ans auparavant, les mines de Port-Arthur, sous la forme d'une organisation cohérente de postes « radar », par exemple (1), les pertes eussent été, en 1941, importantes des deux côtés, et la face de la bataille du Pacifique eût tourné à l'avantage des Américains plus tôt qu'elle ne l'a fait.

Pendant la guerre 1914-1918, les mines furent employées sur une très vaste échelle.

On évalue à 160 000 le nombre de celles qui furent mouillées par les Alliés, à 50 000 le nombre de celles mouillées par le camp adverse. Les pertes furent de près de 600 navires de commerce alliés ou neutres, jaugeant au total

(1) On sait qu'une station « radar » pour le repérage électromagnétique des avions (voir *Science et Vie*, n° 338, novembre 1945) avait bien été installée depuis peu à Pearl Harbor, mais elle n'était pas encore entrée en fonctionnement régulier, et le manque de liaison avec les autres services fit que, lorsqu'un groupe d'avions fut détecté par hasard le matin du 7 décembre 1941, se dirigeant vers l'île, on crut qu'il s'agissait d'appareils américains alors que c'était une des escadrilles japonaises.

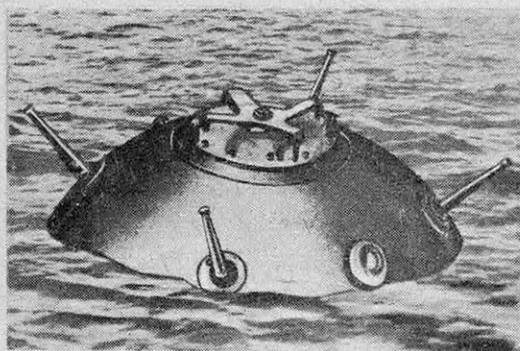


FIG. 1. — UNE MINE FRANÇAISE A CORNES « ÉLECTRIQUES »

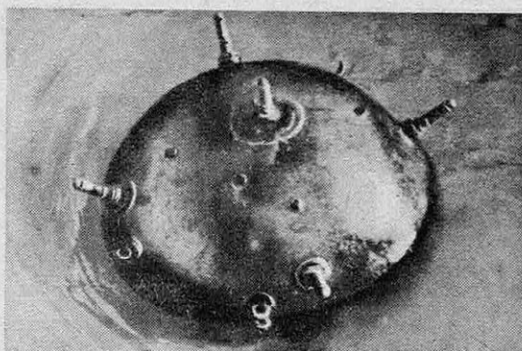


FIG. 2. — UNE MINE ALLEMANDE A CORNES « CHIMIQUES »

plus d'un million de tonnes. La marine de guerre française perdit 1 cuirassé, 1 croiseur, 7 contre-torpilleurs, 1 sous-marin, 27 patrouilleurs, et la marine de guerre anglaise 5 cuirassés, 3 croiseurs, 20 destroyers, 7 avisos, 4 sous-marins, plus de 200 patrouilleurs et dragueurs.

Pendant les premières années de la première guerre mondiale, les mines causèrent d'ailleurs plus de victimes que pendant les dernières, car évidemment les procédés de protection et de dragage firent des progrès.

C'est encore pendant la guerre 1914-1918 que fut construit le gigantesque barrage anglo-américain allant des Orcades (nord de l'Écosse) à Stavanger (Norvège), où furent mouillées 70 000 mines, certaines par près de 300 mètres de profondeur. Ce barrage était destiné à empêcher les sous-marins allemands de sortir de la mer du Nord.

Enfin, pendant la deuxième guerre mondiale, de 1939 à 1945, si la marine de guerre française ne perdit du fait des mines que deux torpilleurs (la *Bourrasque* et la *Combattante*), 1 sous-marin (le *Morse*), 1 aviso (le *Vauquois*), 2 patrouilleurs, 7 dragueurs et 3 remorqueurs, un ton-

nage allié considérable a été par le fond du même fait ; il continue d'ailleurs à s'accroître malgré la fin des hostilités. Notons que c'est en novembre 1939 que les Allemands commencèrent d'utiliser un type de mine inédit, la *mine magnétique*, qui marqua un tournant dans l'histoire de ces engins, puisqu'elle ouvrit l'ère des *mines à influence*, dont nous parlerons plus loin et qui forment avec les *mines à contact* les deux grandes catégories actuelles des mines.

### Les mines à contact

Ce sont des mines qui explosent lorsqu'un bateau établit un contact matériel avec une partie appropriée de la mine. Les plus connues, parce que les plus répandues, sont les *mines à choc*.

Le contact matériel qui provoque l'explosion de la mine est un choc de la carène du bateau contre les parties mobiles mécaniques qui, en pivotant (tourniquets) ferment un contact électrique de mise de feu, ou contre des cornes qui font saillie sur la mine, de forme généralement sphérique. Les cornes « électriques » (fig. 1) sont pointues et, lorsqu'elles sont heurtées par le

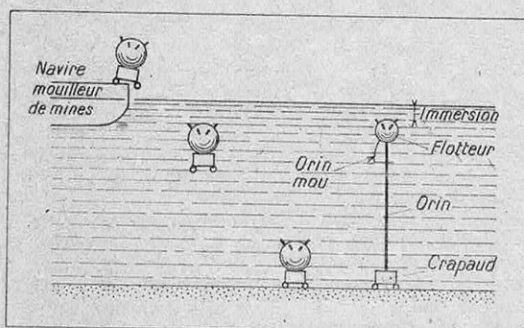


FIG. 3. — MOUILLAGE D'UNE MINE ET RÉGLAGE HYDROSTATIQUE DE SON IMMERSION

Le flotteur et le crapaud vont immédiatement au fond. Au bout d'un certain temps, après dissolution d'un sel dans l'eau par exemple, l'orin se déroule, le flotteur monte. Un peu avant le passage à l'immersion désirée, un système agissant sous l'effet de la pression libère un orin dit « mou » qui, lorsqu'il se raidit, provoque l'arrêt du treuil. Il existe des mines avec lesquelles la séparation entre crapaud et flotteur s'effectue avant le fond. Elles sont utilisées pour les grandes profondeurs que le flotteur ne supporterait pas.

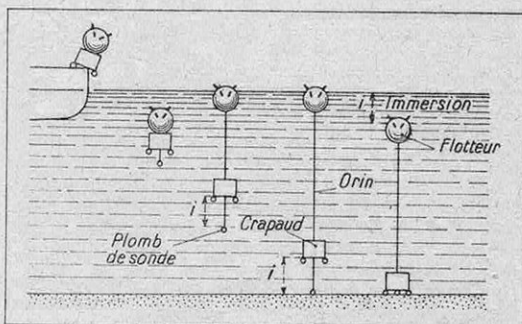


FIG. 4. — MOUILLAGE D'UNE MINE ET RÉGLAGE DE SON IMMERSION PAR LA MÉTHODE DU PLOMB DE SONDÉ

Dès que la mine est jetée à la mer, l'orin se déroule et le flotteur monte à la surface, tandis qu'au-dessous du crapaud, lequel est freiné dans sa descente, descend un plomb de sonde, au bout d'une ligne qui a pour longueur l'immersion désirée. Lorsque le plomb touche le fond, la ligne prend du mou et libère ainsi un verrou qui vient bloquer le déroulement de l'orin. Le crapaud poursuit alors son mouvement de descente en entraînant le flotteur sur une hauteur égale à la longueur de la ligne de sonde.

bateau, établissent un contact électrique ; ce sont les meilleures. Les cornes « chimiques » (fig. 2) sont rondes et ressemblent à un doigt ; lorsqu'un choc les brise, une solution de bichromate de potasse vient remplir une pile dont le circuit est fermé sur la mise de feu. Les cornes « hydrostatiques », d'apparence semblable aux cornes « électriques », sont vissées sur des douilles en métal faciles à briser lors d'un choc ; l'eau fait alors irruption dans la mine et sa pression sur un diaphragme déclenche la mise de feu. Afin d'éviter des accidents pendant le mouillage, un contact supplémentaire de sécurité s'établit automatiquement lorsque la mine est mouillée (1).

Comme il doit y avoir contact brutal avec un bateau, il est nécessaire que la mine proprement dite, qui renferme, dans une enveloppe de forme généralement sphérique, la charge et le mécanisme de mise de feu, flotte. Mais comme elle ne doit pas être visible à la surface de la mer et qu'elle ne doit pas dériver, elle est « mouillée », c'est-à-dire retenue à un « crapaud » par un orin (2), de façon qu'elle se maintienne entre deux eaux à la profondeur convenable. Le crapaud qui sert à ancrer la mine a souvent la forme d'une caisse, qui s'enfonce dans le fond généralement vaseux (embouchure de fleuves, proximité de rades, de ports, etc.). Souvent ce crapaud a des bras qui se rabattent une fois la mine larguée, ce qui améliore l'ancrage. Son poids est d'environ 400 à 500 kg ; il est lancé à la mer avec la mine proprement dite et ne s'en détache qu'après, l'orin se déroulant de la longueur nécessaire pour maintenir automatiquement la mine à l'immersion voulue, soit par réglage hydrostatique (fig. 3), soit par le procédé du plomb de sonde (fig. 4). Ces mines sont appelées « mines automatiques » par abréviation de « mines à immersion automatique ». Le procédé plus rudimentaire, qui consiste à se passer des réglages précédents et à mouiller les mines avec

une longueur d'orin calculée d'après les fonds, a l'inconvénient de n'être pas précis, car, au cours d'opérations de mouillages, on ne connaît jamais très exactement les fonds (1).

Il existe d'autres mines de choc, beaucoup moins répandues, ce sont les mines à filets, qui n'ont pas le même système de mouillage que les mines à orin. Elles reposent sur le fond ou sont amarrées à un filet de barrage et sont reliées à ce filet par un orin. Si un sous-marin enfonce le filet il y a, par suite du raidissement des mailles de ce dernier, déroulement du touret sur lequel est enroulé l'orin à l'intérieur de la mine, ce qui provoque la mise de feu de la charge explosive (fig. 5).

Les mines dérivantes sont encore une espèce de mines à choc. Parmi celles-ci, à fleur d'eau, on peut citer les mines à flotteur (fig. 6) et les mines à hélices mues par accumulateurs. Ces mines étant relativement peu employées nous ne nous attarderons pas à les décrire. Nous les signalons seulement pour montrer en passant au lecteur la grande diversité de types de mines existants, et encore ne parlons-nous pas de mines à diaphragme, à béquilles, etc., qui font toujours partie de la sous-catégorie des mines à chocs.

Une deuxième sous-catégorie de mines à contact est celle des mines à antennes flottantes (fig. 7). Ces mines, de forme généralement sphérique (et qui peuvent avoir également des cornes) sont reliées à des flotteurs par un fil de cuivre. Lorsque la coque en acier d'un bateau touche un des flotteurs, il y a, à travers l'eau salée de la mer, la mine et le fil de cuivre, passage d'un courant électrique par effet de pile. Ce courant provoque l'explosion de la charge explosive. Ces mines, qui ont été réalisées par les marines anglaise et américaine en 1914-1918, ont l'avantage d'être difficiles à repérer par l'observation, car elles sont immergées par grande profondeur.

Enfin une troisième sous-catégorie est celle des mines à traction (fig. 8). Des fils flottants, tenus et reliés à une mine reposant généralement sur le fond, provoquent l'explosion de cette dernière lorsqu'ils subissent une traction sous l'effet de l'erre d'un bateau. Ces mines, de principe très rudimentaire et qui ont par suite l'avantage d'être rapidement construites, ont

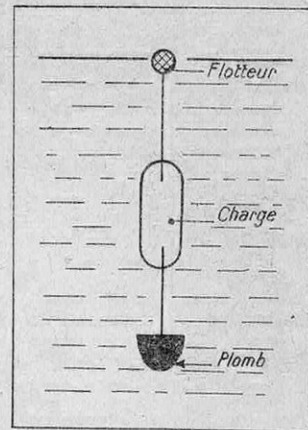


FIG. 6. — SCHÉMA D'UNE MINE ITALIENNE A FLOTTEUR

(1) Ce contact s'établit soit par traction de l'orin (voir plus loin) soit par système hydrostatique, soit par dissolution d'un sel par l'eau de mer, soit par déverrouillage à minuterie. Les deux premiers systèmes sont conformes aux conventions de La Haye du 18 octobre 1907, qui veulent que la mine soit rendue inoffensive lorsqu'elle remonte à la surface et part à la dérive, lorsque son orin s'est brisé (accidentellement ou par dragage). Les Allemands n'ont pas respecté cette loi de guerre et se sont arrangés pour que leurs mines dérivantes restent armées.

(2) On appelle orin un câble métallique souple de petite section (quelques millimètres de diamètre) servant à joindre un objet flottant, tel que bouée, mine, etc., à une masse de fer appelée crapaud, ou gueuse, ou à tout autre dispositif d'ancrage.

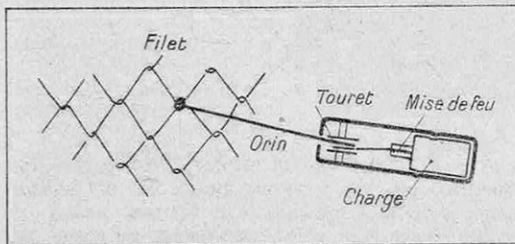


FIG. 5. — SCHÉMA D'UNE MINE A FILET

Amarrées à un filet de barrage, ces mines sont mises à feu par la tension qu'éprouve l'orin lorsqu'un sous-marin enfonce le filet.

(1) Dans tous ces procédés, la prise d'immersion est définitive. Elle ne varie pas avec la marée. Il faut donc généralement mouiller les mines à quelques mètres au-dessous du niveau des plus basses mers afin qu'elles ne soient jamais réparables. Ceci a pour conséquence de rendre les mines inoffensives aux pleines mers, sauf pour les bateaux de très fort tonnage.

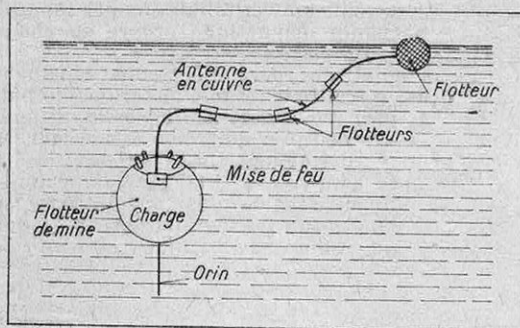


FIG. 7. — SCHÉMA D'UNE MINE A ANTENNE FLOTTANTE

La mine, l'antenne en cuivre et la coque du navire qui vient toucher cette dernière forment les éléments d'une pile, dont le courant actionne la mise de feu de l'engin.

été utilisées par les Allemands sur les côtes de France et par les Japonais.

Signalons en terminant ce chapitre le système des mines ventouses posées sous la coque des bâtiments au mouillage par un scaphandrier amené sur les lieux en sous-marin.

### Les mines à influence

Ce sont des mines dont l'explosion est provoquée par une action exercée à distance par le bateau et due, par exemple, à son magnétisme, au bruit de ses hélices, à l'onde de pression qu'il propage sur le fond, etc. On distingue ainsi, dans l'ordre d'apparition et de complexité croissante : les mines magnétiques acoustiques, à dépression et combinées.

C'est la mine magnétique simple qui fut la première mine à influence. Avant 1939 n'était utilisée que la mine ordinaire, la mine de contact. Brusquement, en novembre 1939, des cargos alliés sautèrent dans des chenaux de sécurité dragués en permanence avec les méthodes en usage à cette époque. D'ailleurs l'explosion présentait de grandes différences avec les explosions contre les mines ordinaires à contact. Alors que celles-ci occasionnent des avaries locales (le plus souvent à l'avant du bateau), ces mines provoquaient des avaries beaucoup plus graves, car le bateau était touché dans son milieu et était soulevé hors de l'eau (1).

On se rendit compte qu'une nouvelle arme avait fait son apparition à d'autres indices, tels que l'absence de flamme et d'odeur de fumée, le bruit sourd de l'explosion, la non-simultanéité de la gerbe et de la détonation. Très vite, les Alliés eurent le secret de la nouvelle arme, grâce à un officier anglais qui parvint à démonter une mine magnétique allemande échouée sur les bords de la Tamise.

Ce genre de mine explosant par simple influence, il était possible de la faire reposer sur le fond au lieu d'être obligé de la faire flotter entre deux eaux (2). Une masse d'explosif deux fois plus considérable que dans les mines flot-

(1) Une grande proportion des victimes de mines à influence ont les jambes brisées par ce soulèvement.

(2) Il existe cependant quelques types de mines à influence à orin (fig. 19 et 20). Elles sont alors souvent sphériques, alors que les mines de fond sont cylindriques (fig. 21 et 22).

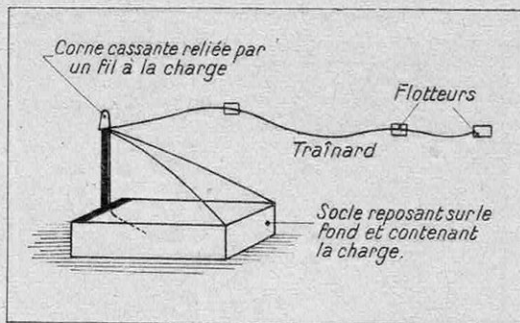


FIG. 8. — SCHÉMA D'UNE MINE COTIÈRE ALLEMANDE A TRAINARD

Ce type de mine a été utilisé par les Allemands contre le débarquement. Elle se mouille par très petits fonds. Lorsqu'il y a traction du trainard par un bateau, la corne se casse, du bichromate se répand dans le circuit d'une pile, d'où mise à feu de la charge.

tantes pouvait donc être logée dans la mine magnétique, ce qui compensait le fait que la mine explosait à plusieurs mètres sous les quilles des bateaux au lieu d'exploser à leur contact ; mais le grand avantage des mines de fond à influence est qu'elles sont invisibles et indragables par le procédé de la drague ordinaire à fil d'acier.

Les Alliés ne tardèrent pas à utiliser en grand nombre les mines à influence, et ce sont presque uniquement de tels engins qu'ils ont mouillés par avion sur nos côtes pendant l'occupation.

Le mécanisme de la mine magnétique simple est déjà compliqué. Nous allons le décrire succinctement. Nous ne ferons qu'énoncer les principes des autres mines à influence qui sont toutes encore plus compliquées.

Avant de parler du mécanisme de la mine magnétique, il est indispensable de dire quelques mots des propriétés magnétiques des bateaux en fer. On sait qu'une aiguille aimantée tend à s'orienter suivant la direction locale des lignes de force du champ magnétique. L'aiguille aimantée des boussoles, qui n'est libre que dans un plan horizontal, s'oriente suivant la projection de ces lignes sur ce plan. Une aiguille absolument libre autour de son point de suspension s'orienterait exactement suivant leur direction, généralement inclinée sur l'horizontale.

En un lieu déterminé de la Terre, ces lignes de force sont sensiblement parallèles entre elles comme l'indique la figure 11. On dit alors que le champ est uniforme à cet endroit. La présence d'une masse de fer, comme celle d'un bateau (coque, machine, etc.) perturbe dans l'espace avoisinant la distribution des lignes de force du champ magnétique. C'est cette perturbation que met à profit le principe des mines magnétiques.

Etudions la question d'un peu plus près. Nous nous trouvons en présence de deux phénomènes superposés : le premier est le *magnétisme induit* dans la masse de fer du bateau. Il traduit la concentration des lignes de force du champ terrestre dans une masse de fer doux et est cause que cette masse dévie l'aiguille aimantée d'une boussole dans sa direction. Le deuxième facteur est le *magnétisme permanent* du bateau. On sait que certaines espèces de fer

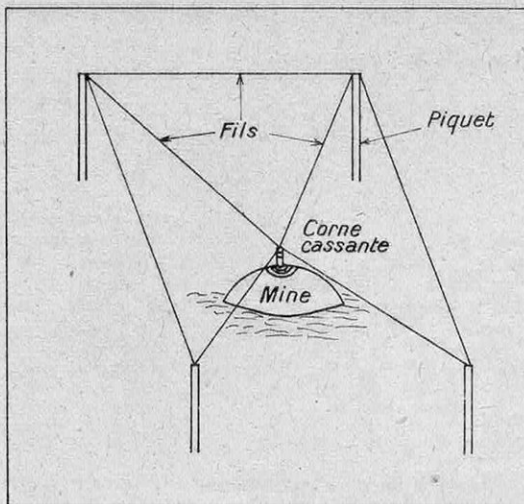


FIG. 9. — SCHÉMA D'UNE MINE COTIÈRE JAPONAISE  
 Cette mine fonctionne suivant le même principe que la mine allemande de la figure 8.

(fers durs) conservent trace du magnétisme du milieu où ils ont séjourné. Ainsi, un bateau de fer conserve le magnétisme qu'il a acquis pendant sa construction par exemple, c'est-à-dire

qu'il est devenu un véritable aimant, superposant son champ magnétique propre au champ magnétique terrestre.

Ce magnétisme permanent (ou rémanent) constitue en réalité le résumé historique du bâtiment. Il n'est pas constant à l'échelle du mois. Il l'est à très peu près dans une même journée. On peut y distinguer trois composantes : la composante verticale est la plus importante, car les bateaux sont le plus souvent traversés toujours dans le même sens par la composante verticale du champ magnétique terrestre ; les composantes horizontales, longitudinale (dans le sens de l'axe du bateau) et transversale (perpendiculaire à cet axe) sont moins importantes, car le cap du bateau varie essentiellement, mais, pour une raison évidente de forme du bateau, la composante longitudinale est plus importante que la composante transversale.

### Le système sensible de la mine magnétique simple

La mine magnétique comporte un système sensible dont l'organe essentiel est une aiguille aimantée. Dans les mines allemandes, l'aiguille est mobile autour de son centre dans un plan vertical (sensible à la composante verticale du champ terrestre). On distingue d'ailleurs les mines « rouges », dirigées contre les bateaux ayant un pôle Nord vers le bas, et les mines « bleues », dirigées contre les bateaux ayant un pôle Sud vers le bas, et enfin les mines bipolaires dirigées contre tous les bâtiments. Dans

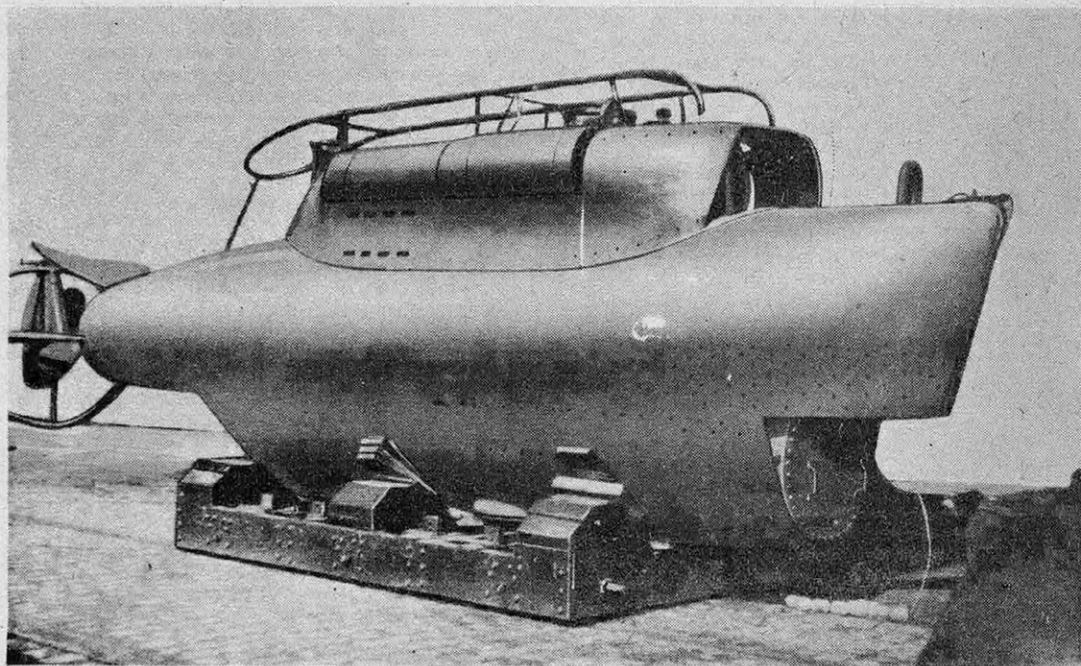


FIG. 10. — SOUS-MARIN DE POCHE ITALIEN POUR LA POSE DE MINES-VENTOUSES

Cette photographie représente un sous-marin de poche italien de 14 tonnes de déplacement, ayant pris effectivement la mer et capturé à la Libération. Il était armé par trois hommes : un officier, un gradé mécanicien et un scaphandrier. Comme ce sous-marin mesure 9,20 m de long, 2,80 m de haut, 2,05 m de large, on juge du peu de confort dont jouissait l'équipage à bord. L'armement de ce sous-marin consiste uniquement en 5 mines-ventouses que l'on aperçoit sous la forme de cylindres à la partie supérieure. Le scaphandrier allait les poser sous la coque de navires mouillés, où elles explosaient ultérieurement. Il devait, pour sortir du sous-marin, passer dans un sas que l'on aperçoit en dessous de la coque du sous-marin. On devine à quel point ces missions étaient pénibles et dangereuses.

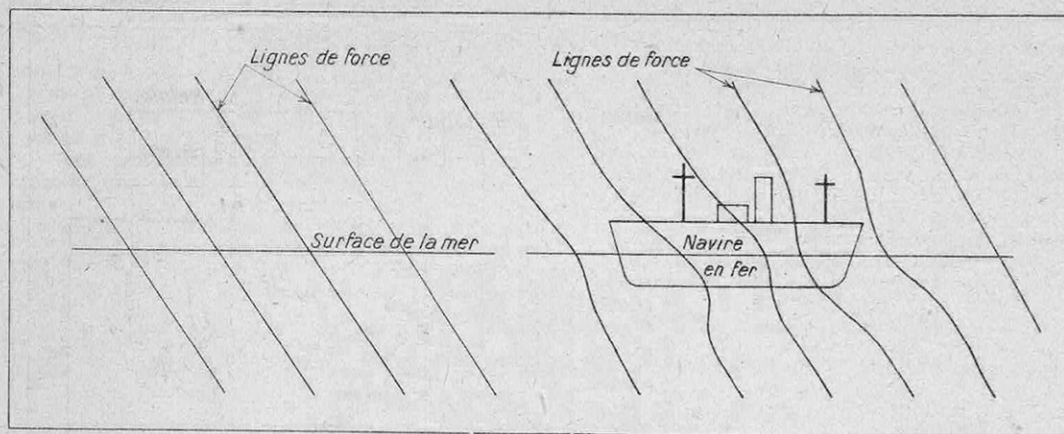


FIG. 11. — LES LIGNES DE FORCE DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE ET LEUR DÉFORMATION PAR LA MASSE MÉTALLIQUE D'UN NAVIRE

les mines anglaises, le dispositif sensible est un solénoïde à axe horizontal. Il est sensible aux variations de la composante horizontale du champ terrestre (basé sur le principe de l'induction). Certaines mines anglaises doivent subir des variations de champ de sens successivement contraires pour exploser. Elles ne sont ainsi sensibles qu'à une certaine « signature magnétique » des bâtiments et sont indragables.

Décrivons le système sensible d'une mine allemande « rouge ». Il en existe de différents types. Le plus simple ne comporte pas de réglage automatique de la sensibilité. L'aiguille, sous l'action d'un champ perturbateur de grandeur égale à la sensibilité exigée, doit établir un contact qui ferme le circuit d'alimentation du détonateur. La position de ce contact doit donc être réglée par rapport à la position d'équilibre de l'aiguille sous l'influence du seul champ terrestre ; il faut donc connaître cette position. Il est par suite nécessaire, pour ces mines sans réglage automatique, de connaître, à la sensibilité près, c'est-à-dire à quelques centigauss (1) près, la composante verticale du champ terrestre du lieu où sera mouillée la mine, ce qui n'est pas le cas généralement. Aussi a-t-on doté la plupart des mines de systèmes à réglage automatique de la sensibilité. Le mécanisme sensible d'une telle mine est schématisé sur la figure 12.

### La mise de feu différée

Dans presque tous les modèles de mines, le détonateur n'est pas mis en circuit fermé avec la pile à la première influence. Il n'y est mis qu'au bout d'un certain nombre d'influences. On arrive à ce résultat en utilisant un mécanisme supplémentaire, le combinateur de mise de feu différé, appelé P. D. M. (Period Delay Mechanism) chez les Alliés, et Z. K. (Zeit Kontrol) chez les Allemands. Le combinateur est un commutateur à retardement périodique dont la figure 16 donne le schéma de principe.

(1) Le gauss est l'unité de champ magnétique. C'est, par définition, le champ qui régnait dans une bobine assez longue pour que l'effet des extrémités soit négligeable, lorsqu'elle est parcourue par un ampère et qu'elle comporte 8 spires tous les 10 cm. Le champ magnétique terrestre est de l'ordre de 0,5 gauss.

### Les mines acoustiques

Le principe des mines acoustiques repose sur le fait qu'un navire en mouvement produit un « bruit » dans l'eau. On sait qu'un bruit est différent d'un son musical. Ce dernier ne comporte qu'une fréquence déterminée et ses harmoniques, alors qu'un bruit comprend toute une gamme de fréquences plus ou moins large. Une mine acoustique pure comporte donc un microphone à poudre de graphite dont la période propre de vibration de l'armature motrice est réglable sur les fréquences à enregistrer.

Ce microphone est polarisé en permanence, par une pile d'une dizaine de volts, dès que la mine est mouillée à l'immersion voulue et parée à être dangereuse par son mécanisme de retard hydrostatique.

La polarisation consomme une dizaine de milliampères en permanence.

Les vibrations électriques engendrées dans le circuit par l'arrivée sur le microphone d'un bruit qui en fait varier la résistance sont transmises au secondaire d'un transformateur élévateur, filtrées et détectées par un redresseur à oxyde de cuivre, de manière à pouvoir actionner un relais qui met une pile en circuit avec le détonateur. Ce sont encore des combinaisons de relais de sensibilités différentes qui sont utilisées, afin de rendre la mine sensible à des bruits obéissant à des lois variables de croissance en intensité. Comme dans les mines magnétiques, il existe généralement dans les mines acoustiques un combinateur de mise de feu différée.

On remarquera qu'il n'y a aucune amplification par amplificateur à lampe dans les mines acoustiques pures. Leur sensibilité n'est pas très grande de façon qu'elles ne sautent pas inopportunément.

La sélectivité des mines acoustiques est variable. Elle dépend du microphone, réglable comme on l'a vu, et du filtre qui lui est adjoint, lequel est généralement un filtre passe-bas ordinaire (1) de manière à ne faire répondre le

(1) Un filtre passe-bas est une combinaison de selfs et de capacités qui arrête pratiquement toutes les fréquences supérieures à une fréquence donnée (voir : « La téléphonie par courants porteurs », *Science et Vie* n° 160, octobre 1930).



système qu'à des fréquences inférieures à 400 périodes par seconde, dans un but anti-dragage.

Il existe des mines à « basse fréquence » dites encore « mines subsoniques » où, en plus du circuit acoustique normal, existe un système qui ne répond qu'aux sons de très basse fréquence. Le système acoustique normal provoque l'armement de ce deuxième système et la mine saute quand les deux bruits agissent en même temps. On peut aussi se fonder sur une autre qualité que la fréquence, par exemple sur l'intensité du son. C'est ainsi que certaines mines dites « coriaces » (en anglais *coarse*) sont rendues volontairement très peu sensibles. Elles sont insensibles aux bruits produits par les bateaux ordinaires. Par contre, elles explosent sous les dragueurs qui produisent avec des marteaux des bruits intenses pour draguer les mines acoustiques ordinaires. Elles explosent également sous les bateaux de gros tonnages ou rapides. Pour obvier au dragage, on a également imaginé des mines acoustiques qui, au lieu de sauter sous les dragueurs, sont insensibles au dragage acoustique. Il s'agit des mines à renforcement de son. Ce type de mine n'explose que sous l'influence d'un son d'intensité rapidement croissante, comme cela a lieu au passage d'un bateau ordinaire. Le bruit continu d'une drague acoustique rend la mine passive pendant une courte période par déclenchement d'un système de sécurité à minuterie. Ces mines à renforcement comportent des systèmes de relais assez complexes.

**Les mines à dépression**

Le principe des mines à dépression (1) est le suivant :

Lorsqu'un bateau navigue dans des eaux peu profondes, il crée sur le fond une sorte de houle, c'est-à-dire qu'en chaque point du fond la pression hydrostatique varie (brusque abaissement) suivant une certaine loi qui dépend de la vitesse du bateau, de son tirant d'eau, de la profondeur, etc.

La mine à dépression est construite pour enregistrer cette variation de la pression hydrostatique de la façon qu'indique le schéma de la figure 17. L'organe sensible est le relais à dépression qui a la forme d'un microphone sous-marin (diamètre d'une vingtaine de centimètres). Il comprend une capsule déformable et un ballast rigide à l'intérieur duquel est une membrane métallique élastique qui ferme un contact C sous l'influence d'une dépression du milieu extérieur. Ce contact arme un électroaimant qui ferme le circuit sensible secondaire.

Ce type de mines à dépression, qui est une invention allemande, est toujours utilisé en liaison avec un système acoustique ou magnétique, car des mines à dépression pures seraient trop sensibles aux mouvements de la mer, tels que la houle. C'est ainsi qu'il existe des mines magnétiques à dépression et des mines acoustiques à dépression où les deux phénomènes magnétique ou acoustique et hydrostatique doivent intervenir en même temps ou à un faible intervalle de temps (relais intermédiaire non figuré sur le schéma de la figure), l'un pour armer, l'autre pour déclencher la mise de feu.

(1) Quelquefois improprement appelées « mines à pression ». Elles sont appelées par les Anglais « oysters mines » (mines huîtres) par suite de l'analogie des mouvements de leur valve avec les mouvements de suction des huîtres.

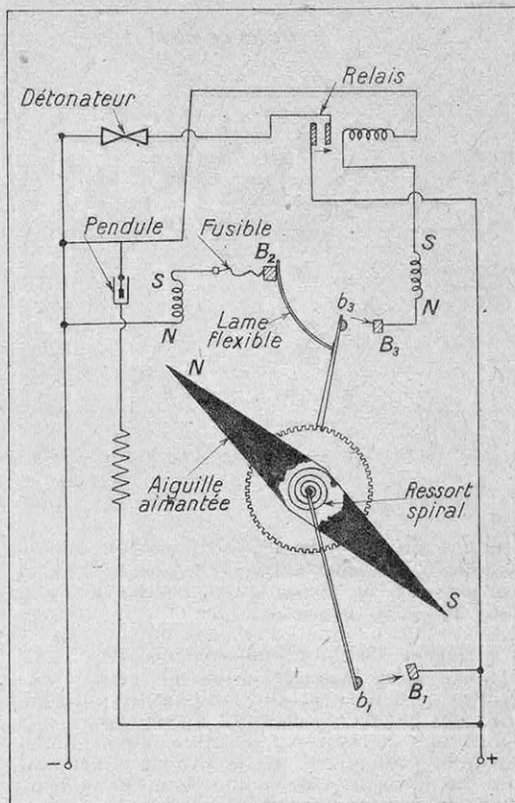


FIG. 12. — SCHEMA DE PRINCIPE DU MECANISME D'UNE MINE MAGNETIQUE A REGLAGE AUTOMATIQUE

Un certain temps après l'immersion de la mine, la pile d'alimentation est branchée aux bornes + et -, un fusible non figuré libère l'aimant et démarre le mécanisme de réglage automatique de sensibilité que la nomenclature alliée désigne sous le nom de A. L. A. (Automatic Latitude Adjustment). Il comporte un mouvement d'horlogerie qui fait tourner lentement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre le point de fixation d'un spiral solidaire de l'aiguille aimantée. A chaque position de ce mouvement lent, l'aiguille a une position d'équilibre sous l'action de deux couples antagonistes, l'un dû au ressort, l'autre au champ magnétique terrestre. Il s'effectue ainsi une véritable « pesée » du champ magnétique terrestre, de plus en plus précise, jusqu'au moment où le mouvement, qui dure plusieurs secondes, établit le contact b<sub>1</sub> B<sub>1</sub> (le bras b<sub>1</sub> est solidaire de l'aiguille). Le circuit de la pile se trouve ainsi fermé à travers l'axe de l'aiguille, la lame flexible, le contact B<sub>2</sub> et le fusible. Ce dernier fond, et le mouvement d'horlogerie entraîne alors l'axe de l'aiguille, avec lequel le bras b<sub>3</sub> est rendu solidaire par un cliquet, dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que soit fermé le contact b<sub>3</sub> B<sub>3</sub>. L'angle dont le système a tourné alors correspond à la sensibilité de la mine, c'est-à-dire que, sous l'action d'un champ magnétique perturbateur de grandeur égale à la sensibilité, l'aiguille aimantée rétablit le contact b<sub>1</sub> B<sub>1</sub> (le contact b<sub>3</sub> B<sub>3</sub> restant toujours fermé), lequel ferme le circuit du relais sur la pile. Ce relais, dont le rôle est de n'exciter le détonateur que pour une influence de durée suffisamment longue (deux secondes environ), ferme le circuit de mise de feu. Tout l'ensemble du mécanisme est suspendu à la cardan. Pour assurer la sécurité du mouvement de la « pesée » du champ magnétique, un pendule suspendu à l'intérieur d'un tube métallique est placé en dérivation, interdisant le fonctionnement du mécanisme de réglage lorsque l'inclinaison dépasse un demi-degré. Les enroulements figurés sur la figure sont des bobines de collage.

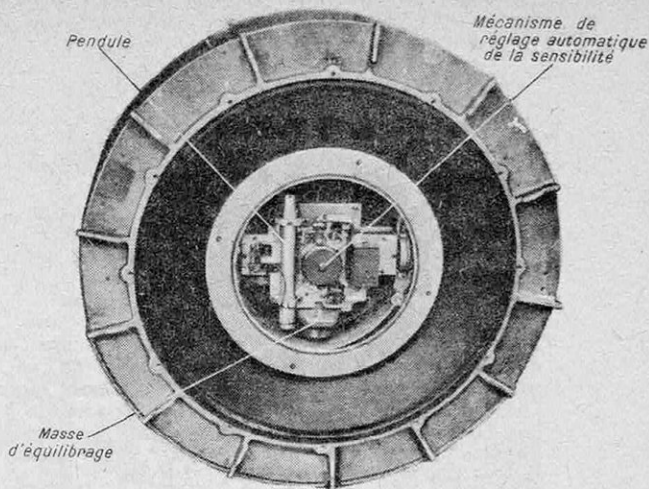
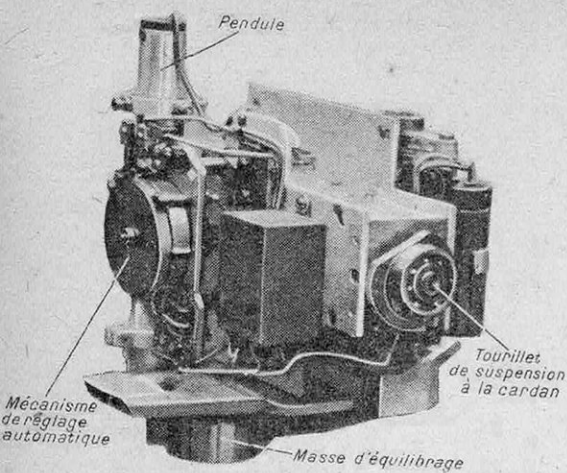


FIG. 13 ET 14. — ÉLÉMENT SENSIBLE D'UNE MINE MAGNÉTIQUE ALLEMANDE

La couronne noire est en caoutchouc pour amortir les chocs lors du parachutage. L'élément sensible est suspendu au centre, à la cardan.

Nous en arrivons à parler des mines combinées qui sont les mines les plus répandues : les mines magnéto-acoustiques.

### Les mines magnéto-acoustiques

Un système magnétique ultrasensible arme un système acoustique pendant une période d'une quinzaine à une quarantaine de secondes environ, suivant les types, dès qu'une influence magnétique se fait sentir. Si aucune influence sonore ne s'exerce, tout revient au repos. Si un bruit est perçu par le microphone pendant ces trente secondes (et la simultanéité de ces deux phénomènes, magnétique et sonore, est caractéristique de la présence d'un bateau), le système acoustique provoque la mise de feu et la mine saute. On voit donc que l'on peut donner à ce type de mine une sensibilité très grande sans rencontrer le risque de faire sauter inopportu- nement la mine.

Le système magnéto-acoustique est plus sensible que celui des mines acoustiques pures. A cet effet, un amplificateur à lampes est incorporé dans le circuit secondaire. Dans les mines allemandes, cet amplificateur comporte une seule lampe pentode miniature, chauffée par une batterie de 15 volts et débitant 50 milliampères. La tension anodique, de 200 volts environ, est fournie par une batterie spéciale qui débite au maximum 500 microampères (fig. 18).

Le type que nous venons de voir est celui à *coïncidences*. Des perfectionnements (sans parler de combinateurs de mise de feu différée et des mécanismes de retard habituels) ont été apportés aussi aux mines magnéto-acoustiques pour les rendre indragables et très dangereuses.

Dans les mines magnéto-acoustiques à *renforcement de son*, la mine ne saute que si le bruit croît assez rapidement ; plus exactement la mine saute lorsque le bruit atteint une valeur triple de celle qu'il avait au moment où le système magnétique a armé le système acoustique (ce qui ne se produit pas avec les dragueurs).

Les mines magnéto-acoustiques à *recouvrement* diffèrent des mines « à coïncidences » par le fait qu'il ne faut pas, dans ce nouveau type de mine, que l'influence acoustique se fasse sentir un temps appréciable avant l'influence magnétique pour que la mine explose (ou *vice versa*).

Les mines à *séquence* sont destinées à n'explorer que lorsque deux influences magnéto-acoustiques se succèdent au bout d'un certain temps. Ainsi les mines ne sautent pas sur le premier bateau d'un convoi, mais sautent sur le deuxième. Elles échappent ainsi au dragage normal qui ne produit qu'une seule influence. Ces mines peuvent être d'ailleurs munies du combinateur de retard décrit précédemment. Dans ce cas, elles ne sautent qu'au quatrième, sixième, huitième, etc., bateau du convoi qui passe au-dessus d'elles.

En terminant cet exposé général des mines à influence, signalons que les Allemands ont dû mettre au point, dans les tout derniers moments de la guerre, des mines à mise de feu optique et peut-être aussi des mines à système acoustique ultrasonore. Ceci nous laisse entrevoir toutes les possibilités qui s'offriraient encore aux recherches pourtant déjà poussées, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte.

### Dispositifs communs à tous les types de mines à influence

#### Dispositif de mise de feu

Il est constitué par une étoupille (détonateur) et une boîte d'amorce. L'étoupille est la plupart du temps électrique. Un court et gros fil de cuivre met le feu par son échauffement (quand il est mis en circuit avec la pile) à une capsule de fulminate qui fait exploser une substance détonante environnante. Une boîte d'amorce est projetée contre le détonateur après largage d'une fourchette de sécurité au moment de la mise à l'eau de la mine. C'est elle qui communique l'explosion à la charge principale. Tout ce dispositif de mise de feu est généralement contenu dans une même cavité cylindrique qui traverse la mine de part en part dans le sens diamétral pour les mines cylindriques (fig. 19).

#### Mouvement d'horlogerie d'armement

Son rôle est de ne rendre la mine offensive qu'au bout d'un délai réglable de plusieurs heures ou même plusieurs jours, afin que la mine soit indragable momentanément si son

mouillage a été repéré par l'ennemi. Les eaux sont ainsi rendues dangereuses ou même interdites à la navigation, l'ennemi ne connaissant pas le délai.

Ce mécanisme, sur lequel nous ne nous appesantirons pas, comporte une grosse horloge fonctionnant en minuterie démarrant sous influence hydrostatique.

*Dispositif retardateur de mise de feu*

Ce dispositif a pour but de retarder le fonctionnement de la mine afin de ne la faire exploser que si l'influence dure suffisamment longtemps (antidragage). Son action s'ajoute en somme à celle des relais des mécanismes sensibles.

*Sécurité de mise de feu intempestive ou mouvement d'horlogerie de contrôle*

Il est mis en route pour une période de dix heures environ au bout de la période de réglage du mouvement d'horlogerie d'armement. Il a pour objet de saborder la mine au moyen d'une charge de submersion dans l'éventualité d'un armement intempestif du détonateur (non étanchéité par exemple) ou de mauvaise immersion par suite d'erreur dans le réglage de cette immersion, ou de mauvaise condition de marée ou de temps, éventualités qui provoqueraient la découverte du champ de mines par l'explosion de l'une d'elles.

Ce dispositif, qui ne se rencontre que sur les mines à orin, fait donc couler les mines défectueuses ou mal mouillées.

*Mécanisme de désarmement*

Il peut y avoir intérêt à ne rendre une mine offensive qu'un laps de temps déterminé. Des mouvements d'horlogerie à quatre-vingts et deux cents jours existent qui provoquent le court-circuitage de la batterie au bout de ce temps.

*Mécanisme d'autodestruction ou sabordage*

Il est nécessaire, soit de saborder la mine dans le cas d'une mine à orin, soit de la faire exploser dans le cas d'une mine de fond, lorsque son immersion est insuffisante et risque de la faire découvrir. On atteint ce résultat en dotant la mine d'un système hydrostatique.

*Fusée-bombe*

C'est un mécanisme destiné à faire exploser la mine si elle tombe à terre ou en eau peu profonde, par suite d'une erreur de parachutage.

**Pièges**

Enfin les mines sont souvent grées avec des pièges dont le but est de faire sauter la mine lorsqu'on essaye de la désamorcer et de la démonter.

La première des choses à faire lorsqu'on veut rendre une mine inoffensive à terre est de dévisser son détonateur, ensuite d'isoler le mouvement d'horlogerie, enfin de retirer son mécanisme sensible.

Or il existe des pièges provoquant l'explosion de la mine lorsqu'on essaye de procéder à ces opérations. Un de ces dispositifs est le suivant : un fil, par sa tension provoquée par ces manœuvres de dévissage, ferme un interrupteur placé dans le circuit auxiliaire de la mise de feu (la charge du piège est souvent différente d'ailleurs de celle de la mise de feu).

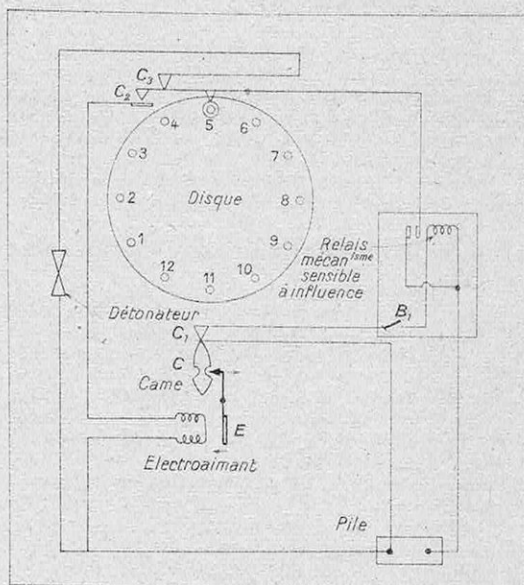
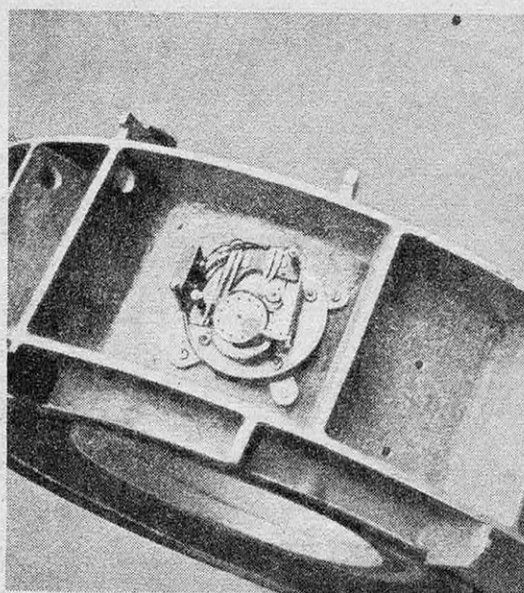


FIG. 15 ET 16. — SCHÉMA DE PRINCIPE ET VUE D'UN COMBINATEUR DE MISE DE FEU DIFFÉRÉ

On retrouve sur ce schéma le mécanisme sensible de la figure 12, avec son relais et son contact B<sub>1</sub>. Au repos, les contacts C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> sont fermés. Lors d'une influence, B<sub>1</sub> se ferme, le relais entre en jeu, et la palette E, attirée par l'électroaimant, dégage la came C qui effectue un demi-tour avant d'être bloquée à nouveau. Ce demi-tour correspond à une rotation de un cran du disque et dure 120 secondes environ. Ainsi les influences magnétiques doivent-elles se suivre à plus de deux minutes d'intervalle pour provoquer la rotation du disque du combinateur. On remarquera que, dès que la came C commence son mouvement, le contact C<sub>1</sub> s'ouvre, ce qui économise la pile. Au bout du nombre voulu d'influences (ici cinq), une fiche amovible que l'on aura placée sur le cran convenable assure l'ouverture du contact C<sub>2</sub>, ce qui verrouille la came C et bloque le mécanisme, en même temps que la fermeture de C<sub>1</sub> qui met le détonateur en série avec la pile.

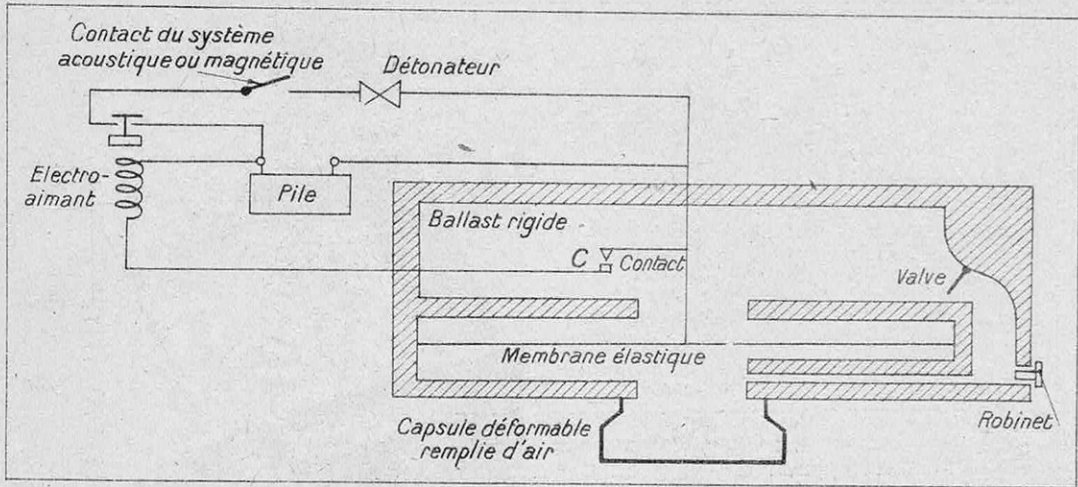


FIG. 17. — SCHÉMA DE PRINCIPE DU MÉCANISME D'UNE MINE A DÉPRESSION

La capsule, remplie d'air par le robinet de droite, se déforme sous l'effet des variations de pression et établit le contact C. L'électroaimant est ainsi excité et ferme le circuit de mise de feu. Le détonateur est excité lorsque cette fermeture coïncide avec celle du contact commandé par le système acoustique ou magnétique dont sont aussi munies les mines à dépression. La valve empêche le retour de l'air du ballast à la capsule.

Le désarmement du piège est obtenu en coupant à un endroit déterminé le circuit de la charge du piège. Il existe également des pièges à cellules photoélectriques avec lesquels la mine saute au moment où la main de l'opérateur se hasarde à son intérieur.

Tout ceci donne une idée des perfectionnements diaboliques dont les mines ont été dotées.

### Le rôle de l'invention dans la guerre des mines

Après avoir passé en revue les différentes mines existantes, signalons maintenant par ordre d'importance les qualités à requérir par une mine.

Elles doivent d'abord être efficaces contre les types de bâtiments ennemis visés, ensuite être difficilement dragables ou repérables et résister aux effets de la mer et du temps (vieillessement), et enfin ne pas être trop dangereuses à manipuler.

L'efficacité est évidemment fonction croissante de la charge de poudre, de l'allongement des antennes ou cornes, de la sensibilité du système à l'influence, de l'immersion. La résistance des mines aux dragages est fonction surtout de l'intelligence déployée par les inventeurs dans le procédé de mise de feu. Nous avons vu toute la gamme des astuces utilisées dans la construction des mines à influence, les seules qui offrent des difficultés sérieuses de dragage. Il importe surtout que les procédés employés soient divers, et l'expérience a montré qu'il est de beaucoup préférable de rechercher l'efficacité dans la multiplicité des moyens, que de la mise au point d'un procédé unique (ce qui n'est pas toujours le cas pour les autres armes).

La résistance à la mer est fonction croissante de la résistance de l'orin (1), laquelle est fonction

(1) On munit dans ce but les orins de *dash pots*, sortes de freins destinés à absorber les chocs à l'immersion et ceux résultant des mouvements de la mer.

décroissante de la charge d'explosif : ainsi, dans les parages où la mer est fréquemment dure, on mouillera des mines à charge de poudre réduite. Le commandement préférera même souvent ne pas mouiller des mines dans des régions où leur présence serait utile, mais leur tenue mauvaise, dans la crainte que ces mines ne viennent infester les régions à maintenir ouvertes à la navigation.

### Le mouillage des mines sous-marines

Si l'étude des différents types de mines est complexe par suite de la diversité même de ces types, l'étude du mouillage des mines n'est pas moins délicate.

Pour les mines à orins (c'est-à-dire dans la majorité des cas pour les mines à contact), le problème le plus difficile à résoudre est celui de l'immersion qui doit être définie à 1 m près généralement. Si la mer est calme, sans courant, sans marée, le problème est facile à résoudre. Il se complique énormément lorsqu'il y a courant et marée.

Réolvons les difficultés une à une et voyons comment on doit s'y prendre s'il y a marée sans courant appréciable. Il est évident que, pour commettre le moins d'erreur possible, il faut mouiller la mine à une heure de la marée où la hauteur d'eau varie lentement, donc aux heures de pleine mer et basse mer.

Il faut bien voir en effet qu'il est d'autant plus nécessaire de mouiller les mines à des moments où la courbe de marée a une pente faible que le mécanisme d'immersion de ces mines est moins bien connu. Prenons le cas, par exemple, du procédé de déclenchement d'immersion par dissolution d'un sel. Ce sel, qui déclenche la remontée du flotteur, se dissout dans un temps compris entre une heure et une heure et demie. Ces trente minutes d'erreur possible correspondent à une variation de hauteur de l'ordre du mètre à mi-marée dans nos contrées.

Si maintenant il y a du courant, l'effet de celui-ci sera de donner à la mine une « surimmersion »

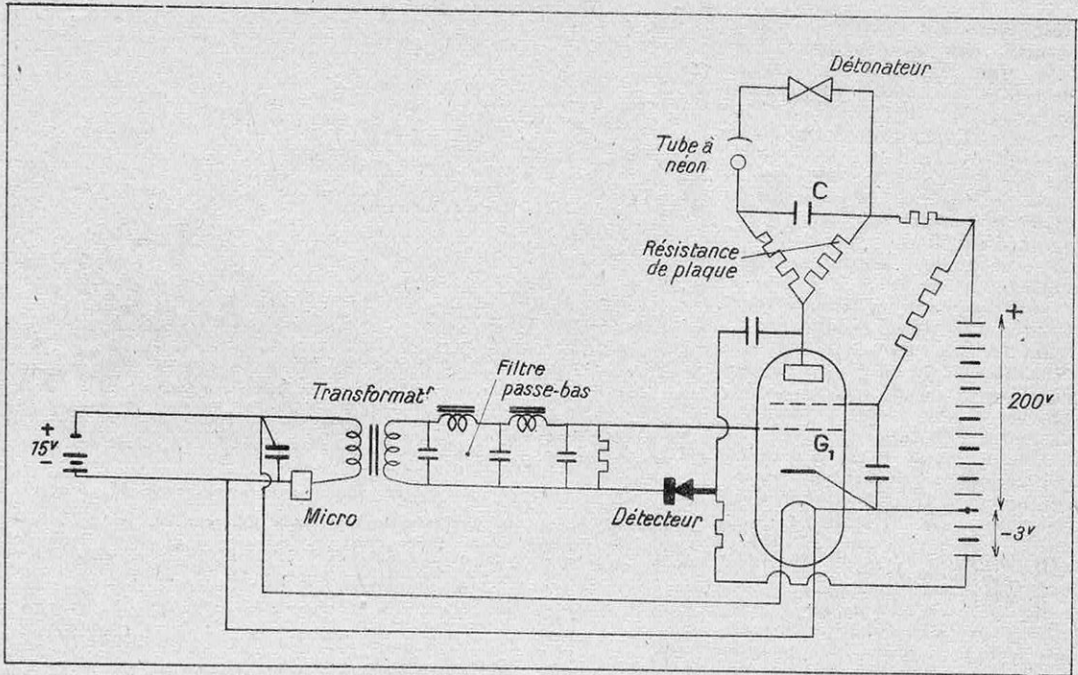


FIG. 18. — SCHEMA DE LA PARTIE ACOUSTIQUE D'UNE MINE MAGNÉTO-ACOUSTIQUE ALLEMANDE

Le courant microphonique induit dans le secondaire du transformateur une tension oscillante sur la grille  $G_1$  de la lampe amplificatrice qui donne naissance à des oscillations du courant plaque. Ces oscillations sont détectées par le détecteur à oxyde de cuivre, de telle sorte qu'on réintroduit sur la grille  $G_1$  uniquement les alternances positives des oscillations. Une espèce d'amplification par réaction se produit. Le courant plaque augmente et par suite la tension plaque diminue. Le condensateur C se charge donc et, lorsque sa tension a atteint une valeur positive d'une certaine de volts, il se décharge à travers le tube à néon et le détonateur.

en inclinant son orin. On construira donc à partir de la courbe de marée et de la courbe de surimmersion (laquelle est déduite de la courbe de vitesse du courant), la courbe de surimmersion totale, et c'est à une heure où cette dernière courbe présente un coefficient angulaire faible qu'il faudra mouiller les mines et régler l'hydrostat sur l'immersion donnée à cette heure par la courbe de surimmersion totale.

Pour les mines à influence qui sont généralement des mines de fond, le problème le plus délicat à résoudre est de les mouiller sans abîmer leur mécanisme de mise de feu qui est très délicat. On est arrivé à résoudre ce problème, lorsque la mine est lancée d'avion, en la parachutant.

### Mouilleurs de mines

On s'est adressé jusqu'à présent à de nombreux types de bâtiments pour mouiller les mines sous-marines.

Avant 1914, les mouilleurs de surface étaient de vieux bâtiments transformés. Pendant la guerre de 1914-1918, un grand nombre de bâtiments de guerre et de commerce furent aménagés en mouilleurs de mines. Les ferry-boats, en raison de leur faible tirant d'eau et de leur bonne tenue à la mer avec des hauts chargés, se prêtèrent particulièrement à cet emploi. Mais on s'aperçut vite que les qualités essentielles des mouilleurs de mines devaient être aussi leur rapidité et leur capacité afin d'agir vite et par surprise. Aussi, les Allemands se servirent-ils de leurs croiseurs légers et les Anglais de leurs

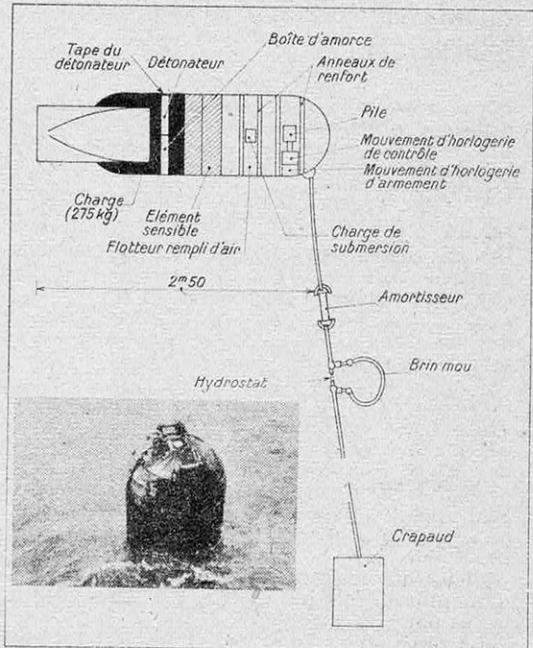


FIG. 19 ET 20. — MINE ALLEMANDE MAGNÉTIQUE A ORIN  
Cette mine peut être mouillée par bâtiment de surface ou avion avec parachute. Le flotteur ancré à une position horizontale; à la dérive, il flotte verticalement, l'avant en dessus.

destroyers. En France, on construisit des navires spéciaux, tels que croiseurs-mouilleurs de mines de 4 800 t. Le *Pluton* pouvait filer 30 nœuds (1), le croiseur *Émile-Berlin* 37 nœuds, les contre-torpilleurs de la série du *Terrible* (2) 45 nœuds; quelques autres contre-torpilleurs (3) et avisos (4) représentaient aussi d'excellents types offensifs de grands mouilleurs de mines.

On disposait également en France de bâtiments plus lents, mais de plus forte capacité, se prêtant surtout aux mouillages de défense côtière, comme les *Castor* et *Pollux* qui portaient de 300 à 400 mines.

Des vedettes rapides firent dernièrement dans divers pays comme en Italie des opérations offensives de mouillages de mines (au maximum 10 mines embarquées à bord de chaque vedette).

Enfin le mouillage de mines offensives par sous-marins et par avions a pris une grande ampleur. Les qualités offertes par chacun de ces moyens de mouillage ne sont pas les mêmes. Alors que l'avion se signale par la rapidité de l'exécution de son mouillage et par sa grande liberté d'aller un peu partout où il veut, le sous-marin possède des qualités d'invisibilité et de discrétion incomparables.

Il n'est pas étonnant de constater que ce furent les Allemands, grands spécialistes sous-mariniens, qui procédèrent en 1910 à des essais de mouillage de mines par sous-marins et qui, en 1915, sortirent une série de petits sous-marins

(1) Ce bâtiment sauta alors qu'il était à quai à Casablanca, en septembre 1939.

(2) *Terrible*, *Fantastique*, *Triomphant*, *Malin*, *Indomptable*, *Mogador*, *Volta*, ces trois derniers détruits aujourd'hui.

(3) *Milan*, *Épervier*, *Tartu*, *Chevalier*, *Paul-Casard*, *Vauquelin*, *Kersaint*, tous détruits aujourd'hui sauf l'*Épervier*.

(4) *Bougainville*, *d'Iberville*, *d'Entrecasteaux*, *Amiral-Charner*, *Dumont d'Urville*, *La Grandière*, les deux premiers détruits aujourd'hui.

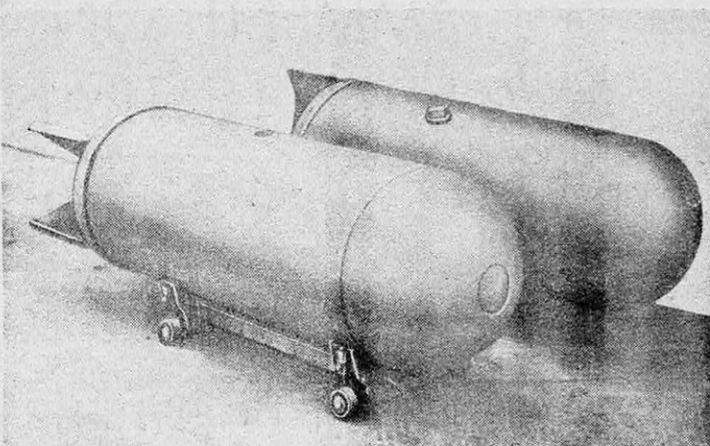


FIG. 22. — MINES MAGNÉTIQUES ALLEMANDES

Ce sont des mines de fond parachutables (le parachute se fixe à l'arrière, du côté de l'empennage). On aperçoit un des orifices du logement du dispositif de mise de feu (détonateur et boîte d'amorce) qui traverse la mine de part en part.

mouilleurs de mines. Ils ne continuèrent d'ailleurs pas dans cette voie.

Les Alliés furent assez longs à démarrer, mais la France sortit vers 1932 la série des « pierres précieuses » comme le *Rubis* (qui obtint des résultats remarquables pendant cette dernière guerre), le *Saphir*, la *Turquoise*, etc. Ce sont des sous-marins de 670 t filant 12 nœuds en surface, 9 nœuds en plongée, ayant 8 000 milles comme rayon d'action à 8 nœuds et pouvant transporter 32 mines de 1 000 kg.

Les Anglais mirent en service, à peu près à la même époque, des sous-marins mouilleurs de mines de 1 500 à 2 000 t pouvant embarquer 120 mines.

Quant aux mouillages de mines sous-marines par avion, ils firent leur entrée en scène concurrentiellement avec la mine magnétique. C'est en novembre 1939 que les Allemands utilisèrent des hydravions pour lancer à très basse altitude, afin d'avoir plus de précision, des mines magnétiques suspendues à des parachutes à déploiement instantané, ceci afin d'amortir le choc au contact de la surface de la mer, choc qui pourrait endommager le mécanisme délicat de mise de feu. Les atterrages choisis par les Allemands étaient très propices à ce genre d'offensive : l'estuaire de la Tamise et les bancs de la mer du Nord.

Les Anglais appliquèrent la même tactique dans des endroits presque aussi favorables, en Baltique, mer à petits fonds, dans le Sund, le Grand et le Petit Belt. Pendant l'occupation, ils mouillèrent des mines à influence sur toutes nos côtes, dans les estuaires de la Loire, de la Gironde, etc., lancées par avion dans la proportion de 20 %.

R. LEPRÉTRE.

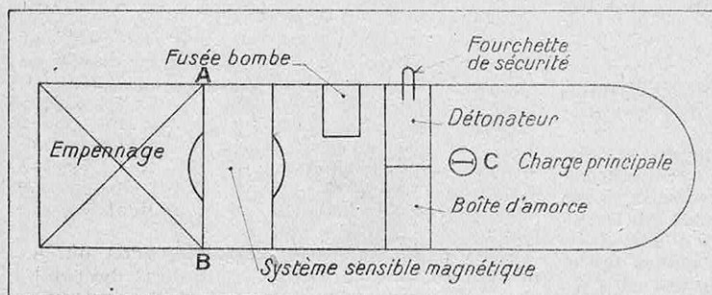


FIG. 21. — SCHÉMA D'UNE MINE DE FOND MAGNÉTIQUE ALLEMANDE

Lorsque la mine est mouillée par un avion, le parachute est fixé en A B. La mine peut être aussi mouillée par bateau. Elle est alors hissée hors du bord par un filin amarré à une boucle C.

# COMMENT ON LUTTE CONTRE LE TRANSPORT DES ÉPIDÉMIES PAR AVION

par Henri FRANÇOIS

**Q**UAND les progrès de la navigation développèrent les échanges mondiaux à la fin du Moyen Age, les « Indes » ne nous envoyèrent pas seulement de l'or et des épices, mais encore un certain nombre de fléaux tels que la peste, le choléra, la syphilis, etc. La plupart des grandes épidémies qui désolèrent l'Europe depuis cette période ont pris naissance dans les grands ports : Londres, Marseille, Naples.

Le principal agent du transport des germes infectieux à bord des navires est le rat qui pullule dans leurs cales. Le rat emmène avec lui ses puces et les puces le germe de la peste. Le typhus est transmis par les poux de l'homme. Le moustique — autre passager clandestin — propage le paludisme et la fièvre jaune. Enfin, l'homme n'a besoin d'aucun secours étranger pour véhiculer et transmettre à ses semblables les germes de la typhoïde, de la malaria et de la dysenterie. Le tribut payé par l'humanité à ces maladies de provenance exotique a été considérable et proportionnellement supérieur à celui que prélèvent actuellement les accidents de la locomotion. De nos jours, une application stricte des consignes sanitaires a beaucoup réduit les risques de contamination par les voyages de continent à continent. Mais voici qu'un nouveau progrès de la locomotion, le développement des transports aériens, vient menacer ce système sanitaire.

Tout d'abord l'avion est parfois obligé d'atterrir malgré lui en des points où aucun service sanitaire n'est là pour le recevoir et qui, au contraire, sont parfois infestés. Le deuxième danger, du point de vue sanitaire, tient à la rapidité même des transports aériens.

Examinons, en effet, les durées d'incubation des plus dangereuses maladies infectieuses, cinq jours pour le choléra, six jours pour la peste et la fièvre jaune, quatorze jours pour la variole et la fièvre récurrente. Quand on se contentait de voyager à la vitesse des navires, il était bien rare qu'un voyage n'excédât pas cette durée d'incubation. Et, à l'arrivée du navire, si aucune maladie ne s'était déclarée à bord, c'était une sérieuse garantie que le navire ne renfermait aucun porteur de germes. Les cas de fièvre jaune provoqués par des passagers de navires, par exemple, sont tout à fait exceptionnels.

Avec l'avion, qui va d'un point du globe à n'importe quel autre en quelques jours, on n'a plus la même garantie et les risques sont considérablement multipliés. Et il ne saurait évidemment être question de mettre en quarantaine les passagers d'un avion, qui sont en général des voyageurs pressés. Heureusement la médecine moderne a d'autres ressources que la mise en quarantaine.

La maladie la plus dangereuse du point de vue de son transport par l'air semble être la

fièvre jaune. Elle ne se rencontre à l'état endémique que dans un petit nombre de régions du globe : le Brésil, l'Amérique Centrale et l'Afrique Occidentale. Mais cela ne veut pas dire que cette situation ne pourrait pas se trouver modifiée brusquement si des imprudences étaient commises. En effet, le moustique qui transmet cette maladie (*Aedes fasciatus*) vit dans toutes les régions tropicales et subtropicales du globe, où toutes les conditions sont donc réalisées pour la propagation de la fièvre. Heureusement le processus de sa propagation vient diminuer le risque de transmission accidentelle. En effet, pour qu'un moustique soit dangereux il faut qu'il pique le patient atteint de fièvre jaune dans les trois jours qui suivent l'apparition de la maladie. Une fois le moustique infecté, il s'écoule encore douze jours avant qu'il devienne capable de transmettre la maladie à l'homme. Il demeure alors dangereux tout le reste de sa vie. La malaria, dont le processus de transmission n'offre pas cette complication, se transmet encore plus facilement et, si elle est en régression dans beaucoup de régions grâce à la quinine, elle a fait son apparition dans d'autres au cours de cette guerre.

Les deux principaux moyens de protection contre la fièvre jaune sont la vaccination et la destruction des moustiques.

La vaccination contre la fièvre jaune a été mise au point à une date relativement récente. On l'a rendue obligatoire dix jours au moins avant la date de l'arrivée dans la zone infestée. Le certificat de vaccination est valable pour quatre ans.

Autour des aérodromes qui se trouvent dans la zone infestée, on définit une zone de protection de 400 mètres dans laquelle on interdit par des moyens chimiques la prolifération des moustiques. Les avions sont désinfectés à leur départ de la zone dangereuse.

La désinfection présente l'avantage de tuer non seulement les moustiques, mais aussi les autres animaux qui peuvent se glisser à bord de l'avion. N'a-t-on pas constaté que deux lapins avaient pris part, avant qu'on s'en aperçût, à deux raids de bombardement sur l'Allemagne? Il est arrivé également que des rats, venant d'Extrême-Orient et par conséquent suspects de véhiculer le germe de la peste, avaient voyagé par avion jusqu'en Europe.

Les régions dévastées par la guerre, où des milliers d'êtres humains vivent dans des conditions d'hygiène très mauvaises et où le typhus règne à l'état endémique, sont également des centres d'infection qu'il faut surveiller. Les moyens extrêmement puissants de lutter contre les insectes (D. D. T.) permettent d'éviter d'une façon absolument certaine la propagation du typhus hors de ces zones.

H. F.

# LE RELIEF STÉRÉOSCOPIQUE SANS STÉRÉOSCOPE

par Jean MARIVAL

La sensation du relief résulte de la fusion, dans notre cerveau, des images légèrement dissimilables d'un même objet formées sur la rétine de chacun de nos yeux; il ne saurait donc être question de chercher à obtenir cette sensation dans l'observation d'une image unique fournie par un objectif photographique. Il faut examiner simultanément deux images prises par deux objectifs dont les axes optiques sont écartés convenablement.

Pour obtenir, d'après le stéréogramme négatif, une épreuve positive que l'on puisse observer au stéréoscope, on sait qu'il faut intervertir les images afin de restituer à chaque œil celle qui lui correspond. En effet, les images données par les objectifs sur l'émulsion sensible sont à la fois renversées (le haut en bas) et inversées (les parties de droite passant à gauche). Tout le monde a remarqué cela sur le verre dépoli de mise au point. Or, sur un stéréogramme, cette inversion se produit pour chaque image séparément, de sorte que, lorsqu'on retourne le stéréogramme pour regarder les images à l'endroit, on redresse bien à la fois les deux images, mais, ce faisant, on fait passer à gauche l'image de droite et en inversement. Une telle épreuve regardée au stéréoscope donnerait une impression de pseudo-relief, c'est-à-dire que l'on verrait les reliefs en creux. Il faut donc intervertir les images.

La sensation du relief ne peut-elle être obtenue sans cette transposition des images et sans appareil optique pour leur examen? M. Ch. Brenajzyn a répondu affirmativement à cette question.

Supposons en effet que les yeux fixent un point P (fig. 1, I), quelque part dans la nature. Chaque œil s'oriente de manière à amener l'image de P au centre de la partie la plus sensible de la rétine (l'axe du système optique de chaque œil coïncide alors, l'un avec la ligne  $o_g P$ , l'autre avec la ligne  $o_d P$ ) et de plus modifie la courbure de son cristallin pour « mettre au point » sur P. Il y a donc un double effort physiologique: effort de convergence des yeux et effort d'accommodation. Une longue pratique de la vision depuis notre naissance nous a appris à combiner les deux opérations, qui sont passées à l'état de réflexes. La sensation du relief résulte du fait que nous ne pouvons fixer et mettre au point avec nos deux yeux simultanément qu'un nombre restreint de points à la fois. Tous les autres objets donnent des images inégalement déformées et plus ou moins floues sur nos deux rétines; notre cerveau ne peut en faire qu'une synthèse imparfaite.

Dans le cas habituel de l'observation de clichés stéréoscopiques (fig. 1, II), on dispose les deux clichés (après l'interversion dont il a été question plus haut) devant les yeux, et un

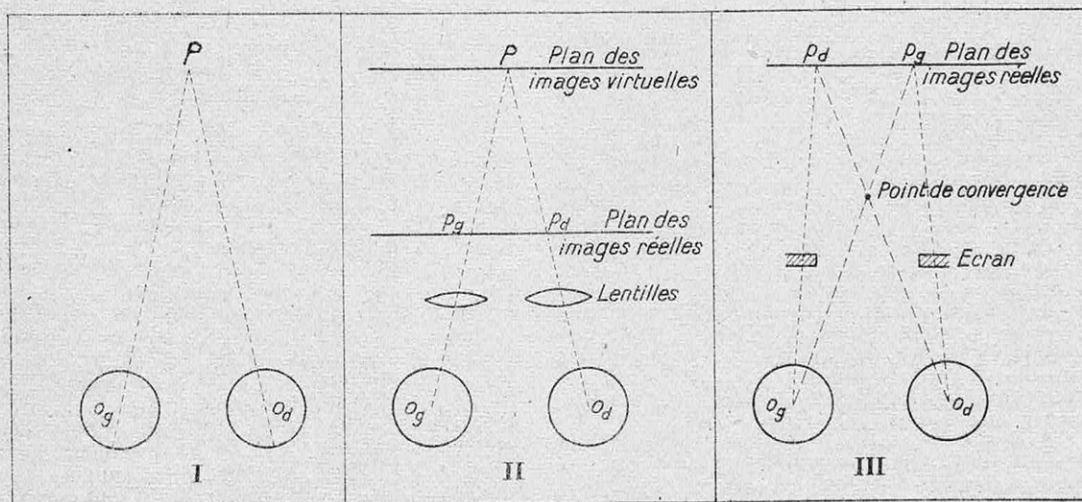


FIG. 1. — LA VISION DU RELIEF AVEC ET SANS STÉRÉOSCOPE

I. Vision normale d'un point P. L'œil droit  $o_d$  dirige l'axe de son système optique suivant  $o_d P$ , l'œil gauche suivant  $o_g P$ . — II. Vision au stéréoscope. Les images stéréoscopiques d'un point situées en  $p_g$  et  $p_a$  sont examinées à travers des lentilles qui en donnent des images virtuelles confondues en P sur lequel l'œil accommode. — III. Le relief sans stéréoscope. Les images stéréoscopiques d'un point sont situées en  $p_g$  et  $p_a$ . L'œil gauche  $o_g$  regarde l'image  $p_g$  et l'œil droit  $o_d$  l'image  $p_a$ . Les yeux convergent en P de sorte que les images de  $p_g$  et  $p_a$  fusionnent en une seule.



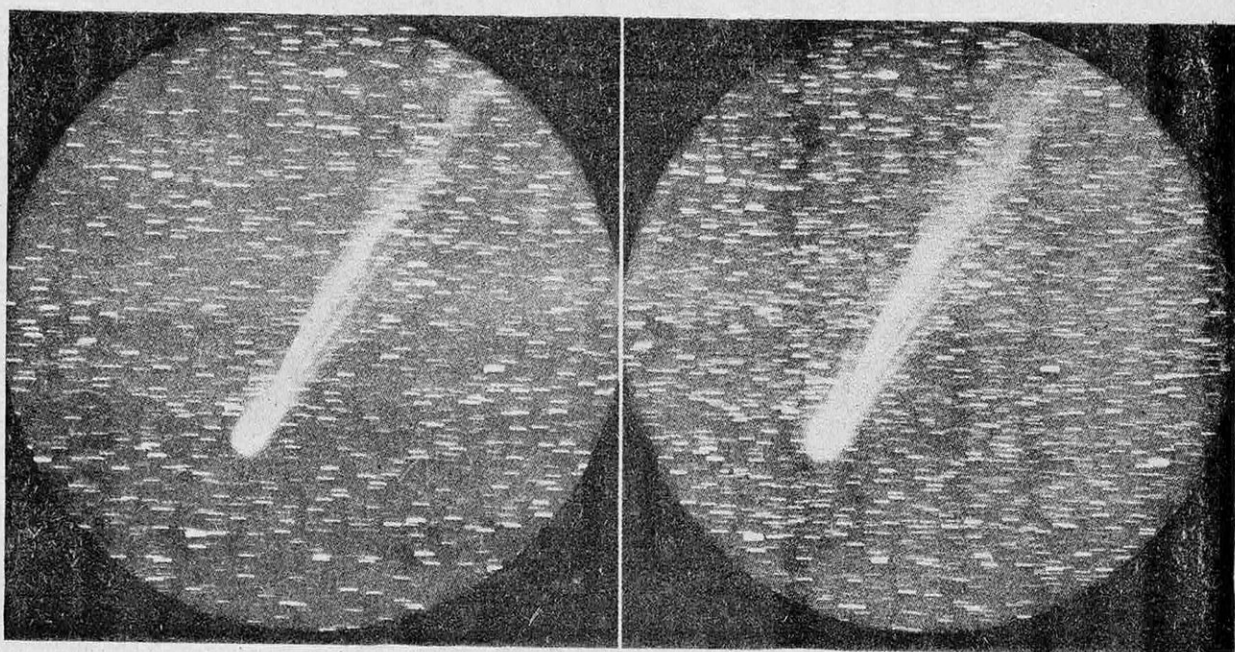


FIG. 2. — CES DEUX IMAGES STÉRÉOSCOPIQUES D'UNE COMÈTE, QUOIQUE NON TRANSPOSÉES, DONNENT LA SENSATION DU RELIEF A L'OBSERVATEUR QUI REGARDE DANS LES CONDITIONS VOULUES (FIG. 1, III.)

système de lentilles ou prismes interposés en donne des images virtuelles à une distance convenable de l'œil. C'est dans ce plan en réalité que l'on observe, en faisant d'une part un effort de convergence sur P, d'autre part un effort d'accommodation sur ce même point. En réglant convenablement l'écartement des clichés photographiques  $p_g$  et  $p_d$ , et la position des lentilles, on s'arrange pour que ces deux efforts se combinent suivant les réflexes de la vision normale (dont nous parlions plus haut).

La figure 1, III, montre comment on pourra, à l'œil nu, obtenir une sensation de relief sans avoir à intervertir les clichés observés.

L'œil droit observe  $p_d$ , l'œil gauche observe  $p_g$ , tous deux accommodent pour la distance du plan  $p_a$   $p_g$ . Mais ils convergent sur un point intermédiaire. L'effort de convergence et celui d'accommodation n'ont plus entre eux les mêmes rapports que dans la vision normale. Les réflexes normaux ne nous sont d'aucune utilité; bien au contraire, nous devons les désapprendre, nous « déconditionner », diraient les psychologues; il faut en acquérir d'autres. M. Brenajzyn a imaginé pour cette nouvelle éducation un appareil simple, formé d'écrans en carton qui canalisent les regards et empêchent l'œil droit de voir l'image destinée à l'œil gauche, et inversement. Quelques séances d'entraînement suffisent pour dissocier chez un observateur le réflexe de mise au point ou accommodation et celui de convergence. Il pourra alors étudier des clichés stéréoscopiques non transposés à l'œil nu, sans avoir besoin de se servir de l'appareil d'éducation, qui peut être remplacé par une disposition correspondante des mains placées à côté des yeux.

Les conséquences de ce fait sont plus intéressantes pour la pratique qu'il ne peut sembler au premier abord. C'est certes l'enseignement scolaire qui en sera le premier bénéficiaire, et nous croyons savoir qu'un premier essai d'application à la géométrie dans l'espace et descriptive aurait lieu à brève échéance. Actuellement, on trouve cependant de fréquentes applications de cette méthode dans l'examen des photographies stéréoscopiques obtenues à la chambre de Wilson pour l'étude des rayons cosmiques. On sait que la matérialisation d'électrons, de mésons, la rupture explosive de noyaux atomiques sont des phénomènes rares que régissent les lois du hasard, et qu'il faut quelquefois de très nombreuses expériences pour observer une seule fois la réaction recherchée. La méthode de M. Brenajzyn permettrait d'éliminer rapidement tous les jeux de clichés sans intérêt pour ne conserver que ceux dignes d'une étude poussée.

Mais cette méthode, que l'auteur appelle « Autorelief », semble aussi ouvrir une voie nouvelle pour la réalisation du cinéma en relief. Il suffirait, en effet, de projeter sur un même écran deux films juxtaposés, enregistrés à l'aide d'une camera stéréoscopique à deux objectifs, d'observer les images de gauche avec l'œil droit et les images de droite avec l'œil gauche, pour avoir la sensation du relief. Ceci suppose évidemment que les spectateurs se sont soumis au préalable à l'entraînement indispensable, mais ce n'est sans doute pas payer trop cher le plaisir de voir évoluer dans les trois plans de l'espace ses vedettes préférées.

Jean MARIVAL.

# A CÔTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

## L'AVION EN "LIBELLULE"

LE constructeur anglais, George H. Miles, poursuit depuis quelques années la mise au point d'un type nouveau d'avion qu'il qualifie lui-même d'avion « libellule » et qui s'apparente à la fois à l'avion tandem et à l'avion canard. Il possède, en effet, deux ailes, et, bien que l'aile arrière soit plus développée que l'aile avant, cette dernière, au lieu d'avoir pour simple fonction de maintenir la stabilité, assure une fraction importante de la sustentation. Il résulte de cette disposition un certain nombre d'avantages : réduction de l'envergure de l'aile principale, plus grande latitude dans la position du centre de gravité de l'appareil, donc possibilité de placer le pilote à l'extrême avant, où il jouit de vues très dégagées et de loger les charges sur toute la longueur du fuselage, etc.

Sur ces lignes générales ont été réalisées deux « maquettes volantes ». La première, qui fit ses essais en 1942, était celle d'un chasseur pour porte-avions, catégorie d'appareils où la réduction de l'envergure présente un intérêt capital pour le logement dans les hangars. L'envergure du M 35 était seulement de 6 m et sa longueur était égale. C'était un petit appareil monoplace, en bois. L'aile avant était montée sur le dessus du fuselage et l'aile arrière surbaissée. Le moteur, un « Gipsy Major » de 130 ch, était muni d'une hélice propulsive et montée à l'arrière du fuselage. Le chasseur devait, en vraie grandeur, posséder un moteur de grande puissance refroidi par liquide, entraînant deux hélices propulsives coaxiales, tournant en sens contraires ; l'armement devait être installé dans le nez du fuselage sous le siège du pilote.

Le deuxième prototype de Miles est celui d'un bimoteur

prévu pour une charge de 2 700 kg, un rayon d'action de 3 000 km, une vitesse de croisière de 600 km/h à 9 000 m d'altitude. Contrairement au modèle précédent, l'aile avant est ici sous le siège du pilote, et l'aile principale est haute. La maquette volante M 39 B, réduction aux 5/8 de cet appareil, est encore en bois, dotée de deux moteurs « Gipsy Major » de 130 ch entraînant des hélices tractives, portés par l'aile arrière. L'envergure de l'aile avant est de 7,5 m, celle de l'aile arrière de 11,15 m. L'aile arrière porte les gouvernails de direction, agissant indépendamment, c'est-à-dire qu'un seul de ces gouvernails est actionné lors d'un virage, celui qui se trouve vers l'intérieur du virage. Cette maquette a volé dès 1943, en donnant, semble-t-il, toute satisfaction.

## LA GUERRE ET LE CLIMAT DE PARIS

CONFIRMANT les observations faites ces dernières années en Angleterre sur l'influence des fumées industrielles et domestiques sur les conditions météorologiques (1), MM. Justin Besançon et Dubois ont récemment montré que les restrictions de la consommation de charbon ont amené à Paris une diminution des jours de brouillard, une augmentation des heures d'insolation ainsi qu'une diminution de la quantité d'oxyde de carbone et de poussières et germes divers contenus dans l'air.

Ces changements sont cause de la nette amélioration de l'état des arbres de la capitale. Ils permettent de mesurer quel pourrait être l'effet d'une application plus stricte des règles hygiéniques d'urbanisme.

(1) Voir *Science et Vie*, n° 334, juillet 1943 p. 42.

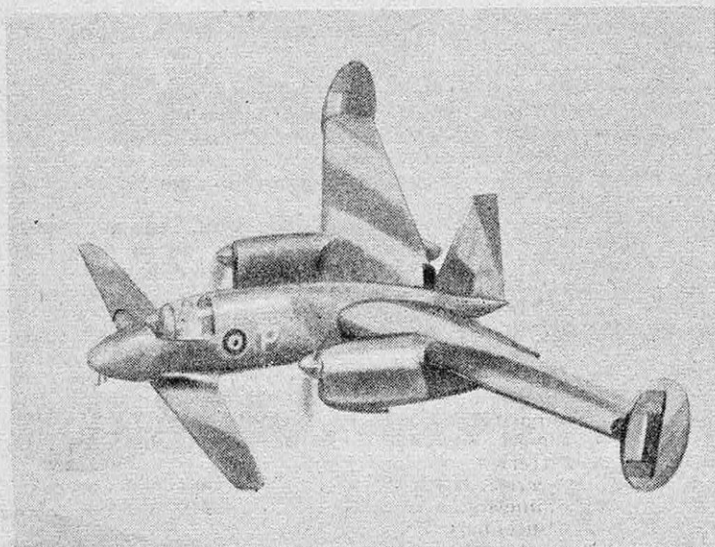


FIG. 1. — LE BIMOTEUR MILES « LIBELLULE »

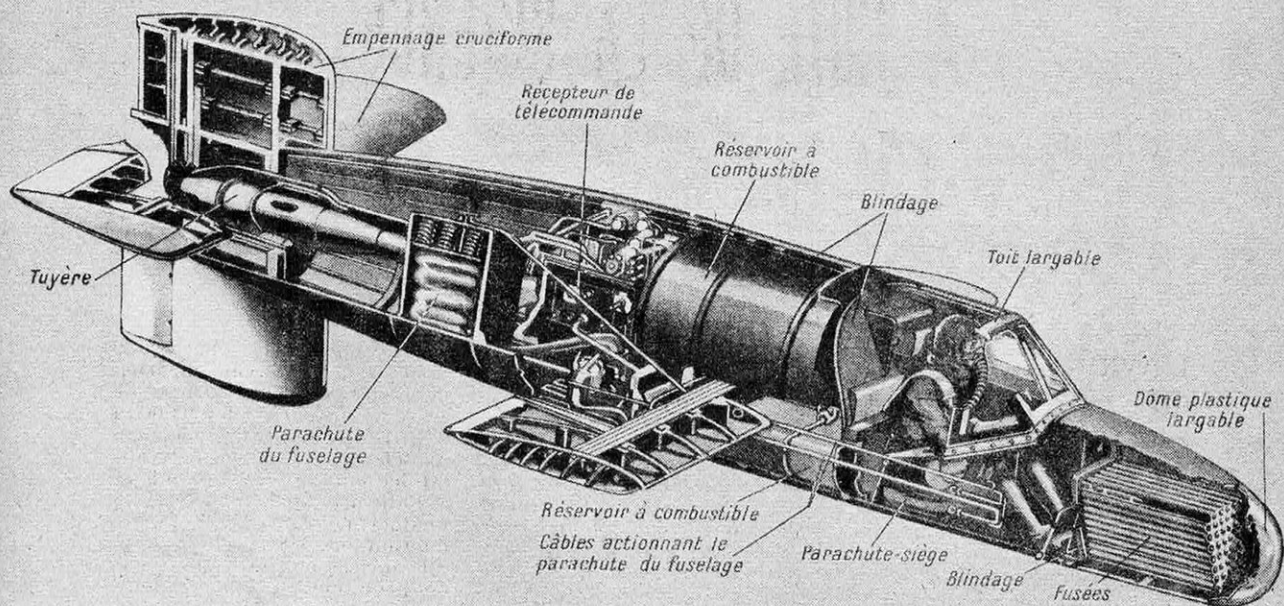


FIG. 2. — LE BACHEM « NATTER » (VIPÈRE), CHASSEUR-FUSÉE A RÉACTION

## LE CHASSEUR D'INTERCEPTION A RÉACTION "VIPÈRE"

Au moment où la puissance militaire allemande s'est écroulée, on mettait au point outre-Rhin un type inédit de chasseur d'interception sur lequel les techniciens allemands fondaient les plus grands espoirs. Il s'agit du Bachem BP « Natter » (VIPère), monoplace, pourvu d'un empennage cruciforme en bois et d'une aile de très faible envergure, également en bois et propulsé par une fusée à réaction (Walter HWK 509) alimentée par un mélange de deux liquides. Dans le nez du fuselage était installée une batterie de 33 fusées type 33 R 4 M. Le « Natter » était destiné à l'attaque des bombardiers lourds; un post central de commandement devait le diriger par télécommande radio-électrique jusqu'à proximité de la formation ennemie, le pilote prenant seulement au dernier moment la conduite de son appareil. Après épuisement des fusées, le pilote était éjecté hors du fuselage et des-

cevait en parachute, tandis que le groupe moteur, accroché lui aussi à un parachute, pouvait être éventuellement récupéré. L'intérêt de cette formule résidait dans la possibilité de fabriquer les engins avec le minimum de matériaux de construction et d'heures de travail, et dans leur vitesse ascensionnelle élevée. L'envergure du Bachem « Natter » était de 5,4 m seulement. Sa vitesse maximum devait être de l'ordre de 1 100 km/h à 4 800 m et sa vitesse ascensionnelle de 11 000 m par minute, l'accélération exercée sur le pilote ne dépassant cependant jamais deux fois un quart celle de la pesanteur.

## PNEUS PLATS POUR AVION

Pour que la pression sur le sol soit limitée à des valeurs compatibles avec le maintien en bon état des pistes d'envol ou d'atterrissage, on a été conduit à accroître considérablement le diamètre des roues et des pneus. Toutefois, dans les gros porteurs, cette augmentation d'encombrement rend difficile l'escamotage des roues dans les fuseaux moteurs, sur-

tout dans les appareils propulsés par turbine à gaz, et dans les ailes relativement minces des avions modernes.

Pour résoudre ce double problème, Dunlop, à Coventry (Grande-Bretagne), vient de sortir un nouveau pneu dont la caractéristique essentielle est de présenter une surface de roulement cylindrique et non torique (fig. 3). Pour une même charge, l'augmentation de la surface portant sur le sol ainsi réalisée permet de diminuer de plus d'un tiers le diamètre de la

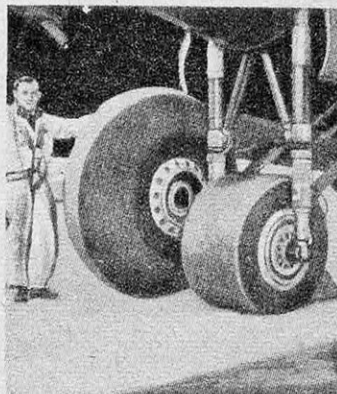


FIG. 3. — PNEU NORMAL ET PNEU PLAT SUR AVRO « TUDOR »

roue par rapport à celui nécessaire avec les pneus habituels. Il résulte, en outre, une diminution de l'usure de la gomme, l'effet de freinage n'étant cependant pas diminué. En même temps, un dispositif spécial de fente assure la circulation de l'air entre la jante et le tambour de frein pour éviter toute surchauffe du pneu.

La pression de gonflage a été portée à 7 kg/cm<sup>2</sup> et le coton des toiles est remplacé par un tissu en nylon. Ainsi le poids d'une roue, d'un avion Avro « Tudor » a pu être diminué de 90 kg environ.

## LES BALLONS DE BARRAGE ET LA FOUDRE

Le problème de la protection contre les décharges atmosphériques des ballons de barrage et du personnel chargé de les manœuvrer a été l'objet d'études poussées en Grande-Bretagne, où ce dispositif de défense contre les avions volant bas a reçu pendant la guerre l'extension que l'on sait. Dès 1937, le ministère de l'Air britannique avait chargé une commission présidée par le grand spécialiste anglais de la foudre, Sir George Simpson, de mettre la question à l'étude, mais c'est seulement lorsque les ballons se multiplièrent qu'il fut possible de réunir les renseignements statistiques en quantité suffisante pour préciser les dangers auxquels les engins étaient exposés et les risques courus par le personnel.

La présence dans l'atmosphère d'un ballon captif accroché à l'extrémité d'un câble métallique perturbe la distribution du champ électrique terrestre. Toutes les masses

métalliques reliées à la terre demeurent au potentiel zéro, de sorte que les surfaces équipotentielles enveloppant ces masses sont fortement courbées (fig. 4, 5, 6) et qu'en altitude règne à l'extrémité du câble, un « gradient » de potentiel assez élevé, surtout en temps d'orage, pour qu'on risque de voir se produire là des effluves capables de détériorer à la longue l'enveloppe du

ballon et de mettre le feu à l'hydrogène qui s'échappe alors par les déchirures. Telle est du moins l'hypothèse qui vient naturellement à l'esprit en l'absence de données précises sur les causes de destruction des ballons de barrage pendant les orages. Le remède paraît alors très simple : éloigner du ballon le point où se produisent les effluves, en adaptant une section isolante à l'extrémité du câble d'amarrage.

Mais on ne tarda pas à émettre des doutes sur la réalité de ce mécanisme et l'efficacité de la section de câble isolante. Pour vérifier les hypothèses, on munit un certain nombre de ballons d'indicateurs magnétiques de décharges, constitués par de petits barreaux d'acier placés dans une enveloppe étanche fixée au câble. Lorsqu'une décharge atmosphérique parcourt le câble d'un ballon, le courant électrique engendre un champ magnétique concentrique au

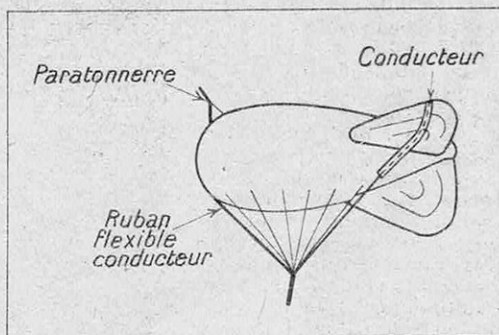


FIG. 8. — EXEMPLE D'UN BALLON DE BARRAGE PROTÉGÉ CONTRE LA FOUDRE

Il porte à l'avant un paratonnerre de 1,80 m de longueur, sur une monture de 1,20 m. Un conducteur enveloppe l'empennage arrière. Tous deux sont reliés au câble par un ruban d'amiante servant de support à des fils de cuivre.

câble qui aimante les barreaux d'acier. Lorsqu'un ballon s'abat en flammes pendant un orage, il suffit de détacher les barreaux d'acier et de mesurer leur magnétisme rémanent pour évaluer l'intensité du courant qui a traversé le câble. On dut conclure de ces mesures qu'il s'agissait toujours d'une très forte intensité, entre 1 000 et 20 000 ampères, qui ne pouvait être due qu'à des coups de foudre directs, et non à de simples effluves. La section de câble isolante ne pouvait jouer aucun rôle et c'est alors qu'on adopta le système de protection de la figure 8, avec lequel on peut enregistrer des décharges allant jusqu'à 30 000 ampères sans que le ballon ainsi équipé ait été endommagé.

Il est également intéressant de signaler le système avertisseur qui, complétant et précisant les prévisions météorologiques d'ordre général, est capable d'indiquer à chaque instant l'ordre de grandeur du

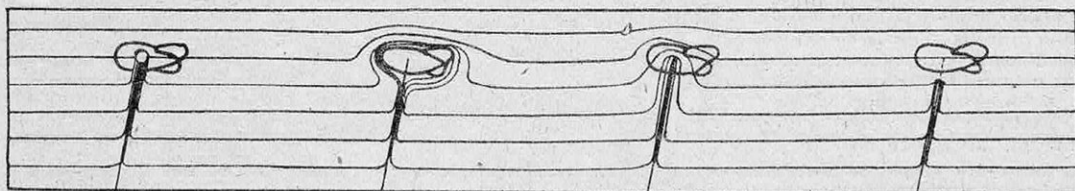


FIG. 4, 5, 6 ET 7. — COMMENT LA PRÉSENCE D'UN BALLON DE BARRAGE MODIFIE LE CHAMP ÉLECTRIQUE TERRESTRE

On voit ici, de gauche à droite : un ballon non conducteur à l'extrémité d'un câble d'acier ; un ballon conducteur (toile métallisée) ; un ballon partiellement conducteur ; un ballon non conducteur à l'extrémité d'un câble métallique dont la dernière section est isolante.

danger local de coup de foudre. Même par beau temps, le câble métallique d'un ballon, maintenu au potentiel du sol, laisse échapper, comme nous l'avons dit plus haut, de l'électricité par son extrémité supérieure, de sorte qu'il est parcouru par un courant de plusieurs microampères. Par temps orageux, ce courant augmente notablement, et les observations ont montré que le risque commence à devenir grand à partir de 0,5 milliampère. On disposera donc entre le câble et la terre un milliampèremètre et un relais actionnant un dispositif d'alarme. Le personnel pourra alors sans délai prendre les mesures de sécurité nécessaires et rentrer les groupes de ballons menacés par les décharges atmosphériques.

Mais, chaque fois qu'une décharge atmosphérique se produit à quelque distance, la distribution verticale du champ électrique de l'atmosphère se modifie brusquement, d'où passage soudain d'un courant supplémentaire à travers le câble. Le relais précédent fonctionnera alors un temps très court et pourra ainsi signaler la présence d'orages plus ou moins lointains. La sensibilité du système varie avec la hauteur du câble. Un ballon à 600 m de hauteur permet de détecter un orage à une trentaine de km ; à 150 m seulement, il ne le signalera plus que s'il est à moins de 8 km.

Lorsqu'une décharge directe vient frapper le ballon, un courant très important parcourt le câble et gagne le sol à travers le treuil et la prise de terre de ce dernier. Le treuil se trouve ainsi porté brusquement à un potentiel égal au produit du courant par la résistance de la prise de terre. Si l'intensité du courant est de 10 000 ampères et la résistance de 100 ohms, la tension du treuil atteindra 1 000 000 volts. Un homme debout sur le sol, au voisinage du treuil, court alors un grave danger, se trouvant placé dans un champ intense. Le meilleur moyen de protection du personnel semble, dès lors, soit de le maintenir à grande distance du treuil, soit de l'établir directement sur le treuil ou sur des plaques métalliques reliées à lui ; dans ce dernier cas, il suivrait toutes les variations de potentiel du treuil, sans en éprouver d'autre dommage que quelques picotements lors des maxima de tension.

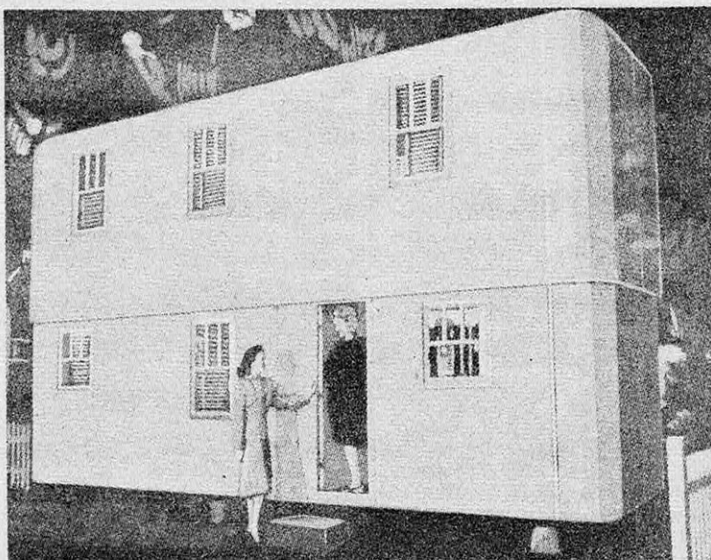


FIG. 9. — LA ROULOTTE-REMORQUE DÉVELOPPÉE

## ROULOTTE-REMORQUE EXTENSIBLE

La crise du logement, qui sévit aux États-Unis comme partout, a fait surgir un certain nombre de solutions plus ou moins hardies, notamment en ce qui concerne la préfabrication des maisons (1). D'autre part, on sait que les Américains se plaisent à entreprendre de vastes randonnées à travers la campagne, souvent dans des remorques aménagées à cet effet, tirées par leurs automobiles.

Pour la première fois a figuré à l'exposition de Chicago un nouveau modèle de ces habitations mobiles dont la caractéristique essentielle est d'être extensible verticalement de façon à comporter deux étages. Au-dessus du rez-de-chaussée, où se situent la cuisine, la salle de bain et la salle commune (living-room), le plancher supérieur est assez vaste pour recevoir trois lits.

Pour le voyage, un dispositif hydraulique permet de télescoper la chambre supérieure sur le rez-de-chaussée, les lits devant se rabattre le long des parois. A ce moment, la hauteur de la remorque ne dépasse pas 3,25 m, encombre-

(1) Voir « La maison préfabriquée » (Science et Vie, n° 337, octobre 1945).

ment tout à fait acceptable.

Malheureusement, le manque de matériaux bien adaptés à ce genre de construction ne permet pas de réaliser encore la fabrication en grande série de ces remorques dont le prix est évalué à 2 800 dollars.

## NOUVEAU PROCÉDÉ DE CONSERVATION DU LAIT

Messieurs G. Bertrand et M. Lemoigne ont récemment découvert un nouveau procédé permettant de conserver le lait pendant au moins deux jours de plus que par les moyens habituels sans nécessiter aucune précaution de réfrigération. Il consiste à additionner le lait standardisé, pasteurisé ou non, de 60 mg par litre de trichloronitrométhane ou microlysine. Le lait ainsi conservé et bouilli quelques minutes avant usage, présente toutes les propriétés du lait frais, sans goût ni odeur particuliers. Conservé au delà de trois jours, ce lait voit son acidité augmenter jusqu'à 2,5 g d'acide lactique par litre, sans qu'aucune autre altération se produise. Le trichloronitrométhane élimine donc toutes les bactéries autres que les streptocoques lactiques. Même ceux-ci se développent moins bien que dans le lait normal et donnent une acidification moindre.

## LA PRODUCTION DE PÉNICILLINE EN ALLEMAGNE

Dès l'annonce de la découverte en Angleterre et en Amérique des merveilleuses propriétés thérapeutiques de la pénicilline, les usines allemandes Schering et I.-G. Farben avaient tenté de mettre au point la fabrication de ce produit, mais elles échouèrent à cause du manque d'appui de la part des autorités officielles dont l'attention était accaparée par des préoccupations plus pressantes. Depuis l'armistice, les essais ont repris dans la zone d'occupation soviétique, avec la collaboration de savants russes. La production commerciale doit commencer en été 1946, aussitôt que le matériel nécessaire, qui proviendra principalement de la zone d'occupation britannique, sera rassemblé dans les usines Schering. Celles-ci produiront mensuellement un milliard d'unités, chiffre modeste si on le compare aux 100 milliards produits chaque mois dans les pays anglosaxons. La production allemande sera de beaucoup insuffisante pour couvrir tous les besoins du pays, et devra être réservée exclusivement aux cas très graves. (Rappelons qu'une dose normale est de 100 000 unités.)

Il n'existe pas à l'heure actuelle de règlement international concernant la fabrication de la pénicilline. On parle toutefois d'un accord qui serait prochainement conclu et qui déclarerait libre la production de la pénicilline, sous condition que toute nouvelle découverte relative à ses applications soit aussitôt publiée.

## LES PNEUS D'AVION DOIVENT-ILS ÊTRE GONFLÉS À L'HÉLIUM ?

Pour gonfler un de ces gros pneumatiques qui équipent les trains d'atterrissage des quadrimoteurs lourds, dont certains ont 2,50 m de diamètre et plus, il faut en moyenne une quarantaine de kilogrammes d'air. Il suffirait de 6 kg d'hélium, d'où une économie de poids de 68 kg pour les deux roues principales d'un avion et plus

encore si l'on adoptait l'hélium pour la troisième roue, avant ou arrière suivant que le train d'atterrissage est tricycle ou non. La principale difficulté que soulève l'emploi de l'hélium pour le gonflement des pneus résulte de la très grande diffusibilité de ce gaz léger et inflammable à travers le caoutchouc naturel. Ce problème aurait été récemment résolu par Goodyear aux États-Unis, en utilisant des chambres à air en caoutchouc synthétique spécial à base de butylène. La vitesse de diffusion de l'hélium à travers ce caoutchouc, tomberait au quart de sa valeur à travers le caoutchouc naturel, et à 67 % de celle de l'air à travers les chambres classiques.

Chaque kilogramme de poids mort économisé sur un avion de transport se traduit par un supplément de recettes commerciales que l'on évalue en Angleterre à quelque 25 000 fr pour un an. Sur ces bases, la substitution de l'hélium à l'air dans le gonflement des pneus, se traduirait par un gain supplémentaire de 1 600 000 fr par appareil et par an.

## COMMENT TRAVAILLENT LES CALCULATEURS PRODIGES

Les méthodes de travail des calculateurs prodiges sont généralement très mal connues. Le neurologiste suédois Stig Jakobsson (1) a recueilli à ce sujet des renseignements précieux de la bouche de deux de ces sujets extraordinairement doués pour le calcul mental.

Pour les additions et les soustractions, l'aptitude de ces calculateurs à se représenter les nombres « écrits en l'air devant leurs yeux » leur suffit pour effectuer quasi instantanément ces opérations.

Pour multiplier les nombres de deux chiffres, ils utilisent des tables de multiplication étendues : ils connaissent par cœur tous les produits jusqu'à  $30 \times 30$ , et un certain nombre de produits plus élevés particulièrement utiles.

Pour les multiplications plus complexes, un des facteurs est découpé en tranches que l'on multiplie séparément par l'autre facteur pour addition-

ner ensuite les produits partiels. Lorsqu'un des facteurs est voisin d'un nombre rond, ou qu'il s'agit de multiplications par 25, 125, etc., les calculateurs prodiges utilisent également les méthodes habituelles du calcul mental. Mais ils connaissent encore un grand nombre d'autres « trucs » plus ou moins compliqués dont l'application nécessite une connaissance étendue des tables des carrés et une grande habitude de la décomposition des nombres en facteurs premiers.

C'est ainsi que, pour multiplier deux nombres ayant le même nombre de chiffres, il est souvent très commode d'observer que le produit est égal au carré de la moyenne moins le carré de la demi-différence.

Exemple :

$$162 \times 138 = 150^2 - 12^2 \\ = 22\,500 - 144 = 22\,356.$$

C'est ainsi également que, pour multiplier un nombre par 143, il suffit de le multiplier par 1 001 et de le diviser par 7, car  $143 \times 7 = 1\,001$ .

Des simplifications analogues permettent d'effectuer les divisions très rapidement. Souvent aussi le calculateur « devine » approximativement le quotient et obtient sa valeur exacte en la corrigeant grâce à une remultiplication par le diviseur.

En résumé, les « calculateurs prodiges » opèrent en utilisant principalement :

- leur faculté de se représenter les nombres écrits dans l'espace et leur mémoire visuelle ;

- les règles du calcul mental usuel complétées par des « trucs » plus compliqués, mais de même nature ;

- la connaissance par cœur d'un grand nombre de résultats : tables de multiplication étendues, tables de carrés, décomposition en facteurs premiers.

Les facultés intellectuelles des calculateurs prodiges sont très variables et souvent inférieures à la normale. Leur don spécial est rarement transmis par hérédité ; quand cela se produit, il provient presque toujours du père. Enfin, l'aptitude au calcul mental se manifeste dès le plus jeune âge, et l'entraînement constant auquel les sujets se soumettent par goût dès leur enfance joue certainement un rôle prépondérant dans la formation des futurs calculateurs prodiges.

(1) Cité par A. Ravina dans la *Presse médicale* du 9 mars 1946.

# SCIENCE ET VIE PRATIQUE

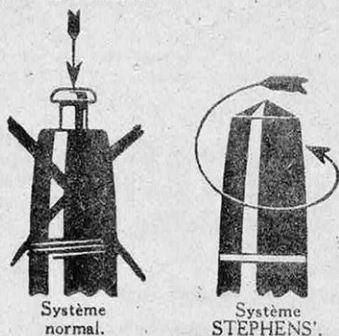
## 10 A 15.000 FRANCS PAR MOIS !

Salaires officiels du Chef Comptable. Préparez chez vous, vite, à peu de frais, le diplôme d'Etat qui vous assurera une situation lucrative. Demandez dès aujourd'hui la brochure gratuite N° 15 « Carrières Comptables, carrières d'avenir » à l'Ecole Préparatoire d'Administration (74<sup>e</sup> année), 4, rue des Petits-Champs, Paris.

## UN NOUVEAU SYSTÈME BREVETÉ DE REMPLISSAGE D'UN STYLOGRAPHE

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

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



Système normal.

Système STEPHENS.

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

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

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

## LOCATION DE FILMS

Pour distraire les enfants, en famille, à l'école ou au patronage, **TOUT PHOTO, 64, rue de Turbigo** à Paris (Arch. 71-09) tient à votre disposition une collection **PATHE-BABY** de beaux films ou simplement de films amusants qui peuvent vous être loués. Vous trouverez également à cette adresse des **JOUETS SCIENTIFIQUES MODERNES, DES PROJECTEURS ET DES CAMERAS**

PROJECTEURS

CAMERAS



64 RUE TURBIGO - PARIS 3e

## IL N'Y A PAS D'ARME SECRÈTE CONTRE LES MOUSTIQUES

L'Électrocuteur H. F. est reconnu comme le procédé de destruction le plus moderne, le seul infail-  
lible.



De milliers d'appareils ont été vendus en quelques mois et accomplissent, tant en France qu'aux colonies et dans toutes les régions chaudes, leur œuvre d'assainissement. L'ELECTROCUTEUR H. F. est une invention brevetée de S. E. V. U.

12 bis, avenue des Gobelins, à qui vous pouvez écrire en demandant la notice S. 1.

## SAVOIR ÉCRIRE EST UNE NECESSITÉ

Ingénieur, technicien, directeur, employé ou chef d'atelier, un style sobre et clair vous est indispensable : il faut savoir mettre de la précision, de la chaleur, de la vigueur dans un rapport, un mémoire, une lettre, un article technique. La faculté de s'exprimer correctement par écrit peut s'acquérir au prix de quelques exercices méthodiques et bien conduits. Renseignez-vous sur le cours de rédaction de l'École A. B. C. qui a formé, depuis 1930, des milliers d'excellents rédacteurs de toutes catégories.

Demandez aujourd'hui même à A. B. C. (Rédaction C. B. 5), 12, rue Lincoln, Paris (8<sup>e</sup>), la brochure *L'Art d'Ecrire*, qui vous donnera de façon complète sur l'attrait et l'originalité de cette méthode. (Joindre 6 fr. pour frais d'envoi.)

## FILTRE GAZ-OIL SOFRANCE-DIESEL

La série des appareils SOFRANCE se continue par une nouveauté, réclamée depuis longtemps par les usagers de SOFRANCE-HUILES (voir *Science et Vie* de février, mars, avril).

Le SOFRANCE-DIESEL répond au besoin d'épuration du gas-oil, avant son arrivée à la pompe d'injection, évitant l'usure prématurée de celle-ci et aussi celle des injecteurs. La finesse de filtration — 1/20 de micron — arrête au passage toutes les impuretés dont l'eau et le soufre en suspension colloïdale.

A l'originalité de sa conception, que l'on retrouve dans toutes les fabrications SOFRANCE, il convient de mentionner la marche et le nettoyage automatiques de l'appareil DIESEL, enfin sa robustesse et la durée des filtres spéciaux, calculés pour travailler 10 000 heures.

*Description.* — L'appareil se compose de trois corps isolés :

A, B, C, portant chacun un élément filtrant.

D représente la rampe d'alimentation ;

H, la rampe de sortie du gas-oil filtré ;

E, F, G, les trois vis commandant un système à tiroir pour l'alimentation ou la vidange des corps filtrants.

I, un clapet de vidange prévu pour éviter la surpression.



*Fonctionnement.* —

Le gas-oil arrive sous pression normale par la rampe D, pénètre dans les cuves A, B, C, traverse les éléments filtrants, laissant à leur périphérie toutes les impuretés, et sort filtré par la rampe H, branchée

sur la pompe d'injection.

*Nettoyage de l'appareil.* — Il faut dégraisser les éléments filtrants en principe chaque semaine, ou dès que le besoin s'en fait sentir. Le nettoyage est automatique et dure environ dix minutes.

Le moteur marchant au ralenti, dévisser la vis G.

Remarque que le gas-oil ne peut plus pénétrer dans la cuve C et que celle-ci est reliée à l'air libre — jeu du tiroir cité plus haut.

Les cuves A et B suffisent à alimenter le moteur, mais par suite de la dépression de la cuve C, du gas-oil épuré passe à contre-courant, dans son élément filtrant, chassant toutes

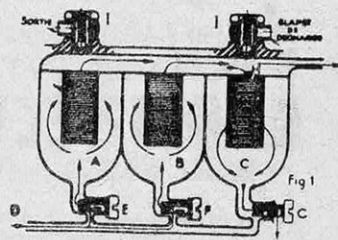


Schéma de marche de l'appareil en cours de nettoyage. A et B fonctionnent normalement, C est nettoyé par le contre-courant de gaz-oil filtré.

les impuretés accumulées sur sa surface extérieure.

La même opération se fait alternativement sur les corps A et B et l'appareil est nettoyé.

SOFRANCE-DIESEL est indispensable à la marche normale de tous les moteurs de ce type (fixes, marins, camions, tracteurs, draines, autocars, autorails, etc...).

Documentation sur demande.

SOFRANCE, PARIS, 206, boulevard Pereire (17<sup>e</sup>). — ETO 35-19.

## LISEZ

*Victoire en Tuberculose, Essai sur la Tuberculose, Victoire en Cancer, Essai sur la Médecine*, les nouveaux ouvrages qui éclairent les brillants succès de la Méthode Emboligène Catalytique, par voie endoveineuse, dans le traitement de ces deux fléaux. La thérapie nouvelle devient une équation biologique, où bactéries, virus filtrants, cellules humaines, agents de défense organique... sont considérés comme des assemblages atomiques de la série Mendelejeff, réagissant sous le champ magnétique du biocatalyseur. Envoi direct contre chèque postal n° 2035-46, Lyon, Société Diffusion scientifique de Ternay, Isère, 70 frs pour *Victoire* et 50 frs pour *Essai*, ou en librairie.

POUR COLLER PHOTOS  
PAPIERS, ÉTOFFES, etc.

Les Éts CORECTOR, fabricants de l'ADHÉSINE, la colle blanche parfumée, attirent l'attention des usagers sur la qualité de sa nouvelle fabrication dont le pouvoir adhésif triple se remarque rien qu'au toucher.

Pour le BUREAU,

Pour l'ATELIER,

Pour l'ÉCOLE,

Adhésine est la colle idéale, car elle est solide, propre et économique.

EN VENTE PARTOUT.

OPTONET  
TÉLÉMÈTRE ET POSOMÈTRE  
RÉUNIS EN UN SEUL  
INSTRUMENT

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



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

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

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

Dimensions : 78 × 18 × 18 mm.

Echelle des distances : 0,30 m à 8 m.

Prix : 1 560 fr. En vente chez votre fournisseur habituel.

Documentation sur demande.

SOMMOR, 27, place Alphonse-Deville, Paris (6<sup>e</sup>).

DÉTARTRANT  
POUR RADIATEURS

Le détartrage des radiateurs.



Tous les automobilistes connaissent les graves ennuis occasionnés par la présence du tartre dans la circulation de refroidissement de leur moteur.

Echauffement exagéré, sur consommation d'huile et d'essence, grippage, bielles coulées, etc...

Nous leur rappelons que la Société pour le Traitement interne des Chaudières, 36, boulevard de la Bastille, à Paris, spécialiste depuis quatorze ans des questions de détartrage industriel, livre son *Détartrant STIC*, en comprimés de 20 grammes, à l'intention des automobilistes.

Il s'agit là d'un produit de sécurité, car il ajoute à sa remarquable efficacité une absolue innocuité : une homologation de qualité du ministère de l'Air prouve qu'il est sans action sur les culasses en aluminium, le laiton du radiateur et les durites.

Il supprime radicalement l'emploi des dispositifs spéciaux et coûteux. Le détartrage d'un radiateur revient, en effet, à 8 fr. 80, et son entretien en constant état de propreté à 4 fr. 80 par mois !

Il est en vente chez les garagistes et grossistes accessoires.

*Jeunes gens!*  
ASSUREZ VOTRE AVENIR  
EN DEVENANT

**RADIO-TECHNICIEN**

*sans quitter votre emploi*

CONSTRUISEZ VOUS-MÊME UN POSTE QUI RESTERA VOTRE PROPRIÉTÉ  
AVEC MATÉRIEL FOURNI GRATUITEMENT PAR L'ÉCOLE



EN SUIVANT LES COURS  
PAR CORRESPONDANCE DE

L'Ecole Technique  
de Radio-Electricité  
et de Sciences appliquées  
2, rue du Salé  
Toulouse

PUB. DOULET

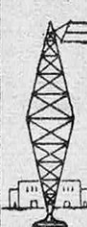


Dans L'AVIATION

Dans la MARINE



IL FAUT des RADIOS  
des DESSINATEURS



ASSUREZ VOTRE AVENIR  
EN PRÉPARANT, SANS  
QUITTER VOTRE EMPLOI,  
PAR NOS ETUDES  
TECHNIQUES VOTRE  
SITUATION DANS  
L'INDUSTRIE, L'AVIATION,  
L'ARMÉE, LA MARINE, ETC.



TRAVAUX PRATIQUES CHEZ SOI

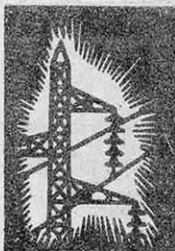
**ÉCOLE DES SCIENCES  
INDUSTRIELLES**  
2 Rue des Tanneries PARIS

LEÇONS CONFORMES AUX  
PROGRAMMES OFFICIELS

RENSEIGNEMENTS GRATUITS



## APPRENEZ L'ÉLECTRICITÉ PAR CORRESPONDANCE



sans connaître  
les mathématiques

**T**OUS les phénomènes électriques ainsi que leurs applications industrielles et ménagères les plus récentes 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 par tous et toutes. Les formules de calcul sont indiquées avec la manière de les utiliser. En dix mois vous serez à même de résoudre tous les problèmes.

Ce cours s'adresse aux praticiens de l'électricité, aux radioélectriciens, aux mécaniciens, aux 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 le bon ci-contre. - Joindre 6 frs en timbres.

**COURS  
PRATIQUE  
D'ÉLECTRICITÉ**  
222, Boul. Péreire, PARIS-17<sup>e</sup>

**BON**  
pour la  
documentation  
73

PUBL. BONNANGE

**LIBRAIRIE  
SCIENCES et LOISIRS**

AUTOMOBILE - AVIATION - CINÉMA - MA  
ÉLECTRICITÉ - ÉLEVAGE - ENSEIGNEMENT  
RADIO - TÉLÉVISION  
MÉCANIQUE - PHOTO  
DESSIN - DICTIONNAIRE

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

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

JEU DE SOCIÉTÉ - ASTROLOGIE - YACHTING - EXPÉDITIONS IMMÉDIATES FRANCE ET COLONIES.

MENUISERIE - TÉLÉPHONIE - PHILOSOPHIE - RADIESTHÉSIE - SCIENCE D'AMATEURS - LANGUES ÉTRANGÈRES - JARDINAGE

17, AV. de la RÉPUBLIQUE  
PARIS (XI<sup>e</sup>) Métro: République

*La Librairie de Paris*  
au Service de toute la France!

## 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.

**ÉTUDES PRIMAIRES OU SECONDAIRES.** — Des centaines de brillants succès au B. E., au B. E. P. S., au Baccalauréat, établissent la haute efficacité des méthodes de l'École des Sciences et Arts. — Brochure gratuite n° R 28300.

**NOS COURS D'ORTHOGRAPHE ET DE RÉDACTION** vous assureront une connaissance solide de votre langue maternelle, un style correct, clair, élégant. — Notice gratuite n° R 28301.

**LES COURS DE FORMATION SCIENTIFIQUE** vous permettront de compléter vos connaissances en Mathématiques, Physique, Chimie, etc. — Notice gratuite n° R 28302.

**DESSIN INDUSTRIEL.** — Préparez-vous à un Certificat d'aptitude professionnelle, ou directement à l'exercice de la profession de Dessinateur dans l'Industrie et le Bâtiment. — Notice gratuite n° R 28303.

**CARRIÈRES COMMERCIALES.** — Nos Cours de Commerce et de Comptabilité constituent la meilleure des préparations à ces carrières comme aux Certificats d'aptitude professionnelle. — Notice gratuite n° R 28304.

**INDUSTRIE.** — Certificats d'aptitude professionnelle. — Notice gratuite n° R 28305.

**RADIO.** — Certificats de Radio de bord (1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classes). — Notice gratuite n° R 28306.

**LA CÉLÈBRE MÉTHODE DE CULTURE MENTALE «DUNAMIS»** permet à chacun de développer toutes ses facultés, d'acquiescer la confiance en soi et

de «forcer le succès». — Notice gratuite n° R 28307.

**LE COURS DE DESSIN ARTISTIQUE**, en vous apprenant d'abord à voir, puis à interpréter votre vision personnelle, vous donnera la formation complète de l'artiste et l'accès aux plus brillantes carrières. — Notice gratuite n° R 28308.

**PHONOPOLYLOTTE** vous apprendra, par le phonographe, à parler, à comprendre, lire, écrire l'Anglais, l'Espagnol, l'Allemand, l'Italien. — Notice gratuite n° R 28309.

**LE COURS D'ÉLOQUENCE** vous mettra en mesure d'improviser une allocution émouvante, de composer un discours persuasif. — Notice gratuite n° R 28310.

**LE COURS DE PUBLICITÉ** vous permettra soit de vous assurer dans cette branche un brillant avenir, soit de donner à vos affaires le maximum de développement. — Notice gratuite n° R 28311.

**LE COURS DE FORMATION MUSICALE** fera de vous un musicien complet, capable de déchiffrer n'importe quelle œuvre, non seulement maître de la technique musicale, mais averti de toutes les questions d'histoire et d'esthétique. — Notice gratuite n° R 28312.

**LE COURS D'INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES** est le guide sûr de tous ceux qui veulent savoir comment se posent et comment peuvent être résolus les grands problèmes de la liberté humaine, de l'immortalité de l'âme, etc. — Notice gratuite n° R 28313.

**FONCTIONS PUBLIQUES.** — Nous vous recommandons les situations de l'Administration des P. T. T.: Commis masculin ou Commis féminin, Contrôleur stagiaire. — Notice gratuite n° R 28314.

**ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS**

16, rue du Général-Mallette, PARIS (16<sup>e</sup>).

# PROTESTEZ!

N'acceptez pas que les événements vous imposent une destinée non conforme à vos aspirations. Si vous subissez les arrêts du sort, vous serez un « vaincu ». Réagissez. Faites face à la vie. Tirez parti des circonstances et de vous-même. Vous deviendrez un **CHEF**.

La pratique de la **MÉTHODE PELMAN**, selon son cours d'éducation psychologique par correspondance, vous donnera énergie, courage, assurance, initiative, autorité, méthode.

Hommes, femmes, jeunes gens, bénéficiez de 55 ans d'expérience mondiale. Demandez à **L'INSTITUT PELMAN** sa documentation VI-12.

## INSTITUT PELMAN

176, boulevard Haussmann, PARIS (8<sup>e</sup>)

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

Toute correspondance reçue ou envoyée et toutes nos consultations sont strictement confidentielles.



**INSTITUT  
ELECTRO-RADIO**  
6, RUE DE TEHÉRAN - PARIS 8<sup>e</sup>  
prépare  
**PAR CORRESPONDANCE**  
à toutes les carrières de  
**L'ÉLECTRICITÉ :**  
**RADIO  
CINÉMA - TÉLÉVISION**  
**VOTRE AVENIR  
EST DANS CE  
LIVRE**

**L'ÉLECTRICITÉ  
ET SES  
APPLICATIONS**

**GRATUITEMENT**  
Demandez-nous notre documentation et le  
livre qui décidera de votre carrière



## L'ÉCOLE INTERNATIONALE PAR CORRESPONDANCE DE DESSIN ET DE PEINTURE SERVICE R.S.4 PRINCIPAUTÉ DE MONACO

★ *Album de renseignements  
sur simple demande à l'a-  
dresse ci-dessus. Joindre  
6 frs pour tous frais.*

**UNE GRANDE ÉCOLE D'ART MODERNE**  
*UNE MÉTHODE INCOMPARABLE*  
**UNE ATMOSPHÈRE D'AMITIÉ ET DE CONFIANCE**

CROQUIS  
D'ÉLÈVE



**AVEC VOUS**  
jusqu'au *Succès final!*

**RADIO-CINÉMA-AVIATION**

**JEUNES GENS... JEUNES FILLES...**

Ces carrières modernes répondent bien à vos aspirations... **PRÉPAREZ-LES**

**PAR CORRESPONDANCE**

Notre organisation spécialisée sera toute 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 CINÉMATOGRAPHIQUE**  
(Opérateurs photographes, de projection, de prise de vue, du son, script-girls, assistantes, ou de production.)

**ÉCOLE GÉNÉRALE AÉRONAUTIQUE**  
(Pilotes, navigateurs, radios, mécaniciens, techniciens.)

Documentation S. V. gratuite



**CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES & ARTISTIQUES DE PARIS**

69, RUE VALLIER - LEVALLOIS (SEINE)

**ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE**

**ÉCOLE DU GENIE CIVIL**  
152, avenue de Wagram-Paris (17<sup>e</sup>)

**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, les Constructions aéronautiques et l'Électricité. Les cours de l'École s'adressent aux élèves des lycées, des écoles professionnelles, ainsi qu'aux apprentis et techniciens de l'Industrie.

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

**AVIATION CIVILE** Brevets de navigateurs aériens de Mécaniciens d'aéronefs et de Pilotes. Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs adjoints.

Envoi de programme contre 10 francs en timbres.

**ÉCOLE DE T. S. F.**  
3, rue du Lycée - Nice

**JEUNES GENS !**

Les meilleures situations, les plus nombreuses, les plus rapides, les mieux payées, les plus attrayantes...

sont dans la **RADIO**

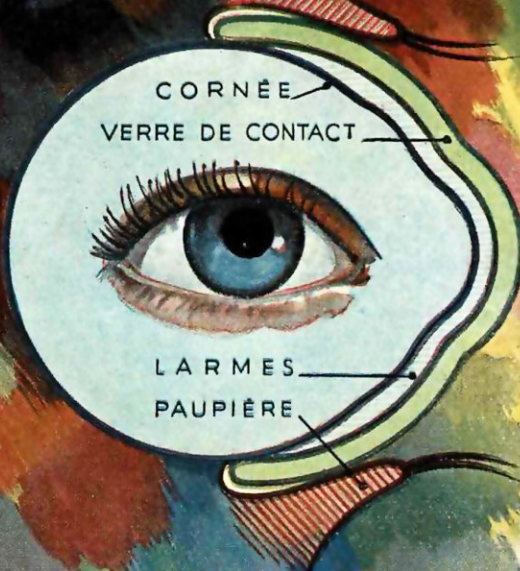
P. T. T., AVIATION, MARINE, NAVIGATION AÉRIENNE, COLONIES, DÉFENSE DU TERRITOIRE, POLICE DÉPANNAGE, CONSTRUCTION INDUSTRIELLE, TÉLÉVISION, CINÉMA.

**COURS SCIENTIFIQUES, TECHNIQUES, PRATIQUES, PAR CORRESPONDANCE**

Les élèves reçoivent des devoirs qui leur sont corrigés et des cours spécialisés. Enseignement conçu d'après les méthodes les plus modernes, perfectionnées depuis 1908.

Tous nos cours comportent des exercices pratiques chez soi : lecture au son, manipulation, montage et construction de poste.

Envoi de programme contre 10 francs en timbres.



CORRECTION  
D'UN KÉRATOCÔNE

# LES VERRES DE CONTACT

Cupules en matière plastique incassable et transparente, se portant sur l'œil sous les paupières. Ce sont des lunettes invisibles, laissant aux yeux toute leur personnalité, au visage sa grâce. Remarquable progrès en optique médicale, les verres de contact français **R. A. DUDRAGNE** corrigent scientifiquement tous les défauts des yeux.

BROCHURE ET PRIX SUR DEMANDE.

## R. A. DUDRAGNE

INGÉNIEUR-OPTICIEN DIPLOMÉ DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'OPTIQUE

49, BOULEVARD DE COURCELLES

PARIS - 8<sup>e</sup>



MOULAGE DE L'ŒIL



MOULE D'UN ŒIL



FABRICATION DU VERRE



POSE DU VERRE



UN VERRE DE CONTACT