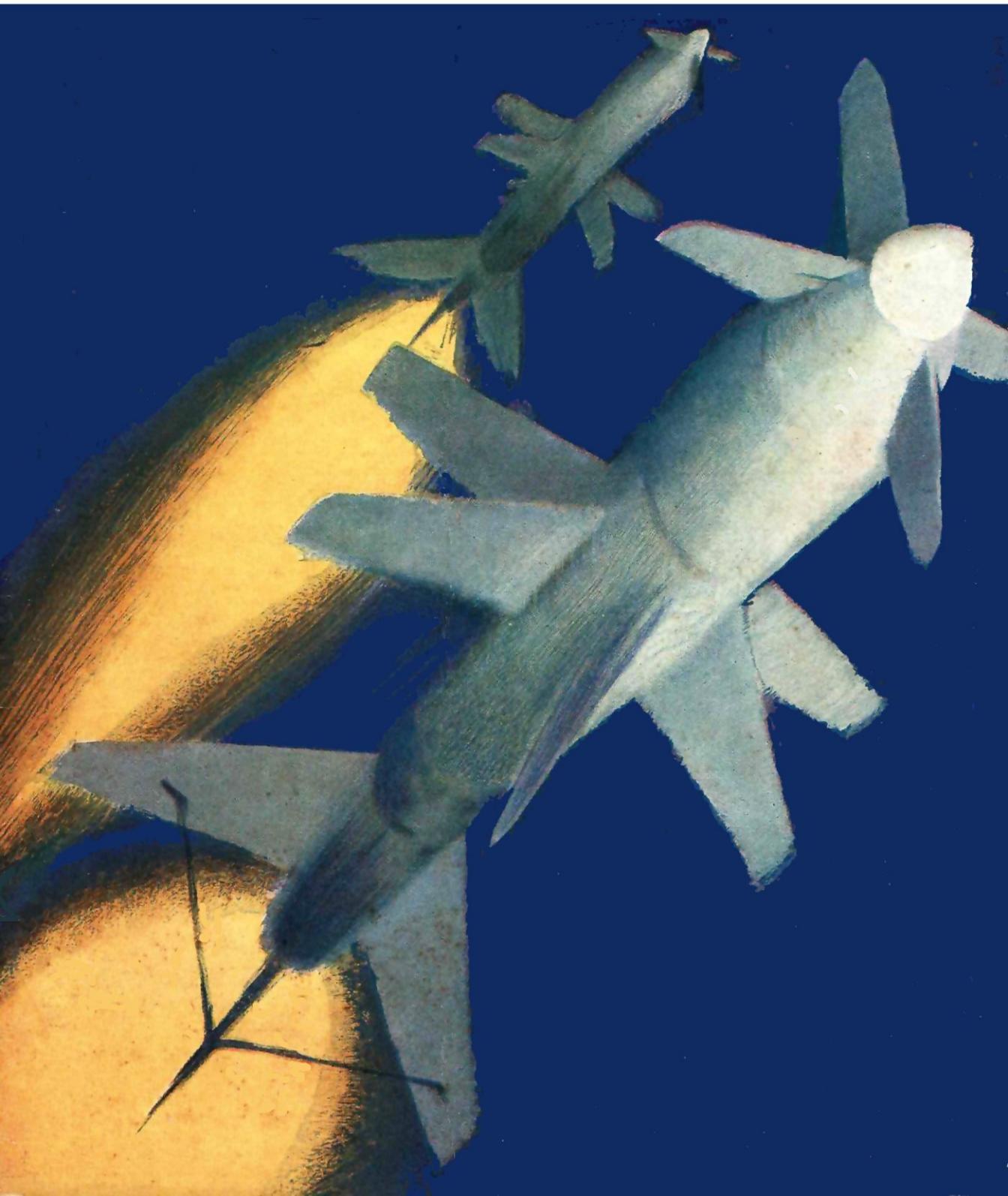


# SCIENCE ET VIE

FÉVRIER 1946

N° 341

20 FRANCS



# Bénéficier...

toute votre vie du renom d'une Grande Ecole Technique

# Devenez...

un de ces spécialistes si recherchés, un technicien compétent,

# En suivant...

les cours de l'



# ECOLE CENTRALE DE T.S.F.

## 12, RUE DE LA LUNE PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR  
OU PAR CORRESPONDANCE

*Demander le Guide des Carrières gratuit*

## 'LE DESSIN FACILE'

enseigne PAR CORRESPONDANCE  
tous les genres de dessin

*pour les adultes*

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

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

*pour les enfants*

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

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

*dessin d'illustration*

■ Cours spécial préparant au métier très attrayant d'illustrateur de livre, revues, journaux, etc...

■ 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 véritable créateur de l'enseignement du dessin par correspondance qu'il pratique depuis 24 ans. Les témoignages enthousiastes de ses élèves prouvent chaque jour leur efficacité.

Demandez la brochure de renseignements illustrée en indiquant le genre qui vous intéresse ; envoyez ou recopiez le bon ci-contre. Joindre 6 francs en timbres.

**BON**

SV-12

**"LE DESSIN FACILE"**

11, RUE KEPPLER - PARIS - 16<sup>e</sup>

## LE DESSIN INDUSTRIEL

### MÉTIER D'AVENIR

Chez vous, à temps perdu, apprenez par correspondance le DESSIN INDUSTRIEL par les célèbres méthodes de l'Ecole 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 73 (Section dessin industriel) 11 rue Keppler, Paris-16<sup>e</sup> (Joindre 6 frs 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. 93.300.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

**BROCHURE L. 93.301.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

**BROCHURE L. 93.302.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

**BROCHURE L. 93.303.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

**BROCHURE L. 93.304.** — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

**BROCHURE L. 93.305.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 93.306.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

**BROCHURE L. 93.307.** — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 93.308.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

**BROCHURE L. 93.309.** — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

**BROCHURE L. 93.310.** — CARRIÈRES de L'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

**BROCHURE L. 93.311.** — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

**BROCHURE L. 93.312.** — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

**BROCHURE L. 93.313.** — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, bibliothèque, etc...).

**BROCHURE L. 93.314.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

**BROCHURE L. 93.315.** — ARTS DU DES- SIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

**BROCHURE L. 93.316.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc...

**BROCHURE L. 93.317.** — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

**BROCHURE L. 93.318.** — CARRIÈRES DU CINÉMA.

**ÉCOLE UNIVERSELLE**  
59, boulevard Exelmans, PARIS

## PARLER ANGLAIS RAPIDEMENT, FACILEMENT



H. G. WELLS

AUTEUR DE LA « GUERRE DES MONDES », A ÉCRIT :

« Vous avez rendu possible, avec une dépense d'énergie assez réduite et sans professeur, à un élève attentif, de comprendre une langue étrangère lorsqu'on la parle et de la parler compréhensiblement. »

« Rien de semblable n'a jamais été possible auparavant. »

à répéter infatigablement, il vous sera facile de vous débrouiller en anglais en quelques semaines et de parler couramment en quelques mois.

Documentez-vous aujourd'hui même sur la méthode Linguaphone ; une brochure a été créée spécialement pour tous ceux qui veulent comprendre et parler rapidement l'anglais, l'allemand, l'espagnol, le russe ; demandez-la en retournant le bon ci-dessous (joindre 6 fr. en timbres pour frais d'envoi).

### ESSAI GRATUIT DE 8 JOURS

C'est aujourd'hui votre intérêt et votre devoir de parler anglais. Du reste, avant de vous inscrire, vous pouvez faire un essai gratuit chez vous.

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 vous déplacer, téléphonez à ELY. 30-74 ou retournez-nous le bon ci-contre.

## LINGUAPHONE INSTITUT DE LANGUES

12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS-8<sup>e</sup>

Monsieur le Directeur,

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

NOM.....

ADRESSE.....

Et, surtout, écrivez-nous avec détails : C. B. 14 langue qui vous intéresse, but poursuivi, nous répondrons à vos questions.

# PAS D'INUTILES !

L'argent qui dort est inutile.  
 Dans votre intérêt, dans ce-  
 lui du pays, faites-le tra-  
 vailler en souscrivant des  
 Bons de la Libération.

*Jeunes gens!*



ASSUREZ VOTRE AVENIR  
 EN DEVENANT  
**RADIO-TECHNICIEN**  
*sans quitter votre emploi*

EN SUIVANT LES COURS  
 PAR CORRESPONDANCE DE

*L'École Technique  
 de Radio-Électricité  
 et de Sciences appliquées  
 2, rue du Sablé  
 Levallois*

PUBL. DOULCET

PUBL. BONNANGE

AUTOMOBILE - AVIATION - CINÉMA - MA  
 ELECTRICITÉ - ÉLEVAGE - ENSEIGNEME  
 RADIO - TÉLÉVISION  
 MÉCANIQUE - PHOTO  
 DESSIN - DICTIONNAI

**LIBRAIRIE**

**SCIENCES et LOISIRS**

LE PLUS  
 GRAND CHOIX D'OUVRAGES  
 TECHNIQUES DE VULGARIS  
 RISATION SCIENTIFIQUE  
 ET D'UTILITÉ PRATIQUE.

ENCYCLOPÉDIES :  
 MENT GENERAL  
 JEUX DE SOCIÉTÉ  
 TISME - ASTRO  
 ET YACHTING  
 MENUISERIE  
 TÉLIE - PHILO  
 RADIESTHÉSIE  
 D'AMATEURS - SCIENCES  
 LANGUES ÉTRANGÈRES - JARDINAGE

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

EXPÉDITIONS IMMÉDIATES  
 FRANCE ET COLONIES.

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

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

## OPTIQUE DE GRANDE PRÉCISION



MARQUE DÉPOSÉE

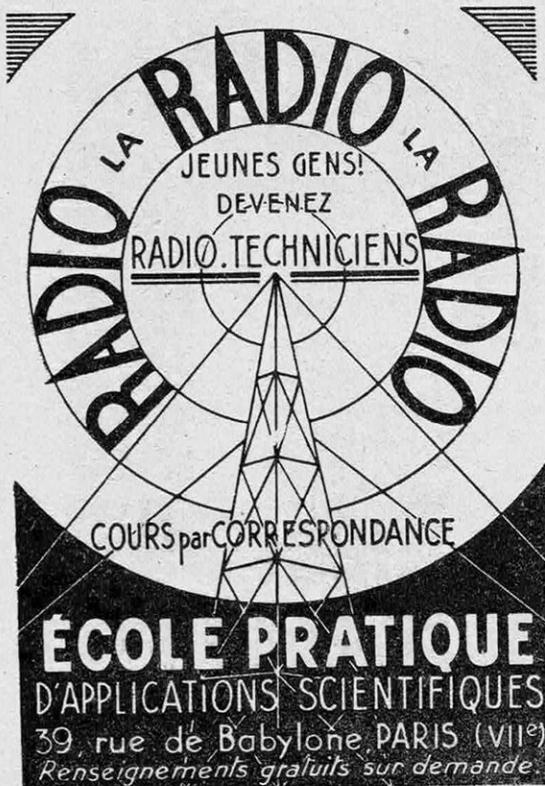
SPECTROGRAPHE à grande luminosité et à grande dispersion destiné à l'étude de l'effet Raman. SPECTROGRAPHE universel à prismes de verre (3.800-8.000 Å). OBJECTIFS SPÉCIAUX pour spectrographes. CONDENSEUR à grande ouverture pour l'effet Raman. VISIONNEUSE destinée à regarder les films petit format. RÉFRACTOMÈTRE pour mesure de la densité ou des matières sèches des jus de betteraves, de tomates, de raisins, etc. LECTOR destiné à la lecture pratique des micro-films. RÉGLE OPTIQUE pour la vérification de planité et d'alignement de haute précision. JUMELLES, LONGUES-VUES BINOCULAIRES. INSTRUMENTS de TOPOGRAPHIE et tous appareils d'optique de haute précision.



SPECTROGRAPHE

PUB.  


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



**LA RADIO LA RADIO**

JEUNES GENS!  
DEVEZ-VOUS  
RADIO TECHNICIENS

COURS par CORRESPONDANCE

**ÉCOLE PRATIQUE  
D'APPLICATIONS SCIENTIFIQUES**  
39, rue de Babylone, PARIS (VII<sup>e</sup>)  
Renseignements gratuits sur demande

# La Main qui Peut Écrire Peut Aussi Dessiner



La méthode A.B.C. élèves de réaliser des croquis rapides, d'après nature, vivants et expressifs, et peu à peu, guidés par leurs professeurs individuels, de prendre conscience de leurs capacités, d'aborder des études plus poussées et d'acquiescer les techniques de véritables professionnels.

Car l'écriture, c'est déjà du dessin et, par la curieuse méthode créée par l'École A. B. C., on se sert justement de l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire pour vous enseigner le dessin.

Dès la première leçon, cette méthode permet aux élèves de réaliser des croquis rapides, d'après nature, vivants et expressifs, et peu à peu, guidés par leurs professeurs individuels, de prendre conscience de leurs capacités, d'aborder des études plus poussées et d'acquiescer les techniques de véritables professionnels.

En dehors de l'enseignement général du dessin, l'École A. B. C. permet à chaque élève, selon son goût et selon le but qu'il poursuit, de se spécialiser dans l'illustration, le dessin humoristique, la décoration, la mode, le paysage, le dessin de publicité, etc., etc., et ceci sans aucun supplément de prix.

C'est donc à vous que nous nous adressons en vous disant : quels que soient votre âge, votre situation, votre résidence et même si vous n'avez jamais tenu un crayon, vous pouvez apprendre très rapidement à dessiner grâce à la Méthode A. B. C., et c'est dans les deux premières heures de vos études que vous apprendrez comment on dessine.

Un album luxueusement édité, contenant de nombreux croquis et dessins faits par les élèves, montre le résultat qu'ils obtiennent, donne le programme et tous les renseignements désirés sur le fonctionnement des cours et les conditions d'inscription.

Demandez cet album offert gracieusement.



...et fait aussi de ses élèves de véritables professionnels.

## ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN

12, r. Lincoln (Ch.-Élys.), PARIS-8<sup>e</sup>, Service C.B. 40

Veillez m'envoyer, sans engagement, votre album illustré donnant tous renseignements sur la Méthode A. B. C. (ci-joint 6 fr. en timbres pour frais d'envoi).

NOM .....

ADRESSE .....

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

# 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'École 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

CH. LEMONNIER,  
95

*Contre la pluie et l'humidité...*

**ASFEUTROÏD**  
PROTÈGE EFFICACEMENT  
ET POUR LONGTEMPS  
C'est la couverture  
ou le revêtement  
le plus ÉCONOMIQUE  
En vente chez votre marchand de  
matériaux et chez votre Quincaillier.

**L'ASFEUTROÏD**  
le feutre asphalté solide

USINE A  
MONTSOULT

216, RUE LECOURBE. PARIS 15<sup>e</sup>

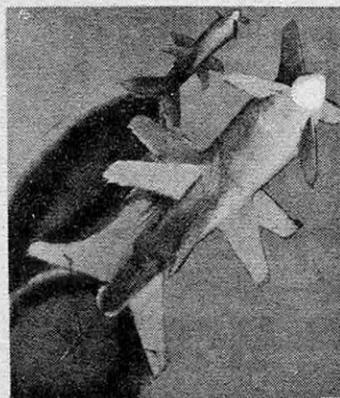
# SCIENCE ET VIE

Tome LXIX - N° 341

Février 1946

## SOMMAIRE

- ★ Cuirassé ou porte-avions ? par Camille Rougeron..... 51
- ★ La sous-alimentation et ses conséquences en pathologie humaine, par le D<sup>r</sup> Marcel Conti..... 60
- ★ Les derniers types de bombes planantes et volantes télécommandées, par André Fournier..... 67
- ★ La Science au secours des cultures, par F. Lemoyne ..... 77
- ★ Le « Génie de l'Air » dans la bataille, par Marcel Montamat ... 83
- ★ Le record de vitesse du Gloster « Meteor », par Robert Maucourt..... 90
- ★ Les A Côté de la Science, par V. Rubor..... 94



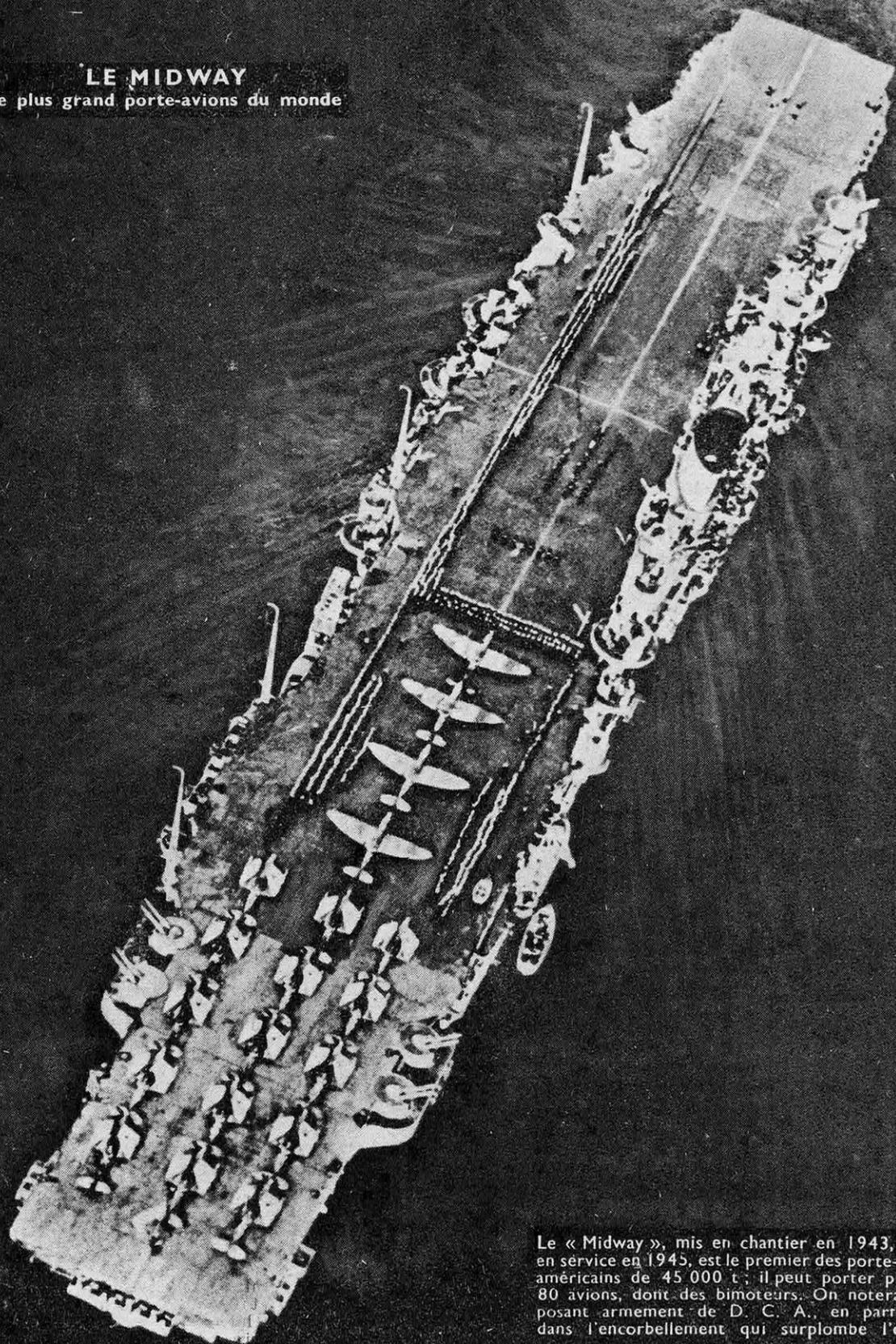
Si une nouvelle guerre devait se produire, elle se déroulerait sans aucun doute d'une façon très différente, techniquement parlant, de celle qui vient de se terminer, car nombre d'innovations techniques n'ont pas eu le temps matériel d'atteindre un développement à grande échelle. Ainsi le projectile-fusée guidé par radio, dont l'emploi commençait à bouleverser la guerre aérienne et navale, constitue-t-il une des nouveautés les plus révolutionnaires de la technique militaire. Quelles que soient leurs manœuvres de dérobement, le navire et même l'avion seront rattrapés par ces projectiles ultrarapides dirigés infailliblement vers leur but. Les usines seront bombardées de continent à continent par des fusées analogues dont la puissance de destruction sera multipliée par l'emploi de l'énergie atomique. La couverture du présent numéro représente la « Rheintochter » (Fille du Rhin), une des nombreuses armes secrètes expérimentées par les Allemands. C'est un projectile de D. C. A. radioguidé, dont la vitesse est le double de celle du son. (Voir l'article page 67 de ce numéro.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne. Administration, Rédaction, 5, rue de La Baume, Paris (VIII<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 », Février mil neuf cent quarante-six. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B.

**ABONNEMENTS.** — Affranchissement simple : France et Colonies, 200 francs ; Étranger, 350 francs. Seuls, les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virements) sont acceptés. Compte de chèques postaux : PARIS 91-07.

Tout changement d'adresse doit être accompagné de 5 francs en timbres et de la dernière bande d'envoi. La table générale des matières des vingt premières années (n° 1 à 186) est envoyée franco contre 25 francs.

**LE MIDWAY**  
le plus grand porte-avions du monde



Le « Midway », mis en chantier en 1943, entré en service en 1945, est le premier des porte-avions américains de 45 000 t ; il peut porter plus de 80 avions, dont des bimoteurs. On notera l'imposant armement de D. C. A., en particulier dans l'encorbellement qui surplombe l'étrave.

# CUIRASSÉ OU PORTE-AVIONS ?

par Camille ROUGERON

*La lutte entre le cuirassé et le porte-avions fut un des épisodes les plus fréquents des rencontres navales qui eurent lieu dans les mers d'Europe et surtout dans le Pacifique ; il est actuellement admis qu'une escadre cuirassée ne se conçoit plus sans un accompagnement de porte-avions. Mais certains vont plus loin et soutiennent, d'après l'étude des rencontres auxquelles ont participé, séparément ou en liaison, les deux types de navires, que le porte-avions n'a pas besoin de cuirassé pour exécuter ses missions. Verrons-nous un jour des flottes où tous les grands bâtiments seront des porte-avions ?*

## De l'art d'employer les armes inutiles

**O**PÉRANT AUX côtés du tigre, le renard de la fable n'avait aucune peine à se faire passer pour le plus redoutable des animaux. Il venait de découvrir le principe qui est à la base du « tandem cuirassé-porte-avions », ou de la « Task Force » qui permet à un nombre plus élevé encore de bâtiments de ces deux types de collaborer pour leur plus grande gloire commune.

L'attitude du marin traditionaliste en face du problème plus actuel que jamais de la « liaison des armes » ne lui est pas particulière. Il n'est pas seul à prétendre justifier le maintien des armes anciennes en les faisant entrer dans des combinaisons où leurs faiblesses passent inaperçues, si les armes nouvelles qu'on leur adjoint sont assez efficaces. Mais c'est peut-être vingt-cinq années d'un succès trop complet dans cette technique de la conservation des matériels périmés qui vaut aux marines quelques difficultés pour échapper à un bouleversement radical.

La guerre de 1914-1918 n'avait pas été favorable à l'avenir de la cavalerie. Même pendant la période qui précéda la stabilisation des fronts, la mobilité du cavalier et sa puissance de choc n'avaient pas donné tout ce qu'on en espérait. La guerre de tranchées lui laissait moins de chances encore : voyait-on sa monture équipée d'un masque à gaz se dépêtrant d'un réseau de fils de fer ? Les premiers succès de chars achevaient de déconsidérer le cheval : comment égalait un concurrent qui joignait à la mobilité et à la puissance de choc une puissance de feu et un blindage qui défiaient l'infanterie ? Cependant, le cavalier ne se tint pas pour battu. Il insista sur les faiblesses du véhicule mécanisé : que ferait un char en forêt, en montagne, dans un terrain marécageux ? Au surplus, il ne repoussait pas la collaboration entre le cheval et le moteur, et, comme le fantassin était encore moins enthousiaste pour se réserver le monopole de la mécanisation, on vit quelques armées, dont la nôtre, constituer des unités mixtes. La plus noble conquête de l'homme était sauvée. A l'usage, on trouva bien que ces unités étaient insuffisamment étoffées en véhicules mécaniques. Mais le cavalier eut l'intelligence de comprendre qu'il lui fallait sacrifier son vieux compagnon s'il ne voulait point disparaître lui-même, et il se trouve aujourd'hui en possession de l'arme blindée.

L'aviation, malgré sa jeunesse, n'est pas à

l'abri de ces soucis. A la suite de Douhet, les spécialistes du bombardement crurent longtemps pouvoir exécuter leurs missions, avec des pertes acceptables, au moyen de bombardiers lourds. Les quelques succès du début furent à l'origine des gros programmes de construction anglais et américains qui battaient leur plein lorsque, en 1943 et 1944, les pertes provoquées par la chasse et la D. C. A. allemandes commencèrent à devenir inquiétantes. En même temps, le chasseur-bombardier se montrait capable de transporter à bien moindre risque des tonnages de bombes importants à grande distance. Allait-on bouleverser à la fois les programmes de fabrication des appareils et ceux d'instruction du personnel ? Les aviations alliées avaient heureusement une maîtrise indiscutée aussi bien en chasse qu'en bombardement. Il suffisait de faire accompagner les bombardiers lourds par des chasseurs d'escorte au lieu d'utiliser ces appareils comme chasseurs-bombardiers. Bien qu'on y perdit en rendement, la solution fut admise. Mais la question reste posée, et la survivance du bombardier lourd dans la plupart des missions qui lui furent confiées entre 1939 et 1945, devant les avions-fusées avec ou sans équipage, reste un des plus graves problèmes de l'aviation de demain.

La plupart des marines n'avaient guère mieux accueilli l'intervention de l'avion dans la guerre navale que le cavalier ne l'avait fait pour le char ou le spécialiste en bombardement pour le chasseur-bombardier. Les défenseurs du cuirassé, inquiets aux premiers mois de la guerre, commençaient à reprendre courage. Assurément, Tarente ne prouvait guère la résistance à la torpille des navires de ligne italiens, mais plusieurs explications satisfaisantes, dont la surprise, pouvaient être données de l'événement. L'affaire de Crète bouleversait les présences jusqu'alors admises en matière de maîtrise de la mer et de maîtrise de l'air, mais on pouvait soutenir que le cuirassé, resté en rade d'Alexandrie, n'était pas directement en cause. L'année 1941 allait s'écouler sans qu'aucun navire de ligne ait été victime de l'avion, lorsque, brusquement, le double désastre des cuirassés américains et britanniques à Pearl Harbor et sur les côtes de Malaisie vint tout remettre en question. L'avion menaçait de devenir le roi des mers. Il était urgent de lui faire une petite place si l'on ne voulait pas risquer qu'il n'en laissât aucune au grand bâtiment.

Engagés seuls, faute de cuirassés, les porte-

avions américains, qui avaient heureusement échappé au désastre de Pearl Harbor, se distinguèrent en mer de Corail et devant Midway. Mais les réparations de navires avariés et les constructions neuves rétablissaient la supériorité américaine en navires de ligne. On ne pouvait les laisser au port pendant que travaillaient les porte-avions, qui commençaient d'ailleurs à souffrir. En Europe, la situation de la marine britannique était semblable : excès de cuirassés, insuffisance de porte-avions. On se mit à détacher un cuirassé auprès de chaque porte-avions, que celui-ci fût employé à l'escorte des convois ou à des opérations indépendantes. La multiplication des porte-avions de tous types au cours des années 1943 et 1944 permit d'en attribuer à tous les convois, et de constituer avec les autres des « Task Forces » d'effectifs variés, où le porte-avions et le cuirassé se prêtaient une aide mutuelle. La marine japonaise avait d'ailleurs précédé les marines alliées dans cette voie, avec les « forces navales d'attaque » qu'elle employa lors de son avance dans les mers du Sud.

Appuyé par le cuirassé, ou intégré dans cet « échiquier naval » dont le cuirassé n'est qu'un des éléments, le porte-avions accomplit sa mission comme avant. Mais, de temps à autre, quand ses appareils avaient mis à mal quelque navire, un signal leur intimait l'ordre de laisser à d'autres le soin de l'achever. Si l'*Ark Royal* avait été seul contre le *Bismarck* que ses avions venaient de désemparer, ils en seraient probablement venus à bout, mais les torpilleurs, croiseurs et cuirassés de la « Home Fleet » voulaient leur part de succès (1). Après avoir coulé les quatre porte-avions japonais qui venaient du nord, au cours de la bataille des Philippines des 24-25 octobre 1944, les porte-avions de la « Task Force »

(1) On affirme que M. Churchill, consulté télégraphiquement, la leur accorda.

de l'amiral Mitscher auraient probablement fait subir le même sort aux cuirassés qui les accompagnaient, si l'on n'avait eu un besoin urgent de leurs avions en un autre point du champ de bataille.

Si l'on devait se prononcer sur le rôle respectif du cuirassé et du porte-avions au cours d'une seule rencontre où toutes les pièces de « l'échiquier naval » auraient joué leur partie, l'interprétation pourrait prêter à controverse. Mais rarement guerre aura comporté autant de batailles dont les enseignements valent l'examen. Pendant des années, les événements ont été plus forts que les intentions des hommes, et la lutte n'a pas toujours pu être conduite en vue de confirmer la pérennité des principes de la stratégie navale traditionnelle. Pour apprécier ces dizaines de rencontres, la vieille méthode cartésienne de la décomposition des problèmes en leurs éléments simples triomphe : nous en trouverons certaines où l'un des adversaires a cru devoir engager le cuirassé seul, d'autres où il n'a disposé que de porte-avions, d'autres enfin où il a pu réunir cuirassé et porte-avions. Il serait bien extraordinaire que de leur examen méthodique ne se détachât pas quelque loi.

### Le cuirassé sans porte-avions

Le cuirassé s'est trouvé fréquemment engagé contre les avions basés à terre, ou contre les appareils d'un porte-avions, sans être lui-même appuyé par l'aviation. C'était, presque toujours, parce qu'il n'en avait point à sa disposition ; plus rarement, comme ce fut le cas pour le *Prince of Wales* et le *Repulse* sur les côtes de Malaisie, par excès de confiance. L'affaire a régulièrement fort mal tourné pour le cuirassé placé dans cette situation.

Dans la nuit du 11 au 12 novembre 1940, cinq navires de ligne et la plupart des croiseurs de la flotte italienne se trouvaient en rade de

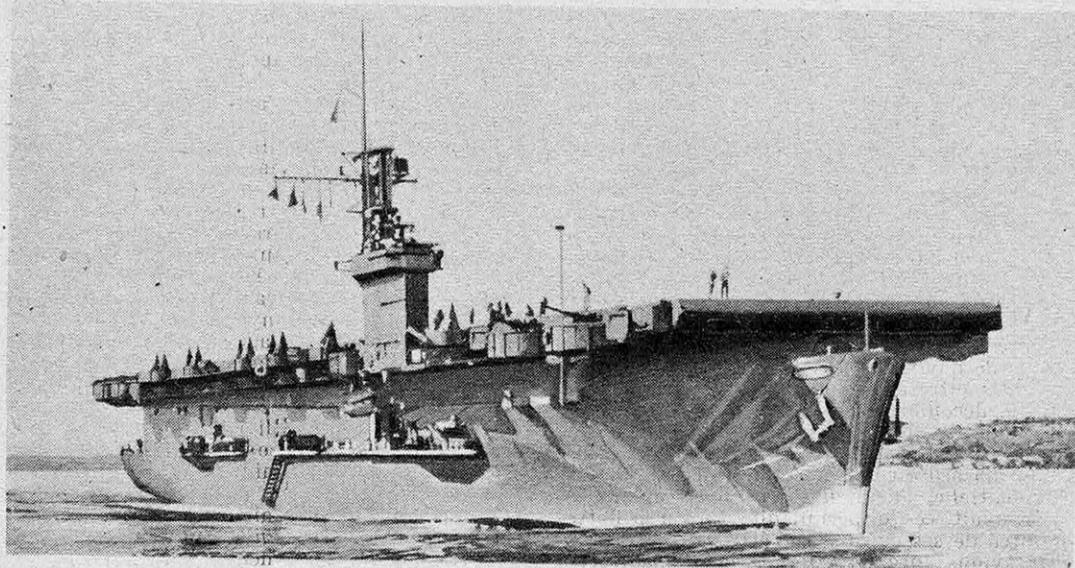


FIG. 1. — UN PORTE-AVIONS D'ESCORTE TYPE « CASABLANCA »

Le Casablanca, construit aux chantiers Kayser, est le premier d'une série de 50 porte-avions d'escorte de la marine américaine, étudiés à l'origine pour le transport de chasseurs-bombardiers. Ses caractéristiques sont les suivantes : déplacement, 11 976 t ; longueur, 157 m ; largeur, 20,2 m ; tirant d'eau, 8,70 m ; puissance, 8 500 ch ; vitesse, 16,5 nœuds ; nombre d'avions, 30.

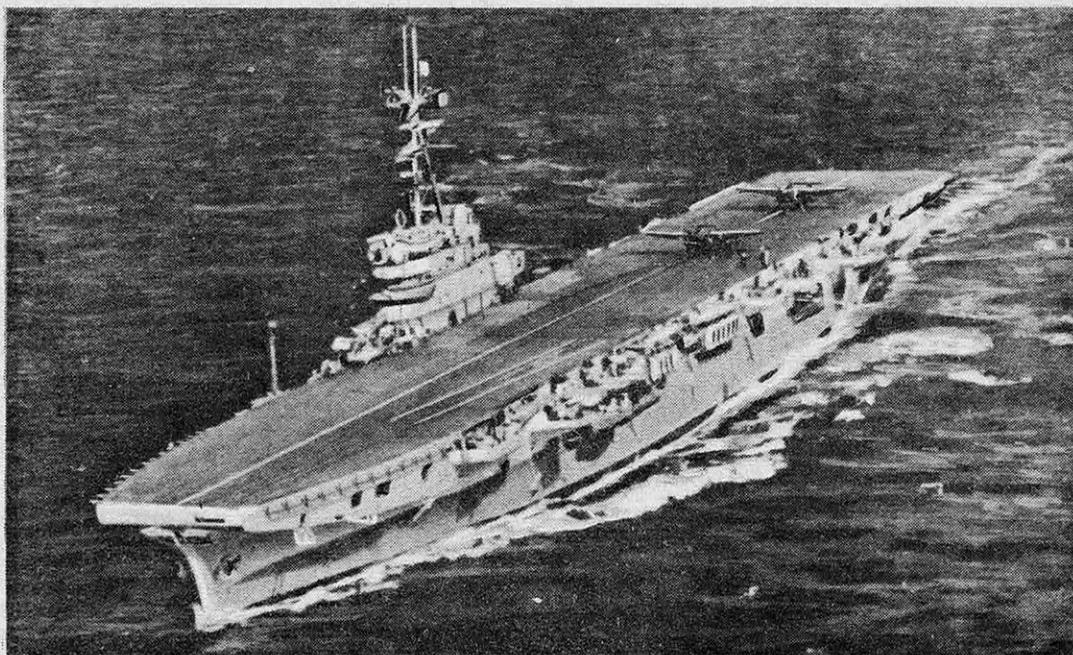


FIG. 2. — LE H. M. S. « VENERABLE », LE PLUS RÉCENT TYPE DE PORTE-AVIONS BRITANNIQUE EN SERVICE

Le *Venerable*, de 14 000 t, est du type le plus récent de porte-avions britannique. C'est un « light fleet carrier », donc un porte-avions léger de combat, de déplacement à peine supérieur au « carrier escort », porte-avions d'escorte. Sa longueur est de 212,30 m ; sa largeur, de 24,38 m ; son tirant d'eau, de 7 m. Son armement d'avions comporte 33 chasseurs et appareils à triple mission de bombardement, torpillage et reconnaissance. Ce type de porte-avions a été étudié spécialement en vue des opérations en Extrême-Orient.

Tarente lorsqu'apparurent les avions de l'*Illustrious*. Ni le barrage de ballons, qui était en place, ni la D. C. A. de la première des bases navales italiennes, ni la puissante artillerie de défense des bâtiments au mouillage ne purent sauver les navires attaqués. Trois cuirassés, le *Littorio*, le *Cavour* et le *Diulio*, deux croiseurs lourds et quelques bâtiments de moindre importance furent gravement atteints. La balance des forces navales en Méditerranée était définitivement renversée.

Faute de pouvoir apporter à la Grèce une aide sérieuse sur terre, la Grande-Bretagne avait fait en mai 1941 un gros effort naval et aérien pour éviter l'invasion de la Crète. La conquête de ses terrains obligea la R. A. F. à se replier en Égypte. Restée seule en face de la « Luftwaffe », la « Royal Navy » tenta de résister. Il lui en coûta cher, et après avoir perdu en une semaine une dizaine de navires dont trois croiseurs, elle dut replier les autres, fort mal en point, à Alexandrie.

Le 7 décembre 1941, le gros des cuirassés américains — huit navires de ligne sur quatorze — était concentré à Pearl Harbor. Mais, par un hasard où l'on a voulu voir une chance providentielle, aucun des sept porte-avions ne s'y trouvait, ce qui permit plus tard à la flotte, amputée de ses cuirassés, d'être sauvée par ses porte-avions intacts. Alignés en rangs serrés sur leurs terrains par crainte des sabotages, les avions de l'armée et de la marine furent détruits ou immobilisés par les premières bombes. Réduits à leurs propres moyens de défense, à ceux des croiseurs et des torpilleurs rangés à

quai, et à la D. C. A. de la base, les huit cuirassés de la « Pacific Fleet » étaient mis hors de combat en moins de deux heures.

Le lendemain, le *Prince of Wales*, le *Repulse* et quatre torpilleurs, qui constituaient l'« Eastern Fleet » britannique, appareillaient de Singapour pour surprendre les transports japonais devant Kota Bharu. L'amiral Philipps ne doutait point qu'à défaut d'une escorte aérienne le temps bouché lui faciliterait sa mission. Quelques avions de reconnaissance japonais, aperçus dans une éclaircie, le dissuadèrent cependant de continuer. Il rentra vers Singapour lorsque, le 10 décembre, à 11 heures, apparurent les avions bombardiers et torpilleurs japonais. A 12 h 20, les bâtiments d'escorte repêchaient les survivants des deux navires de ligne britanniques envoyés au fond.

Privée de la plus grande partie de ses porte-avions à la suite des batailles de la mer de Corail et de Midway, la marine japonaise dut à son tour lancer ses cuirassés à l'attaque sans pouvoir leur fournir d'appui aérien.

Elle commença au cours de deux opérations de nuit contre le terrain de Henderson Field, à Guadalcanal, du 11 au 15 novembre 1942. Quatre cuirassés japonais, le *Kongo*, le *Haruna*, le *Hiyei* et le *Kirishima* tentèrent d'appuyer au canon le débarquement d'une division. Une « Task Force » bien modeste en porte-avions, reconstituée par l'amiral Halsey autour de l'*Enterprise*, avec les trois cuirassés *Washington*, *North Carolina* et *South Dakota*, réussit à torpiller le *Hiyei* avec ses avions, pendant que

l'aviation basée à Espiritu Santo dispersait le convoi ou l'obligeait à s'échouer.

A la bataille des Philippines du 24-25 octobre 1944, deux des trois escadres japonaises engagées ne disposaient pas de porte-avions. Les deux cuirassés *Fuso* et *Yamashiro* qui composaient celle du sud ne purent franchir le détroit de Surigao, défendu par des destroyers, des vedettes et de l'aviation, et furent coulés. Les cinq autres, qui constituaient l'escadre du centre, se heurtèrent aux porte-avions de l'amiral Halsey. L'un des cuirassés de 45 000 t, le *Musashi*, fut gravement endommagé et coulé par la suite, en même temps que deux croiseurs lourds, au cours de la traversée du détroit de San Bernardino. Les autres réussirent cependant, à l'aube du 25 octobre, à venir au contact du groupe des six porte-avions d'escorte de l'amiral Sprague qui protégeaient le débarquement de Leyte, et qui tinrent pendant deux heures et demie sous le feu des cuirassés japonais en perdant deux unités seulement. L'arrivée des porte-avions de combat de l'amiral Halsey leur fit lâcher prise.

Le 6 avril 1945, au cours du plus gros effort fait par la marine japonaise pour dégager Okinawa, après l'échec de six cents avions-suicide, le *Yamato*, cuirassé de 45 000 t, partit seul, sans porte-avions, à l'assaut des positions américaines. Il en était encore à quelques centaines de kilomètres, au débouché de Kiou-Shou, lorsque

seize bombes et torpilles d'avions de la « Carrier Force » de l'amiral Halsey l'envoyèrent au fond.

Il n'est peut-être pas excessif d'ajouter aux résultats de ces engagements ceux de quelques rencontres qui n'eurent pas lieu. Pendant plusieurs années, la marine japonaise, qui devait son avance dans les mers du Sud à ses porte-avions, et les avait perdus dans leurs derniers efforts, vit les « Task Forces » américaines pénétrer d'archipel en archipel jusqu'au cœur même du Japon et en bombarder les côtes. Sa flotte de ligne restait presque intacte. Elle ne tenta pourtant qu'une fois, aux Philippines, de briser l'étreinte ennemie, et se mit à transformer ce qui lui restait de cuirassés en porte-avions. Tel était le jugement des dirigeants japonais sur la controverse cuirassé et porte-avions ; il est difficile d'en trouver de plus qualifié.

### Le porte-avions sans cuirassé

Au cours de la plupart des rencontres qui viennent d'être énumérées, le vainqueur n'avait ou n'engagea que son aviation, en face des navires de ligne du vaincu.

Ce fut le cas de Tarente, où l'*Illustrious*, accompagné d'une escadre de croiseurs et de quatre torpilleurs, lança ses avions à 160 milles de l'objectif ; de la Crète, où la principale force navale allemande se composait de bateaux de pêche naviguant en sûreté sous l'aile des chasseurs de la « Luftwaffe », pendant que la flotte italienne, durement ébréchée au cap Matapan, restait dans ses bases de la Péninsule ; de Pearl Harbor, où les porte-avions japonais avaient été placés en flèche très en avant de l'escadre de ligne et avaient eux-mêmes lancé leurs avions à grande distance des Hawaï ; des Philippines, où les cuirassés japonais ne trouvèrent point sur les plages de Leyte des cuirassés américains, mais bien des porte-avions d'escorte ; d'Okinawa enfin, où les contre-attaques d'avions-suicide gênaient les croisières d'escadres de ligne. Ce sont autant de preuves qu'il n'est pas nécessaire de faire accompagner par un cuirassé l'avion ou le porte-avions, pour qu'il puisse remplir sa mission.

Mais d'autres rencontres, souvent de même importance que les précédentes, n'ont pas été mentionnées. C'est qu'elles opposaient à des avions ou porte-avions non appuyés par des navires de ligne soit d'autres forces de même composition, soit quelque combinaison plus complexe des pièces de « l'échiquier naval ». L'aviation n'en a jamais été troublée dans sa mission, sauf lorsqu'elle se heurtait à une aviation supérieure : quelle que soit la primauté de l'aviation dans la guerre aéronavale, deux forces aériennes opposées ne peuvent être victorieuses l'une et l'autre.

L'année 1940 s'achevait en Méditerranée sur deux déas-

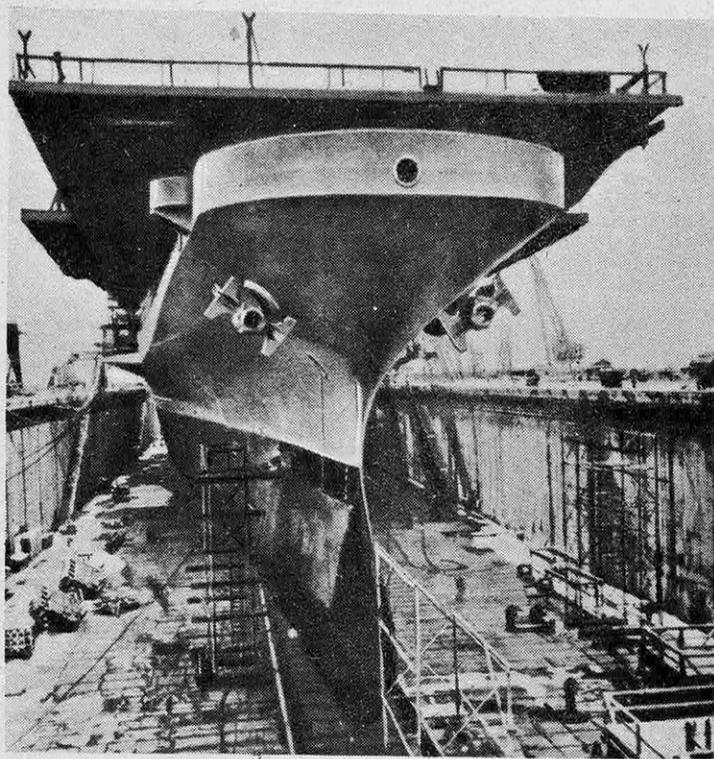


FIG. 3. — L'AVANT DU « CORAL SEA »

Le Coral Sea, au bassin après son lancement, est un porte-avions de 45 000 t type « Midway ». On notera la finesse des formes d'avant au voisinage de la flottaison, au-dessus du renflement, le « bulb » de tous les grands bâtiments américains.



FIG. 4. — LE H. M. S. « FORMIDABLE », PORTE-AVIONS BRITANNIQUE

Le Formidable, de 23 000 t, lancé en 1939, achevé en 1941, est du type « *Illustrious* », le premier des porte-avions britanniques exécuté entre 1918 et 1939. Sa longueur est de 229,50 m; sa largeur, de 28,95 m; son tirant d'eau, de 7,31 m. Il fait 31 nœuds avec 110 000 ch. Son armement est de 16 canons de 114 mm, 32 de 40 mm sur affûts octuples, 32 de calibres plus petits sur affûts quadruples. Il porte 72 avions et 2 catapultes.

tres italiens, l'un en Égypte, l'autre à Tarente. Les convois s'échangeaient entre Gibraltar et Alexandrie, les cuirassés bombardaient Valona, et le navire-amiral britannique faisait son entrée dans Malte. La situation de l'Axe ne pouvait être rétablie sans un sérieux effort de l'Allemagne en faveur de l'Italie. Hitler et Mussolini lui donnèrent la forme symbolique d'un échange de formations aériennes : la « Luftwaffe » détachait une formation en Sicile, pendant que la « Regia Aeronautica » allait bombarder Londres, qui ne s'en porta pas beaucoup plus mal.

Mais, le 10 janvier 1941, au cours de l'échange de convois dans le canal de Sicile qui durait depuis plusieurs mois, le porte-avions britannique *Illustrious* vit foncer sur lui une cinquantaine de Junkers Ju-87 et Ju-88. Défoncé et incendié, il réussit à se réfugier à Malte, puis à Alexandrie. Si l'Amirauté britannique n'avait pas encore affecté à chaque porte-avions le cuirassé chargé de l'escorter, elle avait déjà compris que le croiseur ne pouvait laisser au seul porte-avions cette part essentielle de ses attributions. Les blindages et l'artillerie des croiseurs lourds ne résistèrent pas mieux à l'avion; le *Southampton* et le *Gloucester* qui accompagnaient l'*Illustrious* dans son escorte

de convoi, furent durement touchés : le premier dut même être coulé. Il fallut interrompre pendant quatre mois le ravitaillement de l'armée d'Égypte par la route de Malte.

Deux jours après le premier débarquement japonais en Nouvelle-Guinée, le 10 mars 1942, la « Carrier Force » de l'amiral Brown, composée des porte-avions *Yorktown* et *Lexington*, pénétrait en mer de Corail et lançait ses avions par-dessus la chaîne des monts Owen Stanley contre les têtes de pont nippones de Lae et Salamaua. Le résultat fut assez satisfaisant pour bloquer l'avance japonaise en Nouvelle-Guinée et l'orienter vers un contournement de l'île par les Salomon et les Nouvelles-Hébrides. Deux convois japonais, escortés par trois porte-avions, le *Shoho*, le *Shokaku* et le *Zuikaku*, se préparèrent à cette manœuvre. Le 4 mai, les avions américains liquidaient l'un en rade de Tulagi; le 7 mai, ils dispersaient l'autre qui s'appretait à contourner la Nouvelle-Guinée en direction de Port-Moresby, au moment où il entrait dans l'archipel de la Louisiade.

Ce fut la première bataille de porte-avions de l'histoire, le premier combat naval livré « au delà de l'horizon ». Le *Shoho* disparut en une minute sous vingt-cinq projectiles au but des

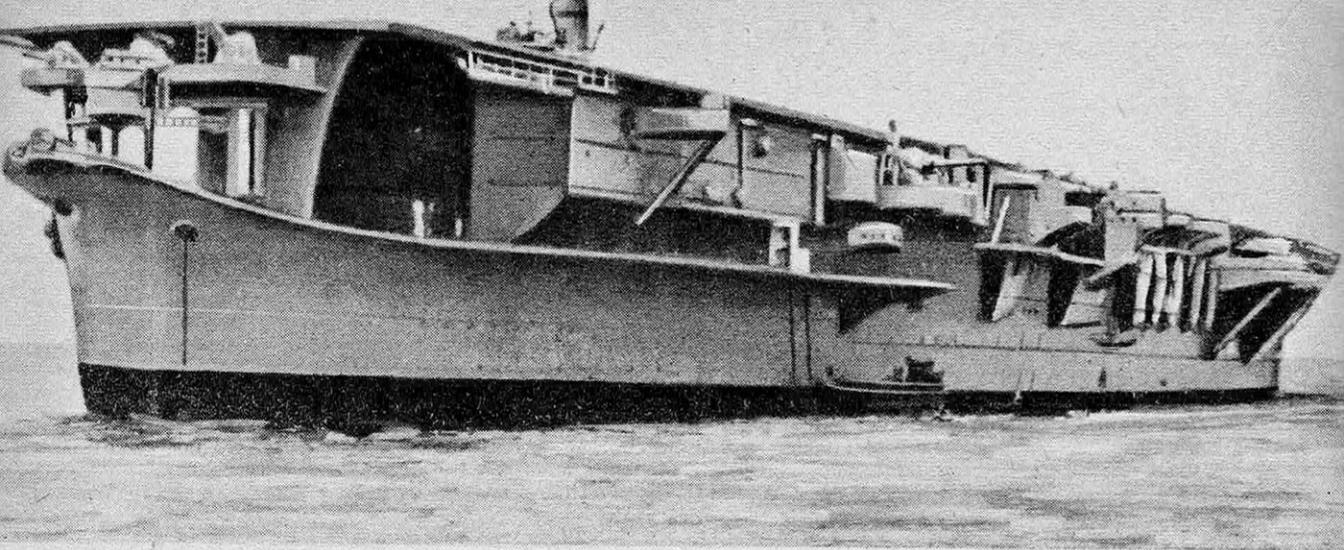


FIG. 5. — LE « SORYU », PORTE-AVIONS LÉGER

Le Soryu (*Dragon-Bleu*) qui prit part à l'attaque de Pearl Harbor et fut coulé le 5 mai 1942 à Midway, est un porte-avions léger japonais de 10 000 t, de 209,70 m de longueur, 20,82 m de largeur et 5,03 m de tirant d'eau. Son armement est de 12 canons de 127 mm, 24 mitrailleuses lourdes et 40 avions; sa vitesse, de 30 nœuds. Il a été mis en chantier en 1935. On notera la disposition de l'armement avant, en encoirbellement, dont le principe a été repris sur le « Midway » de 45 000 t.

bombardiers en piqué et des torpilles du *Lexington*. Le combat reprit le lendemain et les avions du *Shokaku* et du *Zuikaku* eurent leur revanche en plaçant trente torpilles sur le *Lexington* qui dut être coulé. Mais les convois japonais avaient été anéantis ou dispersés, et la marche vers l'Australie interrompue pour près de deux mois.

Le 3 juin 1942, un hydravion Short « Catalina » repérait, à plusieurs centaines de milles à l'ouest de Midway, une vingtaine de transports évidemment destinés à l'attaque de l'île. Le commandement naval américain, qui les attendait, avait réuni devant Midway les trois porte-avions disponibles de l'amiral Spruance, le *Yorktown*, l'*Enterprise* et le *Hornet*; l'île elle-même, défendue par les avions de l'armée et des « marines », valait largement un quatrième bâtiment. Attaqué par des Boeing « Forteresses Volantes » et des Short « Catalina », le convoi continua sa route. Dans la matinée du lendemain, une puissante force de soutien, comprenant quatre porte-avions, l'*Akagi*, le *Kaga*, le *Soryu* et *Hiryu*, quelques cuirassés et croiseurs lourds et de nombreux bâtiments légers, apparaissait à 250 milles au nord. Attaquée par les avions basés dans l'île, qui touchèrent au moins deux des porte-avions, la formation dut faire demi-tour. A elle seule, l'aviation terrestre avait sauvé les Hawaï.

Dans l'après-midi du 4 juin, les porte-avions américains lancèrent leurs appareils sur la flotte japonaise en retraite. Un grand nombre de bâtiments furent coulés, dont trois des porte-avions; un sous-marin devait achever le quatrième le lendemain. Ce fut ensuite le tour du convoi qui, pourchassé, perdit ses croiseurs d'arrière-garde. Du côté américain, une seule victime : le *Yorktown*.

Ce fut entre les Mariannes et les Philippines que se déroula, le 19 juin 1944, la plus grande bataille de porte-avions de toute la guerre. Elle mit aux prises quinze porte-avions américains, sous les ordres de l'amiral Spruance, contre six porte-avions japonais. L'aide des terrains de Guam et de Yap à la disposition des avions japonais ne compensa pas la supériorité numérique et technique de l'aviation embarquée américaine. Lancés à 300 km de distance contre les porte-avions américains, 402 des 545 avions japonais furent

abattus, contre dix-sept américains seulement. Les trois plus grands porte-avions de combat japonais furent coulés, dont deux d'ailleurs par sous-marins.

Le 24 octobre 1944, en même temps que deux escadres de cuirassés japonais se dirigeaient de l'ouest vers Leyte et Samar, une force de quatre porte-avions japonais accompagnés de deux cuirassés de la classe *Ise* aménagés avec un pont d'envol, et un nombre important de croiseurs et de torpilleurs, tentaient de coincer les porte-avions des amiraux Mitscher et Halsey entre elle et l'aviation terrestre de Luçon. Surpris au moment où leurs appareils étaient partis se ravitailler à terre, les quatre porte-avions japonais furent coulés sans que les deux cuirassés d'escorte, eux-mêmes gravement endommagés, aient pu leur être de quelque secours.

Le dernier exploit des porte-avions américains fut le bombardement des restes de la flotte japonaise dans ses eaux, les 17 et 18 juillet 1945, par 1 500 avions envolés de leurs plates-formes; l'opération fut reprise les 23 et 24 juillet. La flotte japonaise comptait encore quatre cuirassés, dont deux transformés en porte-avions, et dix porte-avions, dont quatre en achèvement. Ni l'aviation basée à terre, ni la D. C. A. des ports n'empêchèrent la destruction. Il ne restait à flot, le dernier jour, qu'un cuirassé et deux porte-avions, dont un inachevé.

Dans toutes ces rencontres, la supériorité technique de l'aviation embarquée américaine était indiscutable; elle se doublait d'ailleurs, vers la fin, d'une grosse supériorité numérique. Mais l'absence d'autres navires que ceux qui la transportaient, à l'instant décisif de l'action, ne lui a jamais nui, pas plus que leur concours n'a sauvé ses adversaires.

### Le cuirassé et le porte-avions

Si le cuirassé sans porte-avions s'est toujours trouvé en fâcheuse posture devant une attaque aérienne, le porte-avions sans cuirassé s'en est donc fort bien tiré. La manœuvre en liaison du cuirassé et du porte-avions n'a pas davantage servi à l'escadre japonaise battue devant Midway qu'à celle qui se fit écraser devant Luçon, ou aux débris de la flotte détruits dans leurs bases.

Il reste cependant quelques rencontres où, l'ensemble cuirassé-porte-avions ayant remporté un succès, on peut se demander quelle est la part exacte de l'un et l'autre.

L'exemple le plus connu, et le plus important d'ailleurs par ses conséquences, fut le ravitaillement assez régulier de Malte, au cours des années 1941 et 1942, par des convois qu'escortaient un « tandem » cuirassé-porte-avions.

Au lendemain de l'affaire du 10 janvier 1941, où l'*Illustrious* échappa de justesse, Malte vécut quelques mois sur les réserves qu'on y avait accumulées ; le ravitaillement de l'armée d'Égypte passa par le Cap ; l'armée italienne de Libye fut reconstituée et l'*Afrika Korps* envoyé à son aide.

Mais la marine et l'aviation britanniques ne restaient pas inactives. Malte recevait d'importants contingents de Hawker « Hurricane » avec l'aide de porte-avions servant de relais, puis des escadrilles de Bristol « Beaufighter », chasseurs bimoteurs à long rayon d'action, qui permettaient de pousser l'escorte fournie par l'île trois fois plus loin qu'avec des chasseurs monomoteurs. C'est dans ces conditions que passa une série de convois dont l'escorte était composée d'un porte-avions accompagné, en Méditerranée occidentale, par le *Renown* ou le *Repulse* et, en Méditerranée orientale, par l'un des trois *Malaya* d'Alexandrie.

Le succès britannique fut essentiellement dû à une supériorité de la chasse de Malte sur la chasse de Sicile. L'Allemagne, qui venait d'engager à l'est la partie décisive, ne voyait dans le théâtre d'opérations méditerranéen qu'un secteur secondaire où elle fournissait à son allié le concours terrestre ou aérien strictement suffisant pour l'obliger à s'engager lui-même à fond. En juin 1942, lorsque Hitler fut convaincu de son échec à l'est et qu'il eut un instant l'espoir d'atteindre le Nil, le renforcement qu'il consentit

à la « Luftwaffe » de Sicile suffit à renverser la situation. Malgré le cuirassé qui les accompagnait, les convois de Malte subirent des pertes telles que la situation de l'île fut des plus difficiles.

Dans la période où les cuirassés passaient sans trop de mal, il faut incriminer non seulement la maîtrise de l'air que l'aviation germano-italienne ne sut jamais ravir à son adversaire, mais l'insuffisance du matériel et des armes employés contre les navires. Les « Stukas », les Ju-87 à faible vitesse, qui pouvaient à la rigueur attaquer en piqué un fortin ou un canon de campagne, ne tenaient pas longtemps sous les coups de l'artillerie de défense d'un cuirassé. La tâche des avions-torpilleurs italiens, qui devaient franchir à faible altitude et petite vitesse, pour ne pas casser l'engin fragile qu'ils portaient au moment où il rencontrait l'eau, le double barrage des gerbes de grosse artillerie et des torpilleurs d'escorte, était plus difficile encore que celle des bombardiers en piqué. Ni la torpille d'avion, qui les obligeait à cette manœuvre, ni la bombe des « Stukas » n'étaient des armes convenables pour la destruction d'un cuirassé. La première fois où la bombe ordinaire fut remplacée par la bombe-fusée, le convoi dut faire demi-tour.

Au surplus, malgré l'insuffisance de l'aviation lancée contre lui, le cuirassé d'escorte fut touché quelquefois. L'aventure arriva un jour au *Nelson*, qui reçut une torpille à la proue et fit demi-tour pour rentrer à Gibraltar, sans que le convoi s'en portât plus mal. Le *Repulse*, qui avait fait sans avaries plusieurs escortes en Méditerranée, dut regretter, au large des côtes de Malaisie, de n'avoir pas été suivi par la chasse de Malte.

Un deuxième événement, qui fit beaucoup de bruit en son temps, sans avoir jamais eu l'importance des convois britanniques en Méditer-

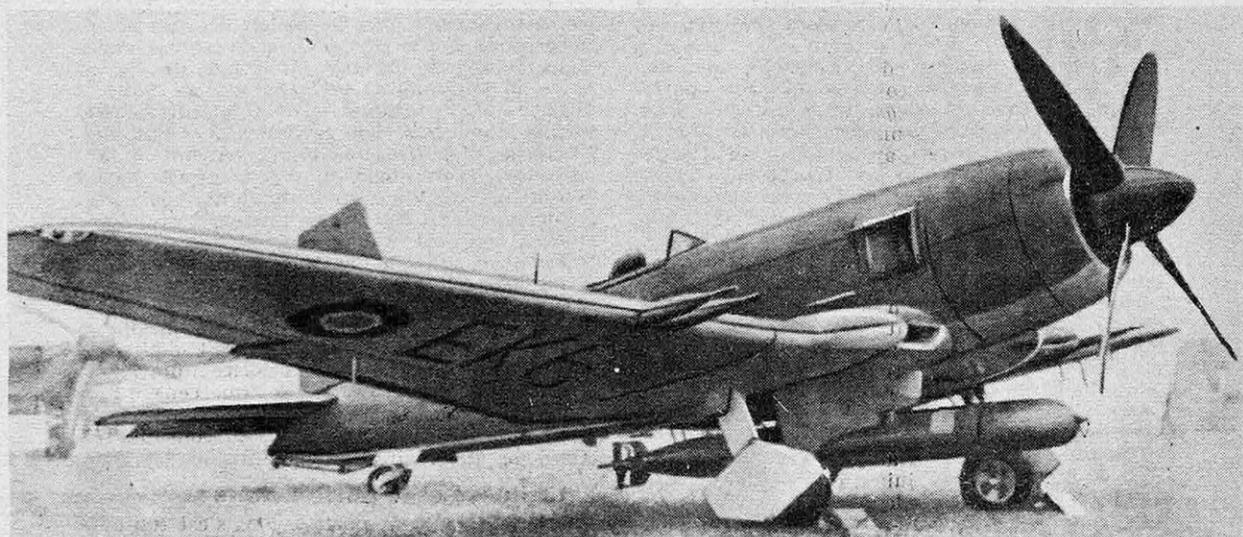


FIG. 6. — LE « FIREBRAND », LE DERNIER CHASSEUR-BOMBARDIER-TORPILLEUR DE LA « FLEET AIR ARM »

Le Blackburn « Firebrand » est le dernier type d'avion à missions multiples embarqué sur les porte-avions britanniques. C'est un appareil de 7 100 kg, d'une envergure de 15,60 m, muni d'un moteur Bristol « Centaurus » de 2 500 ch qui lui assure une vitesse de 565 km/h à 4 000 m. Il atterrit sur porte-avions à 120 km/h. L'armement est de 4 canons Hispano de 20 mm, de 2 bombes de 450 kg, ou d'une torpille sous fuselage. Malgré cet armement important, l'appareil est monoplace. On notera le dispositif particulier de repliage des ailes.

ranée, fut le retour dans les eaux allemandes du *Scharnhorst*, du *Gneisenau* et du *Prinz Eugen*, forçant le Pas de Calais malgré l'aviation britannique. Alors que la chasse allemande, engagée en Russie et en Méditerranée, avait dû abandonner depuis longtemps tout espoir de maîtrise à l'Ouest, voilà que sa coopération avec deux navires de ligne et un croiseur lourd la lui restituait.

En réalité, le fait d'armes, tout à l'honneur d'ailleurs de la marine et de l'aviation allemandes, s'explique entièrement par la surprise et la défaillance passagère de la R. A. F. qu'elle provoqua. Le temps était bouché ; les radars furent brouillés. L'escadre allemande ne fut signalée qu'à son approche du Pas de Calais. La « Luftwaffe » y avait concentré toute son aviation de chasse disponible ; elle eut localement, pendant quelques heures, la maîtrise du détroit. Dans la poursuite ultérieure, le long des côtes continentales jusqu'en baie allemande, la chasse britannique a coûté un rayon d'action était en infériorité ; la chasse à long rayon d'action ne put rétablir la situation.

Comme les échecs de l'aviation germano-italienne contre les convois en Méditerranée, l'échec de l'aviation britannique dans le Pas de Calais ne s'explique pas par la seule défaillance temporaire des chasseurs de la R. A. F. Il s'y ajouta l'infériorité permanente des bombardiers et torpilleurs lancés contre l'escadre allemande, et spécialement des Blackburn « Skuas » et des Fairey « Swordfish » de la *Fleet Air Arm*. Ces appareils n'étaient pas plus aptes que les Junkers Ju-87 à l'attaque d'un navire de ligne. Si la formule du chasseur-bombardier avait été admise quelques années plus tôt par la « Fleet Air Arm » et le « Coastal Command », les croiseurs de bataille allemands n'auraient pas mieux résisté que les cuirassés japonais devant les Grumman « Hellcat » américains.

On invoque quelquefois, en faveur du cuirassé, l'aide qu'il apporta aux porte-avions dans les eaux des îles Salomon, au cours du deuxième semestre 1942.

Le premier cuirassé achevé après Pearl Harbor, le *North Carolina*, appuya les deux porte-avions *Saratoga* et *Enterprise*, le 23 août 1942, à la bataille navale dite des îles Stewart, et contribua certainement à repousser une attaque concentrée de soixante-quinze avions japonais contre l'*Enterprise*, pendant que les avions du *Saratoga* coulaient le *Ryuzio*. Le 26 octobre, à la bataille dite des îles Santa-Cruz, le *South Dakota*, qui jouait le même rôle d'escorte auprès des porte-avions *Enterprise* et *Hornet*, fut moins heureux. Le *Hornet* fut coulé et l'*Enterprise* avarié, mais le cuirassé avait abattu 23 avions japonais du *Shokaku* et du *Zuikaku*.

Il est certain que les porte-avions américains, qui avaient supporté à eux seuls tous le poids de l'assaut japonais et l'avaient bloqué aux Salomon et devant Midway, commençaient à être un peu fatigués. Après la bataille des îles Santa-Cruz, il n'y avait même plus un seul d'entre eux qui fût immédiatement disponible. Tout navire assez bien armé pour abattre des avions était le bienvenu, et spécialement un cuirassé tout frais sorti du chantier, avec une artillerie de défense conçue suivant les enseignements de Pearl Harbor, lorsqu'il appuyait un porte-avions d'avant guerre trop occupé depuis quelques mois pour être passé en refonte. Mais, le navire de guerre se payant à la tonne, la ques-

tion n'est pas de savoir si l'*Enterprise*, accompagnée du *South Dakota*, était un objectif mieux défendu que l'*Enterprise* seule, mais bien si les deux autres porte-avions de déplacement à peine inférieur à l'*Enterprise* qu'on aurait pu avoir pour le prix d'un *South Dakota*, joignant leurs avions et leurs canons au premier, n'auraient pas obtenu un résultat meilleur encore.

Pour établir vraiment le rôle éminent du cuirassé dans les « Task Forces » où il prêtait son aide au porte-avions, ce n'est pas le concours de son artillerie de défense, mais celui de son artillerie principale dont il faudrait prouver l'utilité. Si quelque navire de ligne américain de 45 000 t s'était précipité, de toute la vitesse de ses 35 nœuds et la puissance de ses canons de 406 mm, pour sauver un de ses porte-avions aux prises avec un cuirassé japonais, nous pourrions conclure que la prudence commande de construire encore des bâtiments aussi précieux. Mais le porte-avions ne s'est trouvé qu'une fois en situation aussi difficile. Ce fut lorsque le groupe de l'amiral Sprague — six pauvres petits porte-avions d'escorte qu'on avait chargés de monter la garde devant Samar et Leyte — vit surgir la plus nombreuse des escadres japonaises engagées aux Philippines, avec quatre cuirassés à sa tête. Il soutint deux heures et demie de lutte au canon en attendant qu'on vint le dégager. Il n'y avait pas de cuirassés américains de 45 000 t au voisinage. A leur défaut, ce furent les porte-avions de l'amiral Halsey qui approchèrent. La flotte japonaise avait appris à les respecter depuis près de trois ans. Aussi ne les attendit-elle pas. L'affaire n'avait coûté à l'amiral Sprague que deux porte-avions d'escorte, ce qui donne une fameuse idée de la puissance de feu et de la capacité d'encaissement de ce type de bâtiment, qui n'a vraiment pas besoin du navire de ligne pour l'aider à accomplir ses missions.

### Vers les flottes de porte-avions

Lorsqu'on entreprit de constituer des flottes entières de porte-canons — c'étaient les vaisseaux de Drake qui tiraient de loin sur les navires de l'Invincible Armada établis pour le combat à l'abordage — les traditionalistes n'acceptèrent pas sans protestation cette augmentation des distances d'engagement. Il faut s'attendre qu'ils défendent avec la même vigueur le droit à l'existence du cuirassé, dont le porte-avions gêne le tir des grosses pièces.

On a reproché au porte-avions sa fragilité, et il est bien certain que, des sept que comptait la marine américaine en décembre 1941, il n'en reste pas beaucoup en service après trois années et demie de guerre. C'est à peu près comme si l'on discutait de l'utilité de l'infanterie pour la raison que, en moyenne, la mortalité du fantassin d'août 1914 avait largement dépassé, en 1918, celle du cavalier.

Assurément, le porte-avions a beaucoup de progrès à faire, notamment pour atténuer cette vulnérabilité qu'on lui oppose. On ne réunit pas avions, essence, bombes d'avions, munitions d'artillerie de défense sur un navire à œuvres mortes aussi développées sans courir de gros risques ; les seuls avions prêts au départ sur le pont d'envol sont à l'origine de beaucoup de catastrophes. Mais la protection par blindage n'est pas le monopole du navire de ligne, surtout lorsque le porte-avions atteint même tonnage que lui. Malheureusement, du moins pour

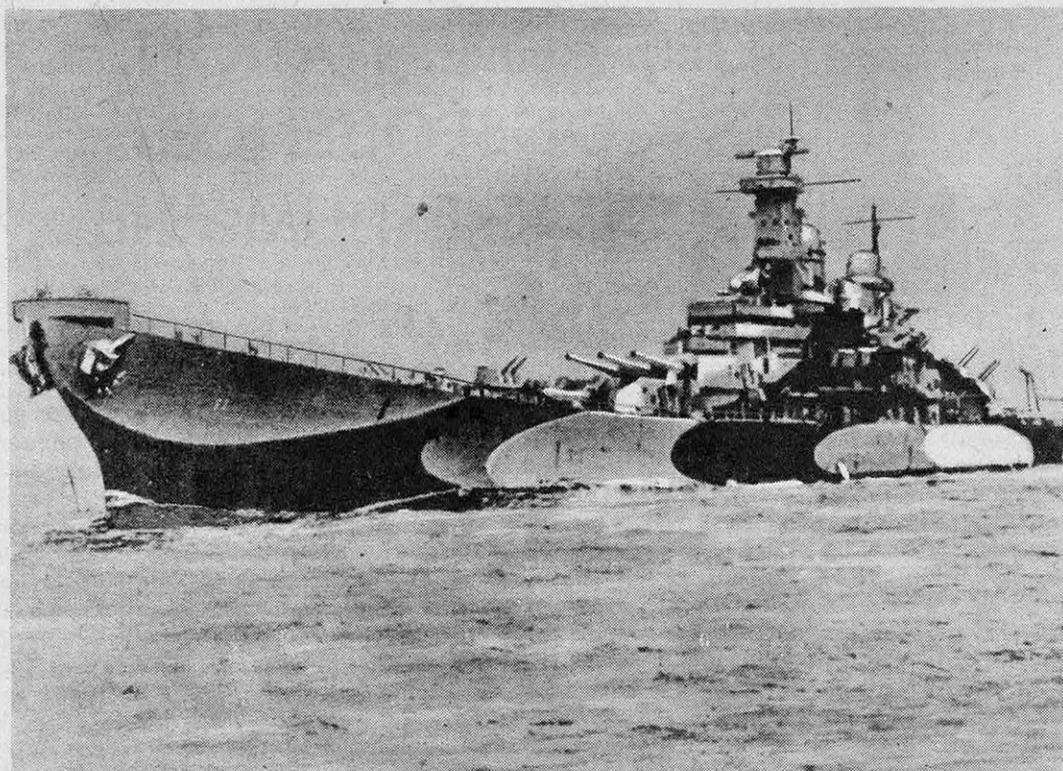


FIG. 7. — LE « MISSOURI », CUIRASSÉ AMÉRICAIN DE 45 000 T

Le Missouri est le quatrième des six cuirassés de la classe « Iowa ». Sa longueur est de 268,20 m, sa largeur de 32,91 m, son tirant d'eau de 10,97 m. Son armement principal comporte 9 canons de 406 mm ; son armement de défense, 20 canons de 127 mm et un nombre imposant de canons automatiques de 40 et 20 mm. Sa cuirasse de ceinture est d'au moins 406 mm. Avec 200 000 ch, il dépasse 32 nœuds. Sa part dans les opérations du Pacifique n'a pas été précisée, mais on sait que c'est à son bord qu'a été apportée la reddition japonaise, le 31 août 1945, en baie de Tokio.

les progrès généraux de la technique navale, les porte-avions type *Graf Zeppelin*, sur lesquels la marine allemande avait fait un gros effort de protection, n'ont pas subi l'épreuve du feu ni même été achevés. Nous sommes persuadé qu'on peut établir, au tonnage du *Bismarck*, un porte-avions ayant la même artillerie de défense et la même protection, qui pourrait encaisser aussi bien que l'a fait le cuirassé allemand, et dont les avions, à l'abri d'un pont blindé sous la flottaison, ne laisseraient pas les destroyers et croiseurs légers de la « Royal Navy » vider sur lui leurs soutes à torpilles sans quelque risque.

Mais, tel quel, ce bâtiment fragile a pu donner pendant quelques mois au Japon l'illusion d'une conquête définitive de l'Extrême-Orient, puis retourner, au profit des Alliés, une situation que leur confiance illimitée dans la puissance de leurs flottes de ligne avait compromise. Opposé à une force à base de porte-avions, le navire de ligne, seul ou avec escorte purement navale, n'a jamais connu que des échecs. Opposé à une autre force navale ou aéronavale, le porte-avions isolé n'a pu être troublé dans sa mission que par des éléments aériens supérieurs en nombre ou en qualité ; nous ne pensons pas que l'aven-

ture des six porte-avions de l'amiral Sprague devant Leyte et Samar puisse étayer la thèse contraire. Intégré dans quelque force navale, à base ou non de cuirassés, le porte-avions n'en a certainement jamais reçu l'aide qu'il eût pu espérer d'un même tonnage de navires dont l'avion eût été l'arme principale.

« Le militaire est le Micawber du monde moderne, qui veut bien accepter un nouvel outillage, mais sans consentir à rendre le vieux », écrivait, quelques années avant la guerre, Liddell Hart défendant les divisions blindées contre ceux qui préféraient ajouter quelques chars au traditionnel mélange d'infanterie, de cavalerie et d'artillerie de campagne. L'expérience de la division blindée a été faite avec un certain succès ; ce stade est probablement dépassé aujourd'hui par des combinaisons où l'avion joue d'ailleurs un rôle essentiel. Sur mer, le stade des flottes uniquement composées de porte-avions n'a pas encore été atteint, volontairement du moins. Il est bien possible qu'il soit un jour dépassé à son tour. Mais nous ne croyons pas que ce soit par une harmonieuse combinaison entre ce type de navire et les autres pièces de « l'équiper naval » que le cuirassé se donne l'illusion de diriger.

Camille ROUGERON.

# LA SOUS-ALIMENTATION ET SES CONSÉQUENCES EN PATHOLOGIE HUMAINE

par le Docteur MICHEL CONTI  
Médecin assistant des Hôpitaux de Paris.

*Les années qui viennent de s'écouler ont vu réapparaître dans notre pays la disette qui y était presque oubliée, affectant de façon diverse les différents groupes de la population. Dès les premiers mois de l'occupation allemande, la ration alimentaire diminuait dans les villes, alors que les populations rurales ont pu presque toujours se nourrir de façon satisfaisante, du point de vue de l'hygiéniste et du médecin tout au moins. Il est à noter cependant que, dans quelques régions de monoculture, comme le Languedoc viticole par exemple, normalement ravitaillées par le surplus de la production de régions voisines ou éloignées, la population n'était pas mieux nourrie à la campagne que dans les grandes villes. C'est pour les habitants des grands centres urbains que l'on a pu recueillir la documentation la plus complète, d'une part, sur les conditions alimentaires, d'autre part, sur l'état sanitaire; aussi est-ce sur ce groupe de population que l'on connaît le mieux les conséquences pathologiques de la sous-alimentation. C'est pourquoi le retentissement de la sous-alimentation sur la santé de l'homme est actuellement mieux connu que celui de la famine véritable à laquelle ont été soumises, par exemple, les victimes des camps de concentration.*

## Les besoins alimentaires normaux de l'homme

Il peut sembler inutile de définir ce qu'on entend par sous-alimentation, et, cependant, à quoi reconnaît-on qu'une alimentation est insuffisante ?

Les besoins alimentaires de l'homme sont actuellement assez bien connus pour que l'on puisse déterminer si un mode d'alimentation les couvre en totalité ou de façon partielle, et, s'il y a un déficit, à préciser en quoi il consiste qualitativement et quantitativement.

Les besoins alimentaires de l'homme sont de deux ordres, couvrant les dépenses énergétiques, les autres les dépenses d'entretien et de croissance.

L'homme dissipe de l'énergie, et cela surtout sous forme de chaleur, pour maintenir constante sa température centrale, et, sous forme de travail mécanique, dans le jeu de ses muscles. Cette énergie est fournie par les aliments qui subissent dans l'organisme toute une série de transformations que l'on représente schématiquement comme une combustion, en réalité enchaînement beaucoup plus complexe de réactions qui se soldent par un bilan énergétique final positif. On sait que toutes les formes d'énergie sont convertibles les unes dans les autres; on peut donc évaluer les besoins énergétiques de l'homme sous une quelconque de ces formes; on a pris l'habitude de choisir la calorie comme unité,

ce choix n'impliquant nullement que toute l'énergie fournie par la nourriture sera utilisée en chaleur.

D'autre part, l'organisme humain, comme celui de tous les êtres vivants, s'use par son fonctionnement; ainsi les cellules de notre revêtement intestinal ne vivent guère que vingt-quatre heures; chaque jour, une couche tombe qui doit être remplacée par une couche neuve. D'autres cellules ont une plus longue durée d'existence, mais doivent renouveler constamment une partie des constituants de leur protoplasme. C'est encore l'alimentation qui devra fournir les matériaux nécessaires au remplacement des parties usées: ce sont les dépenses d'entretien.

Chez le sujet jeune, en voie de croissance, l'organisme doit non seulement compenser l'usure de fonctionnement, mais accroître sa masse; il doit trouver dans la nourriture le supplément de matériaux nécessaire pour construire de la nouvelle matière humaine: ce sont les dépenses de croissance.

On groupe habituellement les dépenses d'entretien et de croissance en dépenses plastiques pour les opposer aux dépenses énergétiques. Alors que ces dernières pourraient être grossièrement comparées au combustible qu'il faut fournir à une machine thermique pour assurer son fonctionnement, les dépenses plastiques équivalraient aux pièces de rechange destinées à réparer son usure.

S'il est parfaitement justifié de classer nos

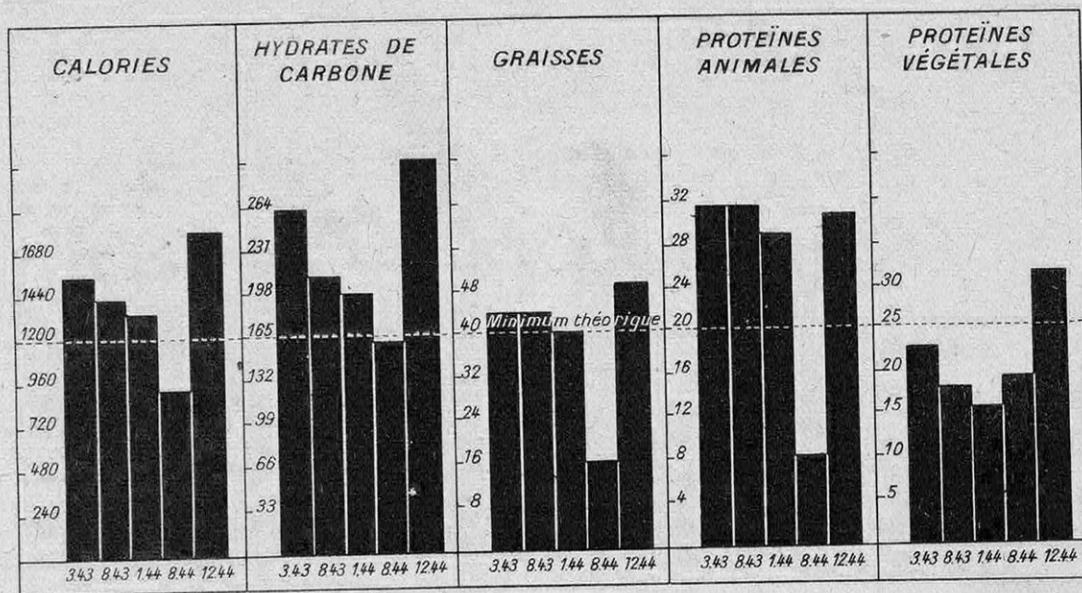


FIG. 1. — COMPARAISON ENTRE LA RATION OFFICIELLE JOURNALIÈRE ACCORDÉE A LA CATÉGORIE J-I ET LE MINIMUM THÉORIQUE

besoins alimentaires en besoins énergétiques et besoins plastiques, il l'est beaucoup moins de diviser les aliments, comme on le fait souvent, en aliments plastiques et en aliments énergétiques. Les différents constituants alimentaires, les principaux tout au moins, les hydrates de carbone, les protéines et les graisses, remplissent chacun un rôle énergétique et plastique. Cependant, les hydrates de carbone représentent le principal fournisseur d'énergie ; ils devront donc être plus abondamment fournis à un sujet accomplissant un travail pénible. Les graisses sont particulièrement aptes à fournir de la chaleur, aussi leur déficit sera-t-il particulièrement sensible sous un climat froid.

Les protéines ont un rôle plastique prééminent. C'est pourquoi elles doivent représenter une fraction relativement importante de la ration des sujets jeunes.

On évalue le besoin énergétique global d'un adulte sédentaire à 1 800 ou 2 000 calories par jour. C'est là un minimum vital, car un travail physique pénible élève le besoin énergétique à 5 000 et 6 000 calories ; la vie sous un climat froid l'augmente encore. Ainsi un bûcheron canadien consomme 7 000 à 8 000 calories par jour.

Peut-on couvrir indifféremment le besoin énergétique avec une quelconque catégorie d'aliments ? Oui, dans une certaine mesure, et c'est ce qu'exprime la loi d'isodynamie : les différents constituants alimentaires peuvent être substitués les uns aux autres pourvu que soit fourni le total énergétique nécessaire : ainsi 1 calorie pourra indifféremment être fournie par 1/9 de g de graisses, 1/4 de g de protéines ou 1/4 de g d'hydrates de carbone (1).

Mais ce remplacement des aliments les uns

par les autres ne peut dépasser certaines limites sans entraîner de troubles. Il existe pour chaque constituant alimentaire un minimum nécessaire et un optimum qu'il est souhaitable de fournir. Pour les hydrates de carbone, ce minimum journalier est de 20 à 30 g, l'optimum d'environ 500 g ; pour les graisses, le minimum est de 10 à 20 g, l'optimum de 80 à 100 g ; pour les protéines, le minimum est de 0,5 g par kg de poids corporel, l'optimum de 1,5 à 1,75 g, plus encore chez l'enfant.

Les hydrates de carbone, les protéines et les graisses sont quantitativement les constituants alimentaires les plus importants, mais un très grand nombre d'autres sont nécessaires en beaucoup plus petite quantité : constituants minéraux et vitamines. Nous avons besoin en particulier d'environ 1 g par jour de calcium et de phosphore, et l'enfant qui édifie son squelette, la femme enceinte, la nourrice doivent en trouver deux à quatre fois plus ; d'ailleurs, pour une nutrition satisfaisante, le rapport calcium/phosphore doit rester dans la ration au voisinage de l'unité.

Un très grand nombre d'autres éléments sont nécessaires : chlore, sodium, fer, soufre, pour n'en citer que quelques-uns, mais il est rare qu'une alimentation même très déficiente, ne les fournisse pas en quantité suffisante.

Nous avons enfin besoin d'un certain nombre de vitamines qui jouent dans notre organisme le rôle de catalyseurs pour des réactions indispensables, catalyseurs dont nous sommes en général incapables de faire la synthèse et que nous devons trouver en nature dans notre alimentation. Il serait inexact de croire que les vitamines agissent toujours à l'état de traces ; nos besoins en vitamines sont actuellement bien connus et chiffrés, ils s'élèvent pour certaines d'entre elles à 50 ou 100 cg par jour.

Ainsi les conditions à remplir par une alimentation correcte sont-elles bien définies :

(1) L'utilisation dans l'organisme de 1 g de graisses fournit 9 calories, de 1 g de protéines et de 1 g d'hydrates de carbone 4 calories.

- Apport énergétique suffisant ;
- Minimum nécessaire de chacun des trois constituants principaux : hydrates de carbone, protéines et graisses ;
- Minimum nécessaire d'un grand nombre d'éléments minéraux et de vitamines.

Chez l'adulte, un travail pénible, la vie sous un climat froid, la grossesse, la lactation ; chez l'enfant, la croissance accroissent encore les exigences alimentaires.

Sous l'occupation allemande, beaucoup de Français étaient loin de couvrir leurs besoins alimentaires ; l'apport énergétique global était insuffisant, s'aggravant du déficit en certains des constituants de la ration alimentaire particulièrement importants.

### Déficit énergétique global

Pour les adultes, la valeur énergétique de la ration allouée par les cartes a varié de 1940 à 1945 entre 1 000 et 1 500 calories, soit environ la moitié du besoin théorique, et 300 calories de moins que le minimum vital. Les cartes de travailleurs dits « de force » ne fournissaient que 1 500 calories environ, au lieu des 3 000 à 5 000 nécessaires.

Pour les enfants de moins de trois ans (catégorie E), la ration est restée énergétiquement suffisante ; cet âge a certainement été le moins défavorisé. Il en est de même pour les enfants de trois à six ans (fig. 1).

A mesure que l'enfant grandit, les rations allouées s'éloignent de plus en plus du minimum indispensable : en décembre 1944, elles fournissaient à un garçon de dix-huit ans 1 600 calories au lieu des 2 400 calories nécessaires (à cet âge, les besoins sont supérieurs à ceux de l'adulte) (fig. 2).

En réalité, la ration alimentaire globale ne correspond pas à celle allouée par les cartes ; elle varie beaucoup suivant les individus et les groupes sociaux.

Elle est heureusement souvent augmentée, en particulier, par les colis familiaux, pour les familles ayant conservé des attaches paysannes, et par les achats directs aux producteurs. De mai à juillet 1941, d'après une enquête auprès de familles de sous-officiers de la région parisienne, il résulte que la ration énergétique globale était d'au moins 1 760 calories, donc nettement supérieure à celle allouée par les titres de rationnement, mais inférieure au minimum de base de 2 400 calories. Mais il ne peut s'agir que d'une évaluation approximative, sans doute inférieure à la réalité. Certains milieux fermés ont pu faire l'objet d'une enquête plus complète : prisons, asiles d aliénés, où des études précises ont été poursuivies. Ainsi, à l'asile de Charenton, en avril 1941, la ration était de 1 436 calories seulement. Aussi, une pathologie particulière s'est-elle développée dans ces milieux, en particulier les grands accidents de carence sur lesquels nous reviendrons plus loin.

### Déficit en certains constituants alimentaires

Dans les grandes villes, le manque le plus grave a porté sur les protéines d'origine animale et sur les graisses. En mai 1941, la ration pour adultes fournissait 24 g de protéines animales au lieu de 30 g, minimum indispensable. En décembre 1944, les cartes d'alimentation n'assuraient à un adolescent de dix-huit ans que 21 g de graisses, au lieu de 80, et 6 g de protéines d'origine animale.

Parmi les éléments minéraux, c'est surtout le calcium qui a manqué : en décembre 1944, les aliments alloués par les cartes n'apportaient à un J-3 que 200 mg par jour, soit le sixième du nécessaire. Par contre, le phosphore se trouvant en quantité sensiblement normale, le rapport calcium/phosphore était dangereusement abaissé.

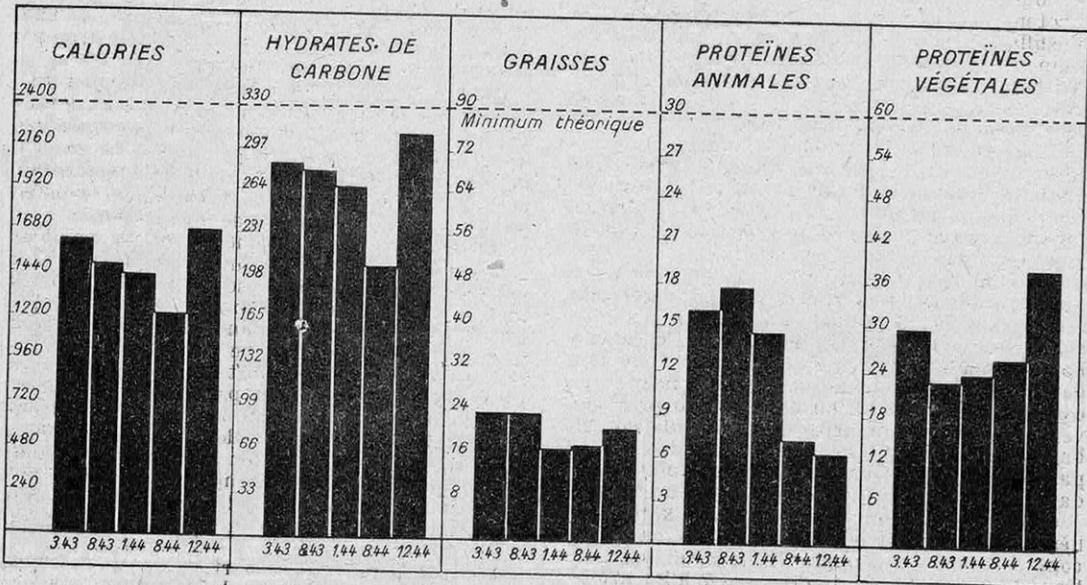


FIG. 2. — COMPARAISON ENTRE LA RATION OFFICIELLE JOURNALIÈRE ACCORDÉE A LA CATÉGORIE J-3 ET LE MINIMUM THÉORIQUE

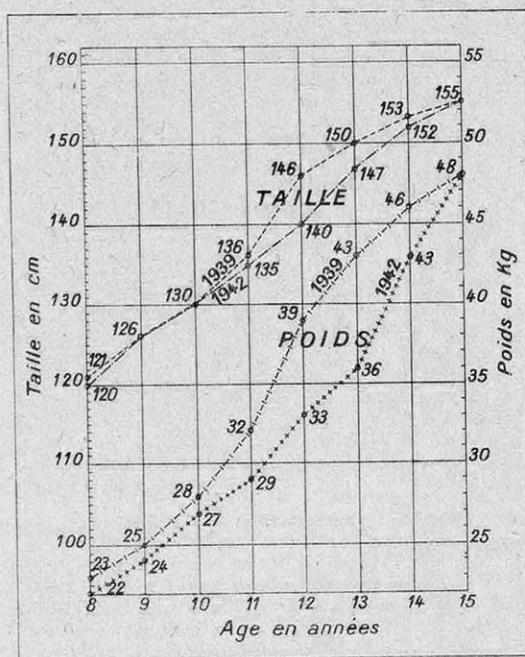


FIG. 3. — COMPARAISON DES TAILLES ET DES POIDS DES ENFANTS (FILLES), DANS LES VILLES DE LA ZONE SUD EN 1939 ET 1942.

Pour le fer, l'apport s'est trouvé en général suffisant.

Les vitamines n'ont, en général, pas manqué de façon très marquée. Le pain complet est, en effet, très riche en vitamines du groupe B et les fournit en quantité suffisante. Les pigments caroténoïdes des légumes compensent à peu près l'insuffisance en vitamine A, car, à partir de ces pigments, l'organisme est capable de faire la synthèse de la vitamine A. Les légumes et les fruits, surtout consommés crus, ont fourni assez de vitamine C antiscorbutique.

C'est surtout la vitamine PP, préventive de la pellagre et qui se trouve dans les protéines d'origine animale, qui a pu manquer. A un moindre degré, la vitamine D, fixatrice du calcium, surtout présente dans les produits laitiers, a pu se trouver en quantité insuffisante.

Au total, le déficit a porté sur la valeur énergétique globale de la ration et plus particulièrement sur les protéines d'origine animale et les graisses. Cependant, grâce en partie aux habitudes alimentaires des Français et à leur goût pour une cuisine variée, l'équilibre des constituants de la ration a été à peu près sauvegardé pour la majorité de la population urbaine, ce qui explique peut-être qu'il n'y ait pas eu, avec un apport énergétique aussi réduit, davantage de grands accidents de carence.

C'est surtout dans certains milieux particulièrement mal nourris : asiles, prisons, camps de concentration que s'aggravaient avec prédilection les grands accidents de carence alimentaire.

La pathologie de famine n'est pas nouvelle. Elle se retrouve lors de toutes les périodes de disette qu'a connues l'humanité, et la famine a sans doute tué plus d'êtres humains que la

guerre. Les œdèmes de carence ont été observés par exemple pendant le siège de Paris en 1871, puis en 1919 et dans les années qui suivirent, en Europe centrale.

### Les troubles mineurs

L'amaigrissement a été la première conséquence de la sous-alimentation, il a atteint toutes les couches de la population, tous les âges, les deux sexes, peut-être cependant davantage les sujets âgés et les hommes. Habituellement de 5 à 10 kg, il a pu atteindre chez les sujets de haute taille et de forte corpulence 30 à 40 kg. Des obésités anciennes, jusqu'alors irréductibles, se sont effondrées en quelques semaines. Souvent cet amaigrissement n'entraîne aucun trouble apparent, sauf une frilosité et une sensation de fatigue. Mais la fonte du tissu graisseux explique certainement la plus grande fréquence des hernies et des descentes d'organes.

Chez les enfants d'âge scolaire (catégorie J-2), la croissance en taille et en poids est ralentie, comme le montre la comparaison avec les chiffres d'avant guerre ; les écoliers de douze à dix-huit ans ont particulièrement maigri, et à peu près également dans les deux sexes. Comparativement à la taille moyenne d'avant guerre, celle des enfants, garçons et filles, est moins élevée de 2 à 3 cm, alors que les statistiques annuelles d'avant guerre montraient des moyennes tendant au contraire à s'élever (fig. 3). De même, le poids des nouveau-nés a baissé et est souvent inférieur à 3 kg.

Chez beaucoup de sujets, la surcharge excessive de l'alimentation en cellulose a provoqué des troubles digestifs, le plus souvent peu graves. Chez certains, cependant, l'atteinte digestive a été plus sérieuse, la muqueuse gastrique pouvant s'atrophier. L'intestin des inanitiés finit par s'amincir et n'avoir plus que l'épaisseur d'une feuille de papier, en même temps que se tarissent les sécrétions digestives ; il en résulte un état qui rend très difficile et très lente la reprise d'une alimentation normale. C'est dans ces cas que les hydrolysats de protéines ont pu rendre d'immenses services (1).

Chez l'enfant, le rachitisme est moins rare ; on sait que le rachitisme est un trouble de l'ossification qui se manifeste surtout dans la région de croissance des os longs et aboutit à des déformations du squelette, en particulier à l'incurvation des jambes. Expérimentalement, on provoque le rachitisme chez l'animal en modifiant dans son alimentation le rapport calcium/phosphore de manière qu'il s'éloigne notablement de l'unité, soit en plus, soit en moins. La vitamine D a un rôle régulateur dans l'utilisation du calcium et on provoque également le rachitisme par un régime carencé en vitamine D. Le rachitisme avait pratiquement disparu en France dans les années qui précédaient la guerre ; il a refait son apparition avec les restrictions alimentaires. La rareté des produits laitiers aboutit en effet à abaisser le rapport calcium/phosphore en même temps qu'elle diminue l'apport en vitamine D. Il y a là deux causes strictement alimentaires à la réapparition du rachitisme.

Le rachitisme mis à part, les avitaminoses, les maladies par manque de vitamines ont été

(1) Voir : « Protéines prédigérées » (*Science et Vie* n° 334 juillet 1945).

moins fréquentes qu'on n'aurait pu le craindre, et c'est d'ailleurs ce qui résulte de l'étude de la ration alimentaire en période de restrictions.

On n'a pas vu de scorbut (provoqué par le manque de vitamine C), sauf quelques rares exceptions. La seule avitaminose authentiquement observée a été la pellagre, due à la carence en vitamine PP (amide nicotinique), maladie qui se voyait autrefois en France dans les Landes, puis fut retrouvée dans le Sud des États-Unis, chez les populations se nourrissant presque exclusivement de maïs. Mais, dans tous les hôpitaux parisiens, il n'a pas été observé plus de quelques dizaines de cas d'avitaminose nicotinique en quelques années.

### La tuberculose

La conséquence la plus grave de la sous-alimentation a été indiscutablement l'accroissement de la fréquence et de la gravité de la tuberculose. Dans les régions urbaines, le nombre de cas de tuberculose a fortement augmenté ; des statistiques faites en juin 1941 parmi les populations du Nord de la France, dans l'Isère, à Limoges, dans les dispensaires parisiens, parmi le personnel des grandes administrations (S. N. G. F. en particulier), s'accordent pour relever une plus grande fréquence de la tuberculose sous toutes ses formes dans les grandes villes et les régions sous-alimentées.

De plus, la tuberculose pulmonaire est dans l'ensemble plus grave ; les formes aiguës, rapidement mortelles, deviennent d'observation courante chez l'adulte et même chez le vieillard, alors qu'auparavant elles étaient surtout le fait de sujets jeunes. De même, l'atteinte tuberculeuse des ganglions du cou se voit chez l'adulte chez qui elle était inconnue auparavant.

D'une manière générale, la morbidité tuberculeuse a augmenté de 20 % au moins durant les années d'occupation allemande.

Pour la mortalité tuberculeuse, on dispose de statistiques précises. Dans le département de la Seine, par exemple, de 172 décès pour 100 000 habitants en 1938 et en 1939-1940, la mortalité s'est brusquement élevée en 1941 à 234 décès pour 100 000 et est descendue en 1942 à 201, puis en 1943 et 1944 autour de 180 décès pour 100 000 habitants (fig. 5). Par contre, pour la France entière, le chiffre de 143 pour 100 000 habitants s'est maintenu de 1938 à 1943. En effet, si, dans les départements urbains, comme la Seine, les Bouches-du-Rhône, le Vaucluse, le Rhône, où le ravitaillement a été très déficitaire, la mortalité a augmenté, elle a diminué, parfois fortement, dans les campagnes (par suite sans doute de la diminution de l'alcoolisme) (fig. 4).

De 1938 à 1943, la mortalité tuberculeuse a augmenté de 12,4 % chez les enfants de moins de quinze ans, de 54 % de vingt ans à vingt-cinq ans, de 40 % entre soixante-cinq et soixante-dix ans. Les hommes ont été plus touchés que les femmes ; leur mortalité a augmenté de 30 à 35 % entre vingt et trente-cinq ans. Les hommes jeunes et les adultes semblent donc avoir été particulièrement éprouvés (fig. 6).

La sous-alimentation a bien été le facteur essentiel de l'aggravation et de la plus grande fréquence de la tuberculose. Deux faits en particulier viennent le montrer. Dans le corps des sapeurs-pompiers de Paris, qui a moins souffert des restrictions alimentaires, la morbidité et la

mortalité tuberculeuses sont restées identiques aux chiffres d'avant guerre. Dans le pavillon sanatorial d'un asile psychiatrique par contre, où toutes les conditions sont restées identiques de 1938 à 1943, et où seulement la ration alimentaire a fortement diminué, la tuberculose a augmenté de 50 %.

D'ailleurs, n'est-ce pas la catégorie J-3 la plus touchée par la tuberculose, qui est précisément celle pour laquelle l'écart entre la ration théorique et la ration accordée par les tickets est le plus grand ? (Comparer les fig. 6 et fig. 2.)

Si, maintenant, on essaie de préciser davantage à quel déficit alimentaire particulier il faut attribuer les modifications observées pour la tuberculose, il semble que ce soit d'une part la diminution de la ration globale et, d'autre part, la diminution des protéines et des graisses qui soient en cause. Au Danemark, on avait déjà observé en 1917-1918 que la courbe de mortalité tuberculeuse s'élevait peu après que la courbe de consommation de beurre et de viande fléchissait.

### Les grands accidents de carence alimentaire

Dans ce qui précède, nous n'avons vu la sous-alimentation retentir sur la santé générale qu'en accroissant la fréquence et la gravité de maladies connues en période normale. Mais il s'est trouvé des milieux particulièrement défavorisés où la sous-alimentation a fait apparaître des manifestations pathologiques qui sont la conséquence directe d'un déficit alimentaire très prononcé, voisin de la famine véritable ; ce sont les grands accidents de carence qui heureusement sont restés en France extrêmement rares.

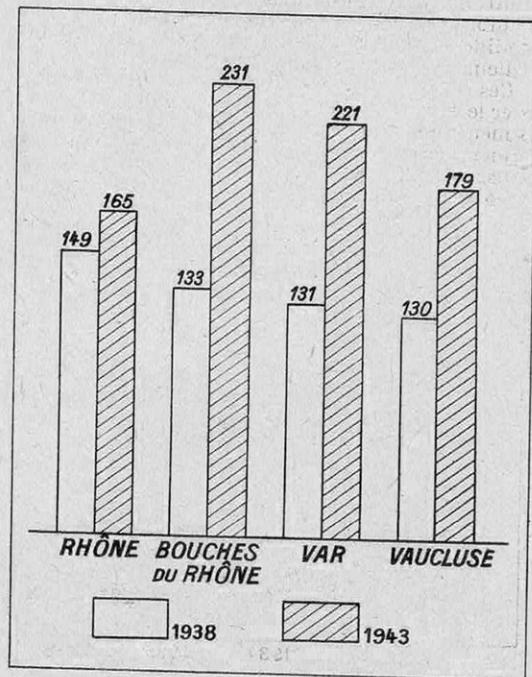


FIG. 4. — AUGMENTATION DE LA MORTALITÉ PAR TUBERCULOSE POUR 100 000 HABITANTS DE 1938 A 1943.

### Les œdèmes de carence

On sait que les très graves états de sous-alimentation peuvent s'accompagner d'œdèmes, infiltration de sérosité aqueuse dans le tissu cellulaire sous-cutané ou dans les cavités naturelles du corps, plèvre ou péritoine en particulier.

Ces œdèmes n'apparaissent qu'avec un régime alimentaire à la fois très insuffisant au point de vue énergétique, inférieur à 1 500 calories par jour, et très pauvre en graisses et en protéines. On pouvait d'ailleurs en voir survenir en période « normale » chez des malades atteints d'ulcère d'estomac, par exemple, et soumis à un régime trop restrictif.

L'œdème peut apparaître quelques semaines seulement après que le régime est devenu déficitaire, alors que certains sujets restent curieusement indemnes après des mois d'une alimentation de misère. Dans bien des cas, une cause déclenchante accessoire est venue provoquer leur apparition : diarrhée transitoire qui a diminué l'absorption du maigre apport alimentaire, travail musculaire intense, ou froid, qui ont encore aggravé le déséquilibre entre les besoins de l'organisme et ce que fournit la ration. Les sujets ayant dépassé la cinquantaine ont été plus fréquemment touchés. Apparus dans la population civile pendant l'hiver 1940-1941, fréquents pendant l'hiver 1942 et l'hiver 1943, ces œdèmes sont devenus rares depuis deux ans.

Comment peut-on s'expliquer leur apparition ? A l'état normal, le plasma, partie liquide du sang, contient 80 g par litre de protéines ; ce taux baisse considérablement si l'apport protéique alimentaire est insuffisant ; lorsqu'il tombe au-dessous d'une certaine valeur, la pression osmotique du plasma baisse, l'eau n'y est plus retenue et va infiltrer les tissus. De plus, les graisses étant un des constituants indispensables des membranes cellulaires, un déficit en graisses modifie la perméabilité des cellules et favorise également la formation d'œdèmes.

Ces œdèmes sont très sensibles au traitement : avec le repos complet au lit (qui réduit les besoins alimentaires au minimum), et surtout une alimentation suffisante en protéines et en graisses, telle que la réalise le régime lacté, ils fondent en quelques jours, découvrant l'amai-

grissement squelettique qu'ils dissimulaient. Mais, aussi vite qu'ils ont disparu, ils reparaisent si le régime redevient insuffisant ; aussi est-il nécessaire de maintenir chez ces malades une alimentation large pendant un temps suffisamment prolongé.

### Le coma hypoglycémique

De tous les grands accidents de carence, c'est le plus rare, mais aussi le plus grave. Presque tous les cas observés ont concerné des sujets vivant soit en prison (à Lyon en particulier, en 1941 et 1942), soit dans les asiles d'aliénés.

Ce coma suit presque toujours un œdème de carence et accompagne souvent une tuberculose pulmonaire. Ses manifestations rappellent celles que l'on observe après l'injection d'une dose excessive d'insuline faisant baisser trop profondément et trop brusquement le taux du sucre sanguin. On trouve, en effet, chez ces malades des chiffres de 0,40 g ou même de 0,10 g par litre pour le glucose sanguin, au lieu de la valeur normale de 1 g. Ces comas sont graves et le plus souvent mortels, bien que parfois l'administration de sucre en grosse quantité, à la fois par la bouche et dans les veines, amène une guérison rapide. La guérison obtenue, la suralimentation globale en sucre, protéines et graisses doit être poursuivie pendant des semaines.

L'origine de ces comas hypoglycémiques est encore mal élucidée : l'épuisement des réserves en glycogène (1) de l'organisme ne suffit pas à les expliquer, car la ration de ces malades n'est pas toujours carencée en hydrates de carbone. Sans doute y a-t-il chez ces malades une insuffisance des glandes endocrines, de l'hypophyse en particulier.

(1) On sait que le glycogène, corps analogue à l'amidon, est la forme sous laquelle les hydrates de carbone sont mis en réserve dans l'organisme, surtout par le foie. La fonction glycogénique du foie consiste à former du glycogène à partir des produits de la digestion, de ceux des hydrates de carbone en particulier. Par hydrolyse, le glycogène donne du glucose qui est mis en circulation à la mesure des besoins de l'organisme de manière à maintenir constante au voisinage de 1 % sa concentration dans le sang. La fonction glycogénique du foie est contrôlée par plusieurs glandes endocrines, parmi lesquelles l'hypophyse.

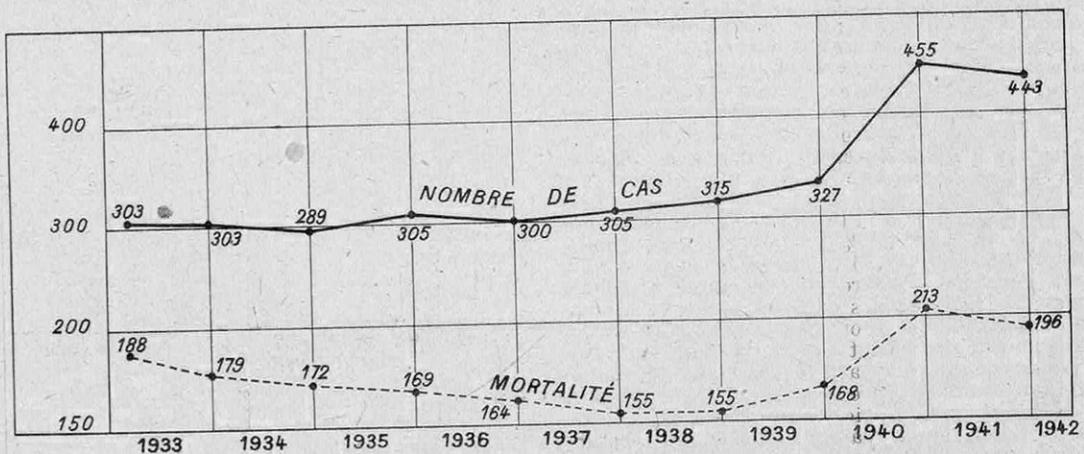


FIG. 5. — MORTALITÉ ET NOMBRE DE CAS DE TUBERCULOSE (SOUS TOUTES SES FORMES) POUR 100 000 HABITANTS A PARIS, DE 1933 A 1942.

	Région parisienne.			Région Est.		
	1936	1943		1936	1943	
Au-dessous de 4 ans .....	78,7	93,0	<b>18,2 %</b>	34,0	55,6	<b>63,6 %</b>
De 5* à 9 ans.....	36,5	37,4	<b>1,6 %</b>	21,0	36,4	<b>73,3 %</b>
De 10 à 14 ans.....	35,7	47,7	<b>33,6 %</b>	27,9	42,2	<b>51,3 %</b>
De 15 à 19 ans.....	125,0	130,0	<b>4,0 %</b>	91,7	103,0	<b>12,3 %</b>
De 20 à 24 ans.....	178,0	277,0	<b>54,7 %</b>	136,0	166,0	<b>22,1 %</b>

FIG. 6. — TABLEAU DE LA MORTALITÉ PAR TUBERCULOSE (SOUS TOUTES SES FORMES) POUR 100 000 HABITANTS EN 1936 ET 1943.

La région parisienne comprend les départements de Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne et Oise; la région Est comprend la Meurthe-et-Moselle, la Marne et les Vosges. Les chiffres gras indiquent le pourcentage d'augmentation de la mortalité en 1943 par rapport à 1936.

### L'ostéose de famine

Cette affection s'observe chez les femmes ayant dépassé la cinquantaine, qui se plaignent pendant longtemps de douleurs diffuses dans le dos, le bassin et les membres inférieurs. Peu à peu, la station debout devient difficile, tant elle est douloureuse; ces femmes marchent à petits pas, avec hésitation, « en canard ». Puis, après quelques mois, à l'occasion d'un choc, souvent insignifiant, ou seulement d'un effort, un os se casse. La radiographie montre que tout le squelette est décalcifié, ce qui se traduit par une transparence anormale, la colonne vertébrale étant particulièrement touchée. Chez les femmes non traitées se produit un tassement progressif, la taille diminue de 10 à 15 cm.

Le traitement agit remarquablement: de fortes doses de sels de calcium et de vitamine D amènent la consolidation des fractures et la disparition des douleurs.

L'os normal est le siège à tout moment d'une résorption constante d'os adulte d'une part, d'apparition d'une substance ossifiante qui fixe ensuite les sels de calcium d'autre part. Il semble que, chez ces malades manquant de calcium, la résorption normale se produise, mais non la fixation des sels de chaux. Sans doute aussi le déficit en protéines empêche la formation de la substance ossifiante et de la matrice protéique de l'os. Le manque de vitamine D, fixatrice du calcium, est également un facteur favorisante. Les douleurs s'accroissent pendant l'hiver, et c'est au printemps que l'on voit le plus d'ostéoses de carence. En effet, notre peau contient des corps qui, sous l'influence du rayonnement ultra-violet solaire sont transformés en vitamine D. L'insolation peut ainsi plus ou moins compenser le déficit de notre alimentation en vitamine D. En hiver, cet effet compensateur joue naturellement beaucoup moins.

### La contre-partie des méfaits de la sous-alimentation

La sous-alimentation a donc été responsable,

dans notre pays, de conséquences pathologiques graves: augmentation de la fréquence et de la gravité de maladies jusque-là existantes, apparition de maladies nouvelles inconnues ou presque aux époques d'abondance.

Mais, à ces méfaits, il y a eu une contre-partie, et, si faible soit-elle, il convient de la signaler. Les maladies de pléthore ont diminué de fréquence, comme la goutte, les calculs du rein, et même l'hypertension artérielle des obèses. Surtout, la diminution importante de la consommation alcoolique a amené une régression notable des maladies dues à l'alcool, dont on ne saurait trop souligner l'importance avant la guerre.

Les cirrhoses du foie, les paralysies alcooliques ont à peu près disparu des hôpitaux où elles abondaient autrefois. Le chiffre des entrées dans les asiles d'aliénés s'est même effondré au point que certains d'entre eux ont pu être affectés à l'hospitalisation des tuberculeux.

Il faut espérer que, lorsque les restrictions alimentaires auront complètement disparu, des mesures appropriées empêcheront la consommation de boissons alcooliques de revenir à sa valeur excessive des années d'avant guerre.

Pour dire quels ont pu être, en France seulement, les ravages de la sous-alimentation, indiquons que, dans un asile comportant un effectif moyen de 300 à 400 pensionnaires, avec, avant guerre un décès par mois environ, il y a eu, pendant l'hiver 1941-1942, 11 décès par mois. Ces chiffres sont encore bien inférieurs aux hécatombes de certains camps de déportés.

Quelles seront les conséquences ultérieures, démographiques en particulier, de cette sous-alimentation? L'avenir seul permettra de le dire.

M. CONTI.

Les graphiques qui accompagnent cet article sont dus à l'obligeance du professeur Gounelle, du Dr Mandé et de la Fondation pour l'étude des Problèmes humains.

# LES DERNIERS TYPES DE BOMBES PLANANTES ET VOLANTES TÉLÉCOMMANDÉES

par André FOURNIER

*Aux derniers mois de la guerre, toute une série de bombes planantes et volantes à direction automatique ou télécommandée étaient en cours d'étude en Allemagne, dont quelques-unes destinées à l'attaque des navires alliés, et la plupart à la protection contre les raids de l'aviation. Les renseignements donnés au lendemain de la victoire par les services anglais et américains ont été complétés depuis par une exposition, à Farnborough, des principaux prototypes retrouvés en Allemagne. Ces engins sont propulsés soit par un mélange de liquides, soit, le plus souvent, avec de la poudre. Leur voilure applique des dispositifs spéciaux pour les grandes vitesses, dont certains, comme l'aile en flèche, étaient déjà apparus sur avions et d'autres, comme les ailes à très faible allongement, n'avaient pas encore reçu d'application. Leur généralisation doit certainement bouleverser les méthodes et les matériels de la D. C. A.*

## Les nouveaux types d'engins télécommandés

**L**ES V-1 et les V-2, adaptées au bombardement d'objectifs terrestres à très grande distance, sont les types les plus connus de bombes volantes, sans équipage, propulsées par réaction ou par fusée. Mais un très grand nombre d'engins de principe analogue étaient en cours de construction ou d'étude en Allemagne à la fin de la guerre et visaient plus spécialement à la destruction d'objectifs navals ou aériens. Les plus anciens, la bombe 1400 FX et la bombe Henschel Hs 293, étaient en service depuis 1943 contre les navires. Des variantes de la Hs 293, bombe volante télécommandée par radio, ainsi que la X-4, bombe volante télécommandée par fil, étaient entrées ensuite dans l'armement des chasseurs allemands. En mai 1945, de très nombreux engins dirigeables du sol, avec télécommande radio et propulsion par fusée, le « Schmetterling », la « Feuerlilie », la « Rheintochter », la « Enzian », allaient être construits en grande série et devaient bouleverser les principes de la D. C. A.

Leur étude n'était d'ailleurs pas un secret pour les Alliés. Si la Grande-Bretagne a été assez réservée jusqu'ici sur ses réalisations dans ce domaine, les États-Unis ont publié récemment les photographies et quelques caractéristiques des engins de types semblables qui commencent à entrer en service dans leurs forces armées : les bombes planantes « Glomb », « Bat » et les bombes volantes « Gargoyle » et « Gorgon ».

Au cours de la présentation de matériel aérien faite à la fin de 1945 à Farnborough, toute une section était réservée à celles de ces armes qui ont pu être récupérées dans la zone britannique

d'occupation en Allemagne. C'est la partie de l'exposition qui, en raison de sa nouveauté, attirait le plus de visiteurs. Nous donnons ci-après les indications qui ont pu être recueillies sur les armes exposées, suivies de quelques remarques générales sur leurs caractéristiques communes.

## Les bombes planantes : la Blohm et Voss BV 226

Les premières bombes télécommandées employées en 1943 contre les navires en Méditerranée, la 1400 FX et la Henschel Hs 293, avaient remporté quelques succès au début. Mais, très rapidement, les Alliés avaient trouvé une parade des plus efficaces en augmentant la distance de leurs escortes aériennes ; les bombardiers étaient descendus avant d'avoir pu lancer leurs engins.

La bombe 1400 FX est une très grosse bombe de 1400 kg lancée en vol horizontal à grande altitude. Elle n'est ni planante, ni volante, mais possède quatre ailes très courtes destinées à faciliter son orientation, au cours de sa chute libre, par de très petits gouvernails en direction et en portée actionnés par radio. L'amplitude des corrections couvre largement les erreurs de visée et les évolutions possibles du navire pendant la durée de chute.

La bombe Hs 293 (1) est munie d'une voilure et d'une propulsion par fusée qui n'est pas assez puissante pour le vol horizontal, mais qui augmente la portée au cours de la descente. Elle est lâchée à une dizaine de kilomètres et maintenue en direction du but par télécom-

(1) Voir : « Les avions à réaction » (Science et Vie, n° 336, septembre 1945).

mande radio à partir de l'avion qui la porte, ou mieux d'un avion plus éloigné.

La bombe Blohm et Voss BV 226 (fig. 2), qui est également destinée à l'attaque des navires, est une bombe « planante », c'est-à-dire sans aucun dispositif de propulsion, et non une bombe « volante » comme la Hs 293. Elle a été étudiée en vue d'atteindre la très grande finesse nécessaire au lancement à grande distance d'une bombe planante où la pesanteur est le seul moteur, et la grande vitesse indispensable pour la préserver de la chasse ou de l'artillerie. Le fuselage, aux lignes très pures, est en quatre tronçons réunis par soudure dans un plan transversal sur l'arrière du bord de fuite de l'aile et dans le plan horizontal de symétrie. L'aile, qui atteint l'allongement exceptionnel de 34, est d'une construction très originale, en béton léger armé ; elle comporte d'amples raccords au fuselage. Il n'y a pas d'ailerons. L'empennage est à double dérive, avec un gouvernail de profondeur et un gouvernail de direction sur une seule des dérives. La bombe est télécommandée par radio, sa position étant repérée par deux lampes montées sur les dérives. Elle est emportée sous la voilure, des bombardiers, à raison de deux sous les Junkers Ju-88, Ju-188, Ju-388 et Dornier Do-217, et de trois sous les Heinkel He-177.

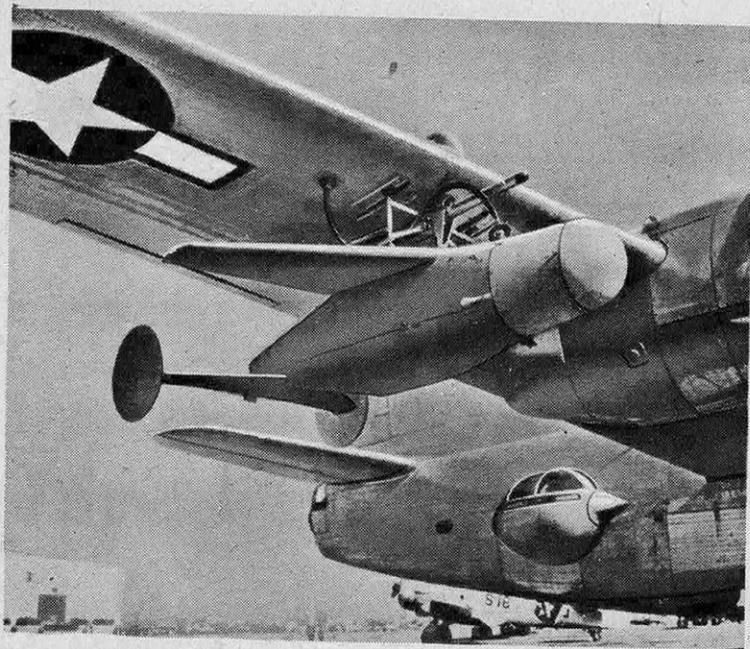


FIG. 1. — LA BOMBE PLANANTE A GUIDAGE PAR RADAR « BAT », DE LA MARINE AMÉRICAINE

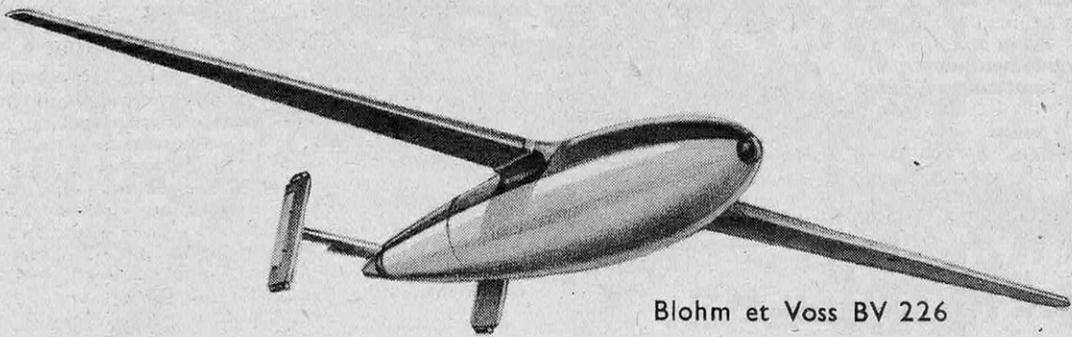
La bombe « Bat » est une bombe planante lâchée d'avion, maintenue automatiquement en direction de l'objectif par le radar qu'elle porte. Elle a environ 3,60 m de longueur et 3 m d'envergure. On notera la combinaison assez curieuse d'une aile en flèche accentuée à faible allongement et d'un fuselage dont l'avant n'est certainement pas dessiné pour atteindre les très grandes vitesses. On comparera avec intérêt la différence des réalisations de la « Bat » et de la « Blohm et Voss BV 226 » (fig. 2). La bombe « Bat » est montée, à raison de deux par appareil, sous la voilure d'un quadrimoteur Consolidated « Privateer ». Le secret sur cet engin n'a été levé que le 12 décembre 1945 ; on a annoncé en même temps qu'il avait contribué à couler un tonnage important de navires de guerre et de navires marchands japonais.

### Les bombes volantes : « Feuerlilie », Henschel Hs 298 et « Schmetterling »

Ces trois bombes volantes sont destinées en principe à être tirées du sol ou d'un avion contre d'autres avions. Elles ont toutes les trois une voilure d'apparence normale, dans la mesure où le centrage et l'adaptation aux très grandes vitesses le permet. Les nécessités du centrage imposent à la « Feuerlilie » et au « Schmetterling » une voilure rejetée vers l'arrière, à cause du chargement à peu près homogène d'un fuselage aux formes normales ; la Hs 298, au fuselage moins affiné et surchargé à l'avant, échappe à cette exigence. Les voilures des trois engins ont le faible allongement et la flèche accentuée qui conviennent aux très grandes vitesses.

La « Feuerlilie » 25 (« Lis de feu ») (fig. 3) était un engin étudié par l'Institut de Recherches Hermann Göring de Volkenrode. Le fuselage épouse la forme des projectiles à grande vitesse, avec avant très affiné et corps presque cylindrique à courte ogive arrière. L'aile, médiane, est trapézoïdale en plan, avec très forte flèche du bord d'attaque. Les dimensions : envergure, 1,13 m, profondeur à l'emplanture 0,66 m, profondeur à l'extrémité 0,19 m, précisent le très faible allongement. L'aile est munie de cloisons marginales. Les ailerons sont commandés par des électroaimants carénés dans ces cloisons. L'empennage comporte une double dérive axiale, disposée au-dessus et au-dessous du fuselage. Sur chaque dérive est monté un plan fixe horizontal ; le plan supérieur est seul muni d'un gouvernail de profondeur actionné par électroaimants. La propulsion est obtenue par une fusée à poudre brûlant en six secondes. Deux lampes portées par les dérives permettent la télécommande radio de l'engin. La « Feuerlilie » 25 n'en était encore qu'au stade expérimental.

La bombe Henschel Hs 298, exposée à Farnborough, n'est que l'une des nombreuses armes d'avion contre avion, du sol contre avion, ou d'avion contre navire étudiées par Henschel. C'est une bombe volante (fig. 4) plus spécialement destinée à l'attaque de formations de bombardiers, à des distances variant de 1 000 à 2 500 m. Elle est propulsée par une fusée à poudre et dirigée par une télécommande radio actionnant de petits volets de freinage sur la voilure et l'empennage. L'explosion est commandée par une fusée « radar » fonctionnant automatiquement à proximité de l'objectif. Cette bombe, dont la construction avait commencé en 1914, n'en était encore qu'au stade des essais.



Blohm et Voss BV 226

FIG. 2. — LA BOMBE PLANANTE BLOHM ET VOSS BV 226

Ses caractéristiques sont les suivantes : envergure, 6,30 m ; longueur, 3,35 m ; surface de voilure, 1,34 m<sup>2</sup> ; allongement, 34 ; poids total, 725 kg ; charge d'explosif, 450 kg ; charge au mètre carré, 540 kg. L'aile pleine en béton léger s'explique par ces caractéristiques. Un tel mode de construction n'est acceptable que pour des bombes de poids moyen, à voilure très chargée, grand allongement et aile mince. Pour la corde moyenne de l'aile, qui est de 21 cm, et son épaisseur moyenne probable, qui ne doit guère dépasser 1 cm, le remplissage en béton, qui simplifie beaucoup l'exécution, ajoute seulement quelques kilogrammes de poids inutile.

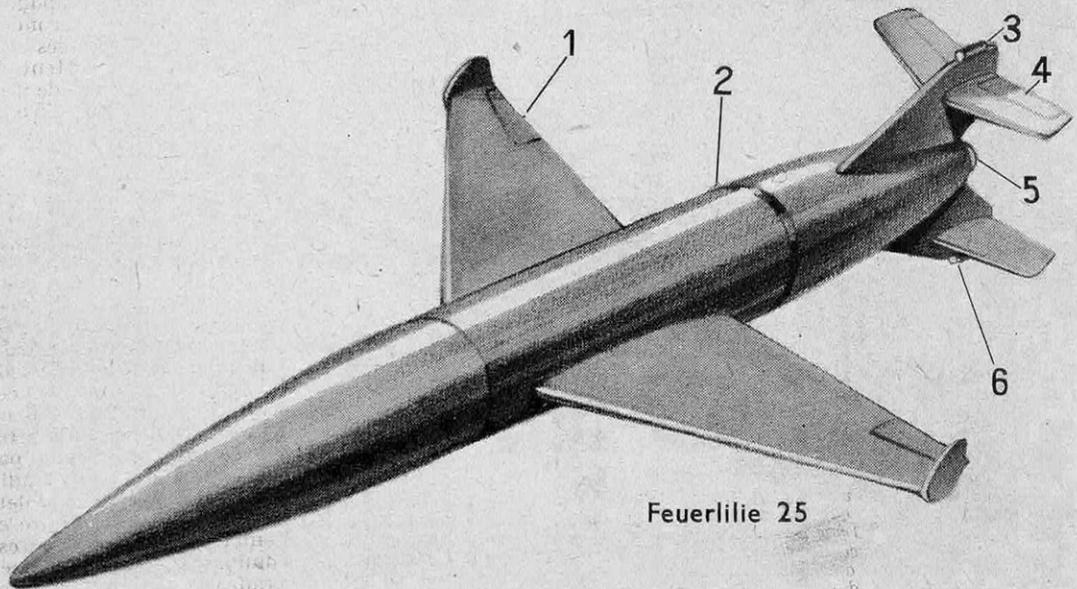
Le « Schmetterling » (Papillon) (fig. 5) était au contraire beaucoup plus avancé, et la construction en grande série allait commencer quand la guerre finit. C'était l'arme à laquelle la propagande allemande avait réservé le nom de V-3.

Le « Schmetterling » est l'œuvre du professeur Wagner, l'ingénieur en chef de Junkers. C'est une bombe volante, à propulsion par fusée, radioguidée, destinée soit au tir d'avion contre avion, soit au tir de terre contre avion. Le corps de la bombe est cylindrique, avec un avant dissymétrique, muni à gauche d'une partie conique où se trouve la fusée et à droite d'une hélice à quatre pales entraînant une dynamo pour le service des appareils auxiliaires. L'aile

se compose d'une charpente en alliage léger moulé comportant six nervures, deux longerons, trois barres obliques, et le bord de fuite ; le reste du revêtement est en dural vissé sur cette charpente. L'aile est enfilée sur un tube conique traversant le fuselage. La même construction est appliquée à l'empennage cruciforme symétrique. Les gouvernes comprennent deux commandes seulement, ailerons (disposés en volets d'extrados) et profondeur.

Lorsqu'il est tiré du sol, le « Schmetterling » reçoit, outre la fusée logée dans le corps de l'engin, deux fusées de lancement placées au-dessus et au-dessous, et qui sont éjectées après une très courte durée de fonctionnement.

Les essais auraient été très satisfaisants ; le



Feuerlilie 25

FIG. 3. — LA BOMBE VOLANTE « FEUERLILIE » 25

La « Feuerlilie » 25 est une bombe volante télécommandée, à propulsion par fusée, d'une envergure de 1,13 m ; le diamètre du fuselage est de 23 cm ; le poids de 120 kg. 1, aileron ; 2, cloison isolante en amiante ; 3, feu de guidage ; 4, gouvernail de profondeur ; 5, tuyère ; 6, feu de guidage.

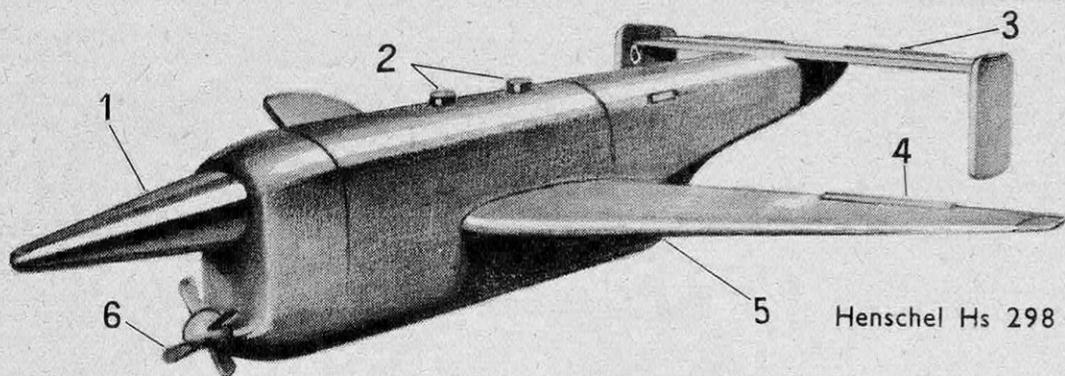


FIG. 4. — LA BOMBE VOLANTE « HENSCHEL » HS 298

La « Henschel » Hs 298 était une bombe volante, destinée au tir d'avion contre avion à moyenne distance, 1 000 à 2 500 m. Ses caractéristiques sont les suivantes : envergure, 1,30 m ; longueur, 2,02 m ; largeur du fuselage, 0,19 m ; hauteur du fuselage, 0,40 m. L'aile, trapézoïdale et en flèche, a une profondeur de 0,50 m à l'emplanture, et 0,23 m à l'extrémité. Le poids est de 95 kg. 1, fusée-détonateur ; 2, tenons de fixation à l'avion porteur ; 3, 4, volets de freinage ; 5, tuyère ; 6, hélice d'entraînement de la génératrice électrique auxiliaire.

professeur Wagner affirmait pouvoir garantir un avion abattu par engin lancé.

### La « Wasserfall »

La « Wasserfall » (Chute d'eau) est une réduction de la V-2 modifiée en vue de son adaptation au tir de terre contre avion. Différents modèles ont été expérimentés. Celui qui était exposé à Farnborough avait été retiré d'un étang près de Nordhausen. Mais d'autres, de caractéristiques différentes, ont été retrouvés en zone américaine (fig. 9).

La forme générale du fuselage reste celle de la V-2, avec un corps cylindrique et un avant très affiné. Une voilure cruciforme lui a été ajoutée pour lui donner la maniabilité indispensable. Les quatre ailes ont 1,50 m de profondeur à l'emplanture, 0,50 m à l'extrémité pour une envergure de 1,80 m ; l'allongement

est donc à peine supérieur à 1, en même temps que la flèche du bord d'attaque atteint 60°. L'empennage, cruciforme également, comporte quatre petites gouvernes compensées ; son envergure de 2,20 m est supérieure à celle de l'aile.

La disposition générale de la « Wasserfall » reproduit celle de la V-2. On trouve, de l'avant à l'arrière : la fusée commandant l'explosion, actionnée par radio sur les premiers modèles, et probablement par radar sur les derniers ; la charge d'explosif ; la bouteille sphérique d'air comprimé ; les réservoirs de combustible et de comburant, qui sont ici du « visol », mélange d'hydrocarbures, et de l'acide nitrique ; la chambre de combustion et la tuyère. On a simplifié l'alimentation de la fusée par suppression des turbo-pompes de la V-2. Les dimensions et le poids (3 500 kg) restent néanmoins élevés.

Les derniers modèles de « Wasserfall » utili-

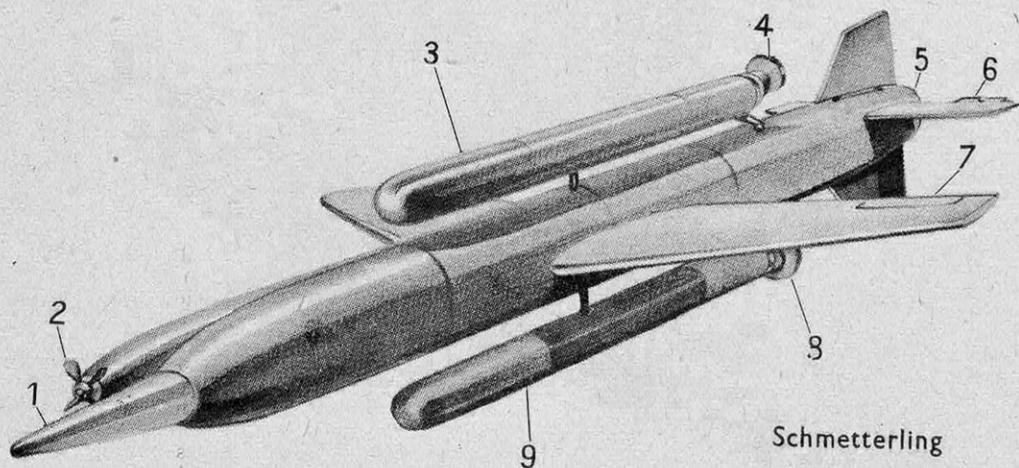


FIG. 5. — LE « SCHMETTERLING », BOMBE VOLANTE JUNKERS

Les caractéristiques du « Schmetterling » sont les suivantes : envergure, 1,90 m ; longueur, 4,01 m ; diamètre du fuselage, 0,34 m ; poids, 160 kg. L'aile trapézoïdale a une profondeur de 0,66 m à l'emplanture et 0,32 m en bout d'aile. Les performances seraient les suivantes : vitesse, 1 000 km/h ; plafond, 15 000 m ; rayon d'action, 32 km. 1, fusée détonateur ; 2, hélice d'entraînement de la génératrice électrique auxiliaire ; 3, fusée de lancement largable ; 4, tuyère ; 5, tuyère ; 6, volet ; 7, aileron ; 8, tuyère ; 9, fusée de lancement largable.

saient très probablement la détection du but par « radar », non seulement pour commander l'explosion, mais encore pour diriger automatiquement l'engin vers son objectif sur la dernière partie de la trajectoire.

Le lancement devait être fait à la verticale, à partir de plate-formes analogues à celles des V-2. D'après certains renseignements, sur un lancement de quarante « Wasserfall » en cours d'essais, douze auraient atteint leur but.

### La « Rheintochter »

La « Rheintochter » (Fille du Rhin) est une bombe volante pour D. C. A., à propulsion par

de 2 000 m le lancement sur rampe, après quoi elle est abandonnée. Elle se compose d'un corps de diamètre légèrement supérieur à celui de la bombe, avec un empennage cruciforme analogue à celui de la voilure principale, consolidé par un ensemble de haubans.

La fusée auxiliaire est éjectée au bout de 2 000 m. La vitesse maximum est légèrement inférieure à 500 m/s. Le plafond est de 6 000 m.

Le dispositif de guidage était étudié pour s'adapter au système d'interception dit « Rheinland », dans lequel on enregistre au sol, par radar, les positions de l'avion ennemi et de la bombe volante, d'où l'on déduit à chaque ins-

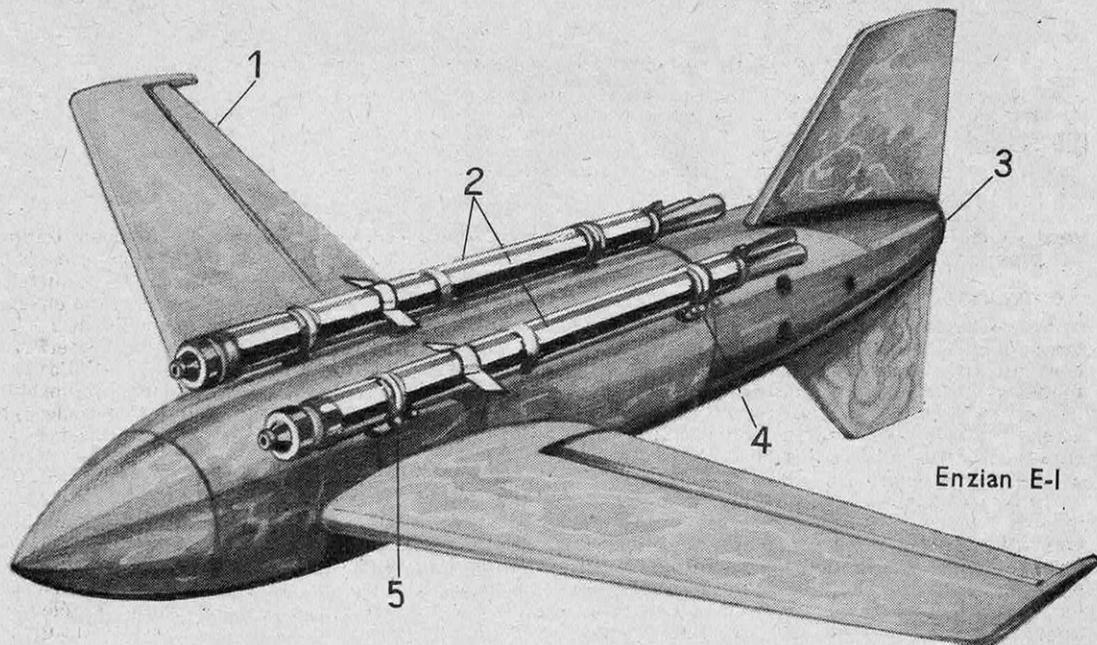


FIG. 6. — LA BOMBE VOLANTE « ENZIAN » E-1

L'« Enzian » E-1 est une bombe volante propulsée par réaction, guidée par radio et munie d'une fusée radar. Sur le dos sont fixés deux groupes de deux fusées auxiliaires servant au lancement; elles sont retenues par des boulons explosifs qui sautent six secondes après le départ de l'engin; les fusées s'écartent alors du corps de la bombe sous l'action des volets qu'elles portent. 1, aileron; 2, fusées auxiliaires de lancement; 3, tuyère; 4, 5, boulons explosifs.

fusée, radioguidée suivant un système particulier. C'est une production de Rheinmetall-Borsig (fig. 7).

Le corps de l'engin est cylindro-ogival. La voilure est du type « canard », avec la voilure principale à l'arrière et les gouvernes à l'avant. Elle se compose de six ailes minces en bois, recouvertes de métal, régulièrement disposées autour du fuselage. Leur forme est trapézoïdale, avec flèche de 45°. Les gouvernes avant sont cruciformes, attelées deux par deux pour la direction et la profondeur. Les compartiments successifs contiennent, à partir de l'avant, les moteurs de commande des gouvernes, le pilote automatique gyroscopique, l'installation radio, le radar, la fusée à poudre avec six tuyères latérales disposées entre chacune des six ailes, et enfin la charge d'explosif.

Le lancement est fait à l'aide d'un chariot sur rampe inclinée. En outre, une fusée auxiliaire, placée à l'arrière de l'engin principal, prolonge

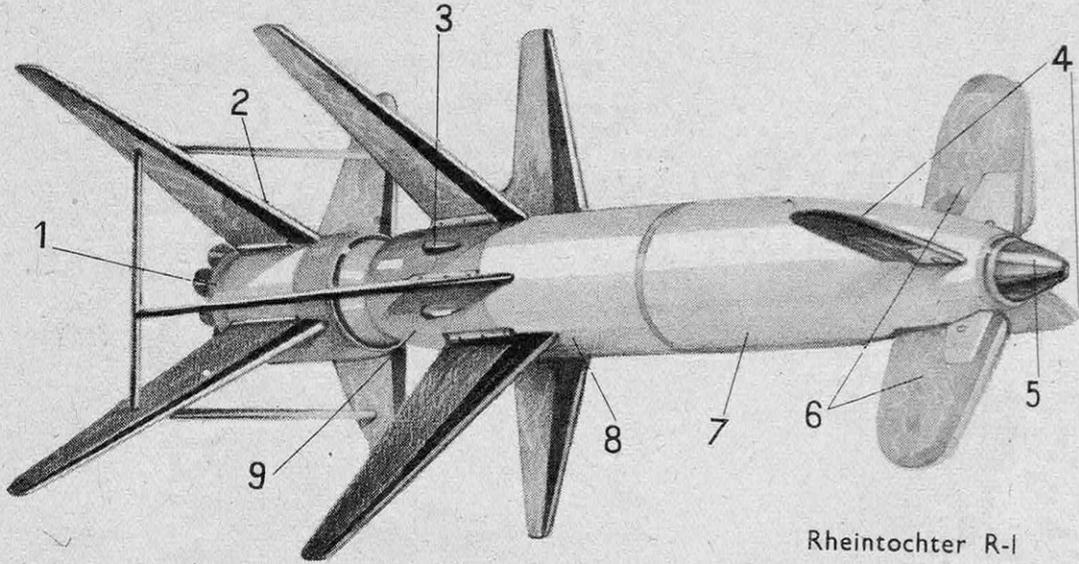
tant les corrections qu'il faut apporter à la trajectoire de celle-ci pour lui faire rencontrer celui-là.

Le modèle exposé à Farnborough était la R-1; sa construction était abandonnée en mai 1945 et remplacée par une version améliorée R-3.

### La X-4

La X-4 est une bombe volante dirigée d'avion contre avion qui présente cette particularité d'une commande à distance par deux fils de 0,22 mm, longs de 6 000 m chacun, et lovés dans deux bobines portées par la bombe aux extrémités de deux des ailes (fig. 8).

La X-4 possède un corps fuselé, une voilure cruciforme à ailes en flèche, en bois massif, et un empennage, cruciforme également, dont les plans bissectent ceux de la voilure principale. La télécommande agit sur des gouvernes disposées à la manière habituelle à l'arrière de l'empennage, pendant que les gyroscopes du pilote



Rheintochter R-1

FIG. 7. — LA « RHEINTOCHTER » R-1, BOMBE VOLANTE A FUSÉE AUXILIAIRE

Les caractéristiques sont les suivantes. Bombe principale: longueur, 3,60 m; envergure, 2,65 m; diamètre du corps, 0,50 m; profondeur des six ailes, 0,70 m à l'emplanture et 0,25 m à l'extrémité; envergure des gouvernes avant, 1,10 m. Fusée auxiliaire: longueur du corps, 1,50 m; diamètre du corps, 0,55 m; envergure de l'empennage arrière, 2,20 m; profondeur des quatre dérives à l'emplanture, 0,82 m, à l'extrémité, 0,32 m. La vitesse maximum est d'un peu moins de 500 m/s; le plafond, de 6 000 m. La construction de la bombe est étudiée pour offrir le minimum de résistance aérodynamique à la vitesse atteinte. La fusée est volontairement beaucoup moins soignée (diamètre supérieur à celui du corps de bombe, haubannage); c'est sa résistance à l'avancement qui provoque son éjection après 2 000 m de parcours, une fois la poudre brûlée. 1, tuyère; 2, fusée auxiliaire de lancement; 3, tuyère; 4, gouvernails de profondeur; 5, fusée-radar; 6, gouvernails de direction; 7, logement des gyroscopes et appareils radioélectriques; 8, corps de fusée; 9, explosif.

automatique commandent, par électroaimants, de petits peignes à très faible course (2,5 mm) placés sur l'avant des gouvernes. Il n'y a d'ailerons ni pour la télécommande, ni pour le pilotage automatique. Les compartiments, à partir de l'avant, sont les suivants: fusée-détonateur, charge d'explosif, réservoirs à liquide pour fusée propulsive, pilote automatique et batterie, chambre de combustion et tuyère. Les bobines du fil de contrôle sont logées dans des carènes aux extrémités de deux ailes opposées; les deux autres portent des lampes de guidage.

La X-4 était en service dans la « Luftwaffe », concurremment avec les bombes volantes genre Hs 298. Elle était destinée à l'armement des chasseurs Focke-Wulf Fw 190, qui l'accrochaient sous leurs ailes, dans un lance-bombes spécial. Avec sa vitesse de 1 000 km/h et sa charge d'explosif de 50 kg, elle a remporté des succès remarquables lorsque la chasse d'escorte ne pouvait maintenir les chasseurs d'interception à grande distance.

### Voilure et maniabilité

Sur la plupart de ces engins, Hs 293 et Hs 298, « Schmetterling »..., comme sur les bombes américaines dont les photographies sont reproduites, les ailes, quel que soit leur allongement, qu'elles aient ou non une disposition en flèche, qu'elles soient sur l'avant ou sur l'arrière des gouvernes, ont un rôle analogue à celui de la voilure d'un planeur ou d'un avion; leur portance soutient la bombe, planante ou volante.

Sur d'autres engins, au contraire, tels que la

bombe 1400 FX, la « Wasserfall », la « Rheintochter », la X 4, leur rôle est plus complexe et la voilure à quatre ou six ailes est essentiellement destinée à donner la maniabilité nécessaire au cours des évolutions à très grande vitesse pour l'approche de l'objectif.

Il est bien évident, par exemple sur la 1400 FX qui est une très grosse bombe de perforation ordinaire, modifiée par l'adjonction de quatre petites ailes en croix, que cette voilure ne peut servir à la sustentation. La trajectoire de la bombe, lancée en vol horizontal, est sensiblement celle d'une bombe ordinaire de même coefficient balistique. Les ailes ne servent qu'à faciliter l'action des gouvernes. La conclusion est la même pour la « Wasserfall », la « Rheintochter » et la X 4, sauf que la voilure est relativement beaucoup plus développée: c'est que la maniabilité requise pour l'atteinte d'un avion en évolution n'est pas la même que dans le cas d'un navire.

La voilure n'est pas indispensable à l'action d'une gouverne. Un corps fuselé tel qu'un sous-marin ou un dirigeable obéit aussi bien au braquage du gouvernail de direction qu'à celui du gouvernail de profondeur. Mais on doit observer, comme le montre la figure 11, que ce n'est pas la force directement exercée par l'eau ou l'air sur la gouverne qui produit le mouvement désiré; c'est l'action du fluide sur la carène déviée de sa direction initiale par le braquage de la gouverne. Un corps fuselé sans voilure réagit exactement dans le même sens qu'un avion; c'est que, déplacé obliquement

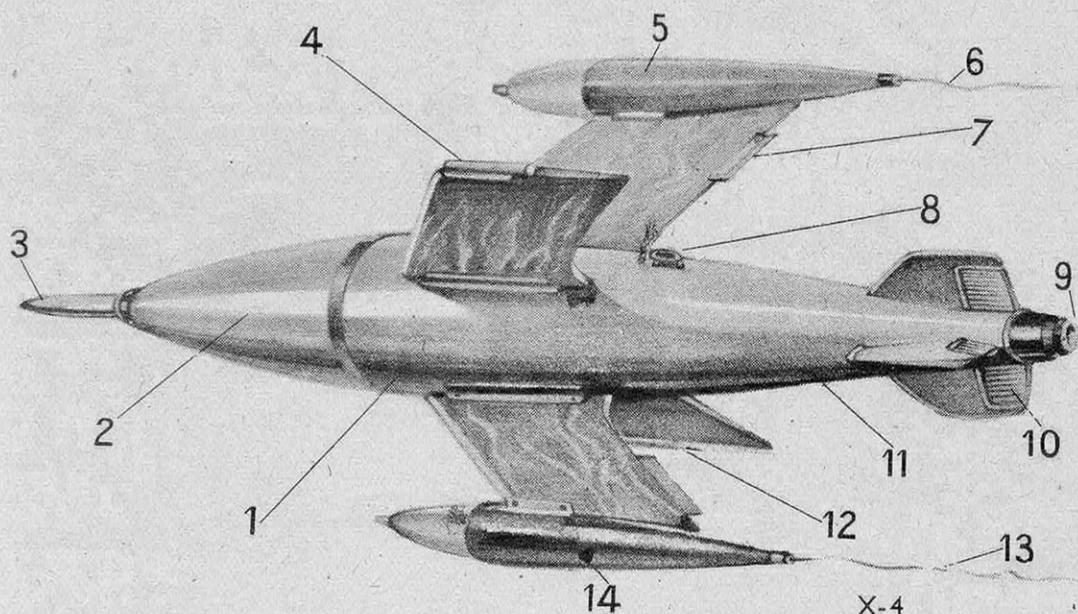


FIG. 8. — LA X-4, BOMBE VOLANTE D'AVION CONTRE AVION.

La longueur de la X-4 est de 2,02 m; son envergure de bout d'aile à bout d'aile, non compris les carénages de bobines ou de lampes, de 0,48 m; son diamètre maximum de 0,22 m; sa charge d'explosif, de 50 kg; sa vitesse, de 1000 km/h. 1, corps de fusée; 2, explosif; 3, fusée-détonateur; 4, feu de guidage; 5, bobine; 6, fil de liaison; 7, volet fixe; 8, tenon de fixation à l'avion porteur; 9, tuyère; 10, peignes oscillants; 11, logement des gyroscopes; 12, feu de guidage; 13, fil de liaison; 14, bobine.

par rapport à son axe, le corps fuselé présente, comme l'avion, une résistance et une portance. Mais, pour une résistance donnée, la portance est beaucoup plus grande s'il y a une voilure que s'il n'y en a pas. D'où l'intérêt d'ajouter des ailes à un corps fuselé pour accroître sa maniabilité. A cet égard, la différence entre la bombe ailée et la bombe sans ailes est analogue à celle entre l'avion et le dirigeable.

Quelle est l'explication des voilures à quatre ou six ailes régulièrement réparties en étoile autour du fuselage des bombes allemandes? C'est la recherche de la maniabilité maximum dans toutes les directions. Une bombe planante ou volante dont la voilure est disposée à la manière habituelle est beaucoup plus sensible à la manœuvre du gouvernail de profondeur qu'à celle du gouvernail de direction. La première bénéficie de tout l'appui de la voilure sur l'air, tandis que la deuxième ne provoque qu'un « virage à plat », d'efficacité très inférieure à celle du virage correct. Au lieu d'incliner la voilure de la bombe en virage, il revient au même de lui monter une aile perpendiculaire à la première; on obtient ainsi approximativement l'égalité de

maniabilité dans toutes les directions. Le résultat doit être meilleur encore avec les six ailes de la « Rheintochter » dont quatre au

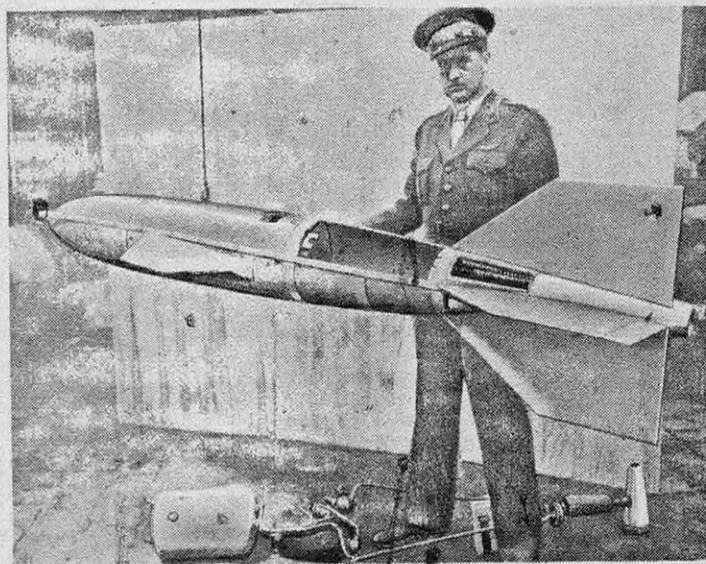


FIG. 9. — LA « WASSERFALL », RÉDUCTION DE LA V-2 POUR D. C. A.

La « Wasserfall » est une réduction de la V-2 au poids de 3 500 kg. Sa longueur est de 7,30 m; son envergure, de 1,80 m; le diamètre du corps, de 0,90 m. La photographie représente un modèle lui-même à échelle réduite ne comportant que deux ailes et un empennage légèrement modifié, alors que la « Wasserfall » devait être dotée généralement de quatre ailes en croix.

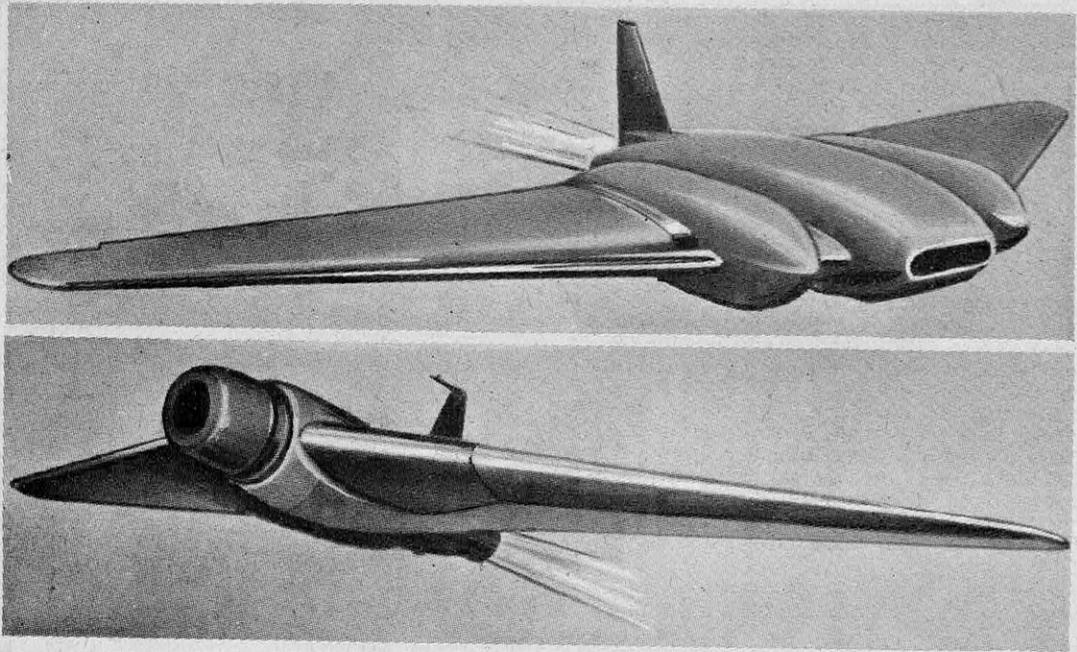


FIG. 10. — LES BOMBES VOLANTES « NORTHROP »

La bombe d'en haut, la première en date, comporte deux réacteurs General Electric logés dans son fuselage, la charge explosive étant située dans deux fuseaux de chaque côté du moteur. Elle est en construction depuis l'été 1944 pour l'armée américaine. Celle d'en bas, la JB-1 A, est le type le plus récent. Elle contient un réacteur Ford à pulsations, du genre de celui de la V-1 allemande, mais situé à l'intérieur du fuselage. La charge explosive est logée dans les ailes, au voisinage du fuselage. Les caractéristiques de la JB-1 A sont les suivantes : envergure, 9,15 m ; poids total, 3 175 kg ; charge explosive, 1 680 kg ; vitesse maximum, environ 650 km/h ; rayon d'action, supérieur à 160 km. Des améliorations apportées à la rampe de lancement ont réduit sa longueur à 15 m. La bombe est catapultée à la vitesse de 350 km/h environ, grâce à quatre fusées de décollage. Ces rampes peuvent être installées à bord des péniches de débarquement.

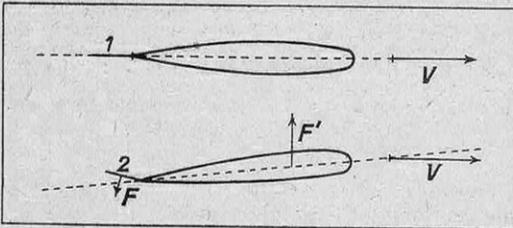


FIG. 11. — MODE D'ACTION DU GOUVERNAIL SUR UN CORPS FUSELÉ

Sur un corps fuselé, un dirigeable qui serait statiquement en équilibre à son altitude de navigation par exemple, si l'on met le gouvernail de profondeur « à monter », en l'orientant de la position 1 à la position 2, le mouvement d'ascension ne peut évidemment pas se produire sous l'action directe de l'air sur le gouvernail, qui est une force  $F$  dirigée vers le bas. Mais cette force  $F$  produit le pivotement vers le bas de l'arrière du dirigeable. En dehors de sa résistance à l'avancement, non figurée et qui ne varie pas sensiblement pour une petite inclinaison, l'air exerce alors sur lui une force  $F'$  très supérieure à  $F$  ; c'est elle qui produit la montée. L'explication est exactement la même dans le cas d'une voilure ; il suffit de supposer que la figure représente un profil d'aile au lieu d'un corps fuselé. Mais, toutes choses égales d'ailleurs (action du gouvernail, volume, vitesse...), la force  $F'$  est beaucoup plus grande pour une aile que pour un corps fuselé de révolution ; l'aile présente en effet une surface oblique beaucoup plus grande à l'action du vent relatif. C'est pourquoi il est indispensable en pratique de munir d'ailes les corps de bombes auxquelles on demande des évolutions serrées sous l'action de gouvernes.

moins ont une portance élevée quelle que soit l'évolution.

Aussi, pour les bombes dont la voilure avait la disposition habituelle, comme la Hs 298, était-il recommandé de les lâcher à partir d'un avion à une altitude légèrement supérieure ou inférieure à celle de l'objectif ; leur manœuvre par piqué ou cabré était plus aisée que par virage sans variation d'altitude.

### Les ailes en flèche

Toutes les voilures des dernières bombes volantes allemandes présentent une flèche marquée, en vue de réduire leur résistance aux vitesses approchant ou dépassant la vitesse du son.

La bombe planante Hs 298 fait exception. C'est que sa vitesse limite reste certainement assez éloignée de la vitesse du son. Les bombes ordinaires, à forte teneur d'explosif et de poids moyen, comme la Hs 298, ne l'atteignent que tout juste en chute libre. En vol plané de pente faible, elles en restent nécessairement assez loin. Le problème que l'on a résolu avec cet engin est donc celui de la grande portée, et non celui des grandes vitesses.

Les propriétés des ailes en flèche ont été découvertes en Allemagne, avant la guerre, par Betz. Elles auraient pu apparaître à l'étude expérimentale des empennages de bombes, dont le bord d'attaque a généralement une grande flèche destinée à reporter un empennage

de surface donnée le plus à l'arrière possible du corps de bombe. Betz constata que la forme en flèche du bord d'attaque retarde l'apparition des survitesses locales et des ondes de choc. L'aile en flèche est plus résistante que l'aile droite aux vitesses nettement subsoniques, et moins résistante lorsqu'on s'approche de la vitesse du son ou qu'on la dépasse. On crut, aux premiers essais, que la disposition en flèche augmentait de 15 à 20 p. 100 la vitesse critique, qu'on observait vers les trois quarts de la vitesse du son. En réalité, on atténue considérablement l'effet de cette vitesse critique sur la traînée et surtout la portance.

A côté de cet avantage essentiel de l'aile en flèche, qui l'a fait introduire non seulement sur les bombes volantes, mais sur la plupart des avions allemands à réaction, elle présente quelques inconvénients.

Il n'y a pas d'interaction gênante entre l'aile en flèche et un fuselage central. Par contre, les fuseaux latéraux sont très mauvais ; on a essayé de nombreuses dispositions sans en trouver d'acceptable. C'est pourquoi l'aile en flèche conviendrait très mal aux avions à réaction bimoteurs tels que le Gloster « Meteor » du record

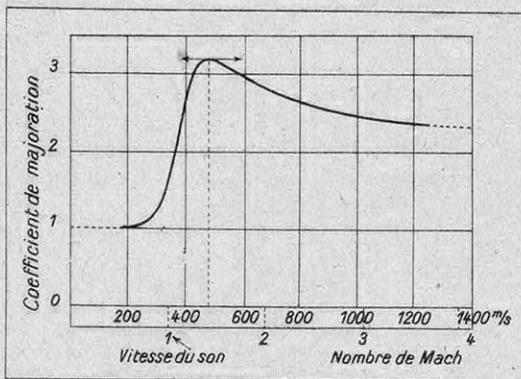


FIG. 12. — LOI DE GAVRE AUX VITESSES VOISINES DE LA VITESSE DU SON

Aux vitesses nettement inférieures à la vitesse du son la résistance d'un corps fuselé est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse ; il en est de même aux vitesses très supérieures à la vitesse du son, mais le coefficient de proportionnalité est alors plus grand. Les irrégularités de la loi de résistance dans toute la zone qui va de 200 à plus de 1 000 m/s ont été étudiées depuis très longtemps en balistique. La courbe ci-dessus donne pour chaque vitesse le coefficient de multiplication de la résistance, calculée dans l'hypothèse de la proportionnalité au carré de la vitesse, avec les valeurs déduites des expériences à faible vitesse. Le coefficient atteint 1,12 dès 250 m/s, 2,48 à la vitesse du son (340 m/s). Il passe par un maximum de 3,20 à 470 m/s et tend ensuite asymptotiquement vers la valeur 2,13. La loi s'applique quelle que soit l'altitude, donc la température de l'air, à condition de corriger les abscisses dans le rapport de la vitesse du son, qui varie comme la racine carrée de la température absolue (296 m/s dans la stratosphère par  $-55^{\circ}\text{C}$ ). Cela revient à graduer l'échelle des abscisses en « nombre de Mach », qui est le rapport de la vitesse du projectile à la vitesse du son dans les mêmes conditions. La loi de Gavra a été établie pour des projectiles pointus à culot cylindrique. Elle varie en toute rigueur suivant la forme du projectile (rayon d'ogive, méplat avant, rétreint de culot). Krupp et d'autres ont donné les corrections à lui apporter suivant la valeur de ces derniers facteurs.

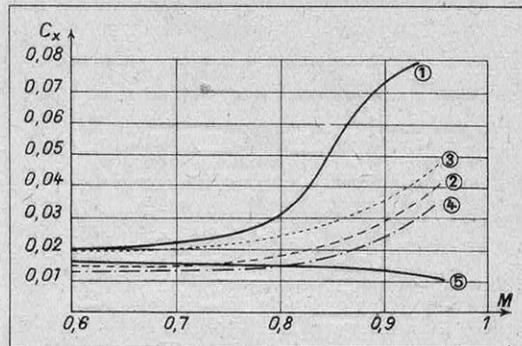


FIG. 13. — RÉSULTATS D'ESSAIS D'AILES EN FLÈCHE

Les courbes ci-dessus donnent, pour différents types d'ailes droites ou en flèche, la variation du coefficient de traînée  $C_x$  en fonction du « nombre de Mach »  $M$ , qui est le rapport de la vitesse considérée à la vitesse du son. La courbe 1 se rapporte à une aile sans flèche, au profil NACA 0012-64, d'allongement 4,5. La courbe 2 est celle du même profil, avec flèche de  $30^{\circ}$ , allongement de 4,5, la flèche de l'aile étant obtenue par une simple translation du profil. La courbe 3 est celle du même profil, à la même flèche et au même allongement, mais orienté en sens inverse (V ouvert vers l'avant). La courbe 4 est celle du même profil, avec la même flèche de  $30^{\circ}$ , mais avec allongement réduit à 3,4 et profil obtenu par rotation, c'est-à-dire perpendiculaire au bord d'attaque. La courbe 5 est celle du même profil avec flèche de  $45^{\circ}$ , allongement réduit à 2,25, le profil conservé étant encore perpendiculaire au bord d'attaque. On notera que la flèche obtenue par rotation du profil (courbes 4 et 5) est plus avantageuse que celle obtenue par translation (courbes 2 et 3) ; que les faibles allongements (courbes 4 et surtout 5) sont plus avantageux que les grands ; que la combinaison des grandes flèches ( $45^{\circ}$ ) et des faibles allongements (2,25) est spécialement avantageuse (courbe 5), alors que la flèche optimum pour l'allongement de 4,5 ne dépasse pas  $35^{\circ}$ . Ces essais, exécutés fin 1940, en Allemagne, sur une soufflerie de faible section, classent bien les facteurs principaux d'amélioration des voilures aux grandes vitesses dans l'ordre de leur intérêt, mais des essais plus récents sur veine plus large indiquent que les résultats obtenus, et notamment ceux de la courbe 5, où le coefficient de résistance décroît avec le nombre de Mach, sont trop optimistes.

de vitesse, alors qu'elle était très appréciée sur les monomoteurs allemands.

Les dispositifs hypersustentateurs habituels, volet avant, volet d'intrados, ne donnent à peu près rien sur l'aile en flèche. Il faut des combinaisons de volets et de fentes assez compliquées pour n'atteindre finalement que des coefficients de portance nettement inférieurs à ceux des ailes droites munies des mêmes dispositifs. La vitesse d'atterrissage des avions à ailes en flèche s'en ressent. Mais cet inconvénient ne joue pas sur les bombes.

### Les ailes à très faible envergure

On sait que les qualités aérodynamiques de la voilure s'améliorent avec son allongement ; le poids de charpente seul en souffre. Cependant, les très faibles allongements tels que ceux des voilures carrées et même des voilures rectangulaires dont la profondeur est supérieure à l'envergure ne sont pas si mauvais qu'on pouvait le craindre. On avait même construit, avant la guerre, un avion à voilure circulaire qui ne présentait pas d'intérêt spécial, mais volait correctement.

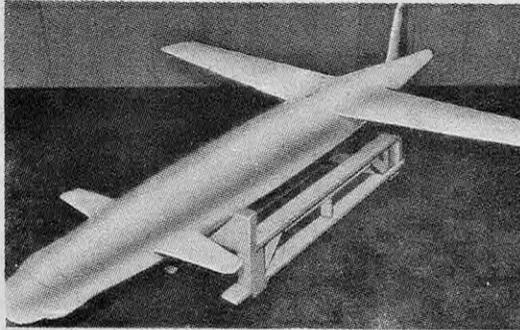
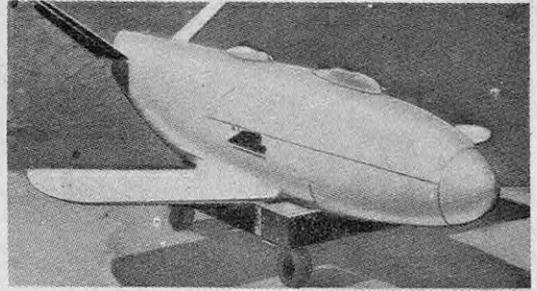
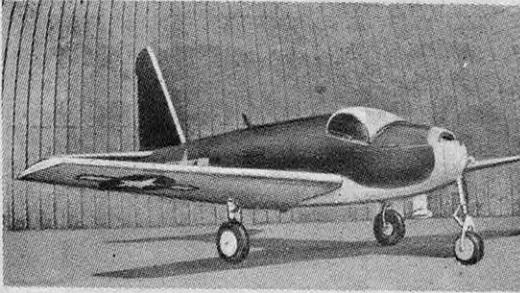


FIG. 14, 15 ET 16. — TROIS BOMBES PLANANTES ET VOLANTES DE LA MARINE AMÉRICAINE

En haut, à gauche, la « Glomb » (Glider bomb ou bombe planante), bombe de 4 000 livres (1 812 kg) remorquée par chasseur et dirigée vers l'objectif par radio, au vu d'une image recue d'un poste émetteur de télévision porté par bombe. Ci-dessus, la « Gargoyle », bombe volante de 1 000 livres (453 kg), à propulsion par réaction, disposée pour la perforation, se dirigeant automatiquement vers son objectif à 960 km/h. À gauche, la « Gorgon », bombe volante portant une charge de 100 livres d'explosif (45 kg), à propulsion par fusée, dirigée sur l'objectif soit par radio, soit par un dispositif automatique comme celui de la « Gargoyle ».

On a découvert que les voilures à très faible allongement jouissaient des mêmes avantages que les voilures en flèche aux approches de la vitesse du son. Leur résistance devient très inférieure à celle que l'on obtient avec un allongement normal. Leur portance est alors très mauvaise, ce qui, d'ailleurs, n'est pas sans inconvénient pour les évolutions d'une bombe sous court rayon, qui se passe, à ce moment, d'hypersustentation, mais n'en utiliserait pas moins très bien la portance d'une voilure normale.

Quoi qu'il en soit, on a combiné avec succès sur un certain nombre de bombes allemandes la formule de l'aile à très faible envergure et celle de l'aile en flèche.

Bien entendu, les profils de toutes ces ailes ont les caractéristiques bien connues des profils pour grandes vitesses : faible épaisseur, bord d'attaque coupant, report sur l'arrière du point d'épaisseur maximum.

#### L'avenir de la bombe volante en D. C. A.

Les bombes planantes et volantes ont été expérimentées pendant près de deux ans contre

les navires et les avions alliés. Elles ont remporté au début le succès de toutes les armes nouvelles, mais le développement de la chasse d'escorte a permis aux convois et aux expéditions de bombardement de passer sans trop de dommages.

Il serait néanmoins imprudent de croire que l'on viendra aisément à bout des bombes volantes lancées du sol contre avions. L'attaque des postes de lancement, qui pourront être camouflés, dispersés ou protégés ne donnera pas d'aussi bons résultats que la lutte contre une chasse largement surclassée en nombre. On peut même se demander si le remplacement des chasseurs d'interception avec pilotes par des bombes volantes à direction télécommandée ou automatique n'est pas une parade définitive de la chasse d'escorte. Sans accepter l'optimisme du professeur Wagner et admettre que chacun des engins lancés mettra un avion hors de combat, il est à croire que la bombe volante ainsi employée renouvellera entièrement les méthodes et le rendement de la D. C. A.

André FOURNIER.

La pénicilline séjourne très peu de temps dans l'organisme, parce que le rein l'élimine rapidement. On est donc obligé de renouveler les piqûres fréquemment, ce qui est désagréable pour le patient, et surtout très coûteux. Comment retarder l'élimination urinaire de la pénicilline de façon à la faire séjourner plus longtemps dans l'organisme et à pouvoir espacer les injections ? Ce problème très important n'est pas encore complètement résolu, mais on a découvert qu'une substance, l'acide amino-hippurique, possède la propriété de retarder considérablement l'excrétion de la pénicilline chez le chien. Quand ce corps se trouve dans le sang à la teneur de 30 à 50 mg par 100 cm<sup>3</sup> de plasma, l'élimination de pénicilline pendant les deux premières heures suivant l'injection n'est que de 30 à 35 p. 100 de la quantité injectée, alors qu'elle est habituellement de 60 à 70 p. 100.

# LA SCIENCE AU SECOURS DES CULTURES

par F. LEMOYNE  
Ingénieur agronome

*Le coût des destructions opérées par les parasites des plantes cultivées peut atteindre, dans certains cas, plusieurs milliards par an. On a déjà vu des pullulements parasitaires entraîner de véritables catastrophes économiques. L'action des parasites n'est pas toujours aussi désastreuse, et bien souvent elle ne fait qu'entraîner un abaissement de la qualité du produit. On a trop tendance, dans ce cas, à négliger ce dommage. C'est là un tort assez répandu chez les producteurs français, tandis que ceux des pays étrangers, n'hésitant pas à faire appel à tous les moyens de lutte, peuvent présenter sur le marché mondial des produits et, en particulier, des fruits absolument sans défauts. La nécessité de cette lutte s'est encore accrue du fait que certaines régions se sont transformées en zones de monoculture qui offrent des champs excellents à la propagation des parasites. L'accroissement des échanges commerciaux facilite encore l'introduction de nouvelles espèces parasitaires, contre lesquelles les plantes indigènes sont dépourvues de moyens de self-défense. Dans la lutte constante que les agriculteurs ont à mener contre leurs ennemis, la science fournit des armes nouvelles et sans cesse perfectionnées par la mise au point de procédés chimiques, physiques et biologiques s'efforçant d'assurer une protection efficace des plantes cultivées contre les insectes et végétaux inférieurs qui les parasitent.*

## Les procédés chimiques

**L**E principe général de ces procédés est la destruction de l'agent parasitaire, tantôt par voie interne, tantôt par voie externe. Par voie interne, lorsque l'ingestion ou la respiration du produit détermine un empoisonnement de l'organisme. Par voie externe, lorsque le contact suffit à opérer la destruction par attaque des tissus périphériques.

On a réussi, contre d'assez nombreux insectes, champignons ou bactéries, à trouver des poisons chimiques appropriés. Mais la science est encore impuissante à mettre au point un produit toxique polyvalent.

La question est non seulement de trouver de bons produits destructeurs, mais surtout de les disperser sur les cultures et de les y faire adhérer un temps suffisant. Cette dernière condition est d'autant plus importante qu'en majeure partie les traitements sont plus préventifs que curatifs. Ainsi, dans le cas de l'attaque d'une feuille par un mycélium, les moyens de lutte sont inefficaces après l'invasion des parasites qui se trouvent désormais dans les tissus mêmes de la feuille. Dispersion et adhérence donnent lieu à un ensemble de questions chimiques, physiques et également économiques, pour obtenir le maximum d'efficacité avec le minimum de dépenses.

Les substances employées se présentent sous les trois états : gazeux, liquide ou solide. La forme gazeuse est la moins répandue. Cependant, les Américains l'utilisent volontiers pour le traitement des vergers d'orangers : ils recouvrent complètement les arbres avec une sorte de tente

à l'intérieur de laquelle ils insufflent l'insecticide gazeux ou bien dans laquelle ils font brûler des produits dégagant des vapeurs nocives. Cette technique est peu utilisée en France ; elle nécessite un matériel assez coûteux et d'utilisation restreinte. Ce traitement a été appliqué, dans certains cas, par des équipes spécialisées allant traiter les exploitations atteintes par le pou de San José.

Lorsque le produit est présenté sous forme liquide ou solide, la technique est beaucoup plus courante ; les appareils de répartition employés sont les pulvérisateurs et les poudreuses, appareils fort répandus maintenant. Cependant, malgré leur grande diffusion, leur technique n'est pas encore au point, et des progrès, tant du point de vue de l'efficacité que du point de vue de l'économie, sont encore à faire, comme l'ont démontré les recherches actuelles sur les techniques nouvelles.

Dans la pulvérisation, on utilise le produit toxique soit en solution, soit, beaucoup plus souvent, sous forme insoluble en suspension dans l'eau, et on répartit ces liquides à la surface des plantes. Il est fréquemment nécessaire que le produit soit longtemps adhérent à la plante et conserve ses qualités destructrices malgré le vent ou la pluie. Pour que le liquide projeté s'étale sur la plante, il faut qu'il « mouille » la surface de celle-ci, sinon, la goutte restant sous forme sphérique roule sur la surface de la plante et tombe. La recherche des produits « mouillants » a fait d'assez gros progrès bien que les résultats soient encore fort inégaux selon la nature des surfaces à recouvrir. L'idéal serait

une « mouillabilité » infinie, c'est-à-dire que la goutte s'étalerait complètement en lame mince et continue ; mais, pratiquement, dans les cas les plus favorables, la goutte ne fait que s'étaler en forme de calotte sphérique très aplatie ; son adhérence, due en partie aux forces de capillarité, n'est suffisante que si celles-ci sont supérieures aux forces de pesanteur qui tendent à l'entraîner. Or, plus les gouttes sont petites, plus les forces de capillarité sont importantes vis-à-vis des forces de pesanteur. Il est donc indispensable d'atteindre la plus grande finesse possible tout en gardant une pénétration suffisante pour couvrir tous les organes à protéger.

### Les pulvérisateurs

Dans les pulvérisateurs ordinaires, on provoque mécaniquement la formation de gouttes fines : on force le liquide sous pression à sortir d'un orifice avec un mouvement rotationnel, ce qui donne à la veine sortante une forme de nappe. On accroît ainsi la surface libre de la veine à son contact avec l'air, ce qui augmente l'influence des forces de capillarité ; celles-ci deviennent alors suffisantes pour provoquer la rupture de la nappe en un grand nombre de gouttelettes. Mais, pour obtenir une pulvérisation fine, il faut utiliser des pressions de liquide relativement fortes et les effets décrits ne se font sentir qu'à partir de 5 kg/cm<sup>2</sup> environ. Il semble que dans le cas de la pulvérisation mécanique on ne puisse pas dépasser une dimension encore importante du diamètre des gouttes avec un pourcentage assez élevé de grosses gouttes qui tombent avant d'atteindre la plante ou bien, roulant sur celle-ci, ne font que laver les feuilles.

On a donc cherché, pour augmenter l'efficacité

et diminuer la perte des produits qui atteint des proportions extrêmement élevées, à utiliser d'autres moyens de produire des gouttes fines. La rupture d'une veine liquide par un courant d'air à vitesse élevée semble fournir une solution à la finesse, en même temps que le courant d'air assure le transport éloigné du produit. L'air agit par des effets de succion et de sillage sur la veine, dont les différences de pression locale ne peuvent être équilibrées que par des efforts de capillarité accrus par la division des gouttelettes. Avec cette technique, les résultats sont meilleurs : gouttes plus fines, suppression des grosses gouttes sur lesquelles la pesanteur avait une action dominante, transport assuré sous forme de brouillards portés par l'air. Un emploi rationnel de cette technique avec des appareils spécialement étudiés pourrait peut-être entraîner une efficacité plus grande des traitements en réduisant de façon très sensible la quantité des produits à utiliser par suite de leur meilleure application et, par là même, diminuerait la quantité de liquide nécessaire, d'où réduction des transports, qui sont toujours une perte de temps et d'énergie.

Une autre technique nouvelle répond aux mêmes soucis : utiliser l'eau strictement nécessaire pour humidifier les produits et assurer leur adhérence. On cherche, en quelque sorte, à réaliser un poudrage humide en enrobant les particules solides d'une gouttelette aussi fine que possible. Pour arriver à ce résultat, au lieu de faire agir directement l'air sur la veine liquide, on commence par transformer celle-ci en une mousse composée d'un amas de bulles analogues à des bulles de savon. Le liquide arrive sous cette forme vésiculaire en présence d'un courant d'air qui fait éclater les bulles en gouttelettes



FIG. 1. — CAMION AUTOCLAVE SERVANT A TRAITER LES FRUITS PROVENANT DE VERGERS PARASITÉS AVANT LEUR EXPÉDITION, PRÉCAUTION INDISPENSABLE POUR ÉVITER LA DIFFUSION DES PARASITES

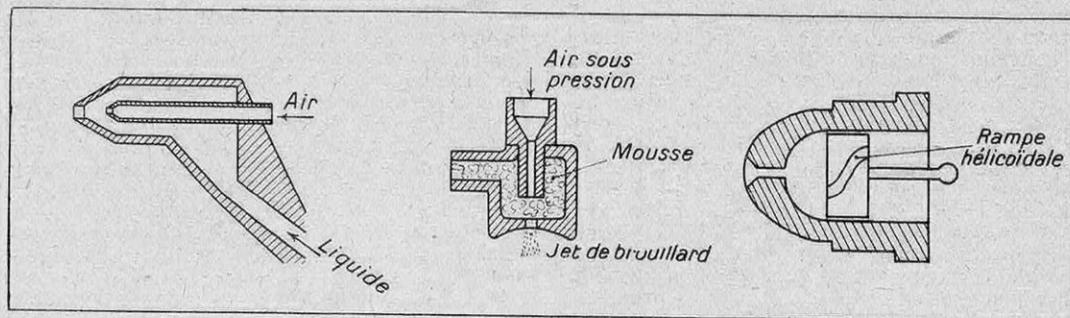


FIG. 2. — TROIS TYPES DE BUSES POUR PULVÉRISATEURS.

A gauche : rupture d'une veine liquide par un courant d'air; — au centre : buse à brouillard de mousse; — à droite : forçage sous pression à travers un orifice avec mouvement de rotation.

très fines, qui sont emportées par le courant d'air. Au point de vue énergie, on réalise une économie, car il faut un travail moindre pour faire éclater une bulle que pour diviser une veine liquide sous l'action de l'air.

La réalisation de cette technique est simple : on met un produit moussant dans la bouillie, puis on envoie celle-ci passer à travers une série de plaques perforées où elle se trouve mélangée à de l'air arrivant sous pression. Ce passage provoque une mousse qui, entraînée par la pression, se dirige vers la buse de sortie où un courant d'air vient crever les bulles et projeter les gouttelettes formées. Des essais entrepris avec ce procédé, qui conduirait à des gouttelettes de 20 à 30 microns de diamètre, il semble que l'on pourrait réaliser non seulement une économie très importante d'eau, mais encore de produits toxiques, ce qui est appréciable, en particulier lorsqu'il s'agit de cuivre.

Évidemment, ces procédés nouveaux : pulvérisation pneumatique et brouillards de mousse, techniquement plus évolués que la pulvérisation mécanique à débit élevé de liquides à forte dilution, ne sont intéressants pour l'agriculteur que si les économies réalisées sur les produits restent supérieures aux frais supplémentaires qui pourraient être exigés par la nécessité d'une énergie accrue et par la complexité plus grande des organes. Les solutions techniquement parfaites, ou presque, ne sont viables, surtout en agriculture, que si elles restent économiques. C'est un point de vue que les chercheurs ou inventeurs négligent parfois.

### Le poudrage

Nous venons d'envisager les différents moyens d'envoyer sur les plantes les produits toxiques en suspension ou dilués dans l'eau. Voyons maintenant les techniques où le produit est employé à l'état sec : c'est le procédé du poudrage. Ses avantages sont nombreux ; il permet d'éviter les transports coûteux d'eau, également la préparation souvent laborieuse des bouillies dont la bonne confection est indispensable à la réussite des traitements. L'adhérence des poudres, par contre, n'est bonne que si les poudres sont très fines et les plantes légèrement humides. Avec les poudres à gros grain, il y a gaspillage du produit, tandis qu'avec les grains fins on peut réduire la dose à l'hectare tout en atteignant complètement les plantes et en employant un courant d'air relativement faible pour le trans-

port des particules, ce qui permet un meilleur dépôt de celles-ci sur les feuilles. Il est nécessaire aussi que la poudre soit très homogène, sinon les particules trop lourdes tombent avant d'avoir été portées jusqu'à la plante.

On peut reprocher au poudrage d'être dangereux pour l'usager. En effet, si certains insectes ont une résistance assez faible pour pouvoir être détruits par des produits ne présentant pas un réel danger pour l'organisme humain, il n'en est pas toujours ainsi et, bien souvent, comme dans le cas du doryphore, par exemple, on est conduit à utiliser les produits tels que les arsénates qui ont une action très nocive sur l'homme. On a pu obvier à cet inconvénient de diverses manières, notamment en faisant des carters en tôle couvrant les plantes à poudrer : c'est le cas pour le dernier type de poudreuse à pommes de terre paru en France.

Les procédés employés pour répandre les poudres sont variés. Lorsqu'on le peut, comme dans le cas des plantes basses, on emploie simplement la gravité. Sinon, on entraîne la poudre par un fort courant d'air produit par un soufflet ou un ventilateur ; c'est le procédé le plus fréquent. L'orifice de sortie est variable selon que l'on veut obtenir une répartition sur une zone éloignée ou une répartition très égale sur une zone large, mais proche. Pour les très grandes surfaces, l'avion a été employé avec succès. En France et en U. R. S. S., on a combattu ainsi des attaques de forêts par les chenilles ; la méthode est entrée dans la pratique américaine pour la protection des grandes plantations cotonnières.

### Procédés physiques

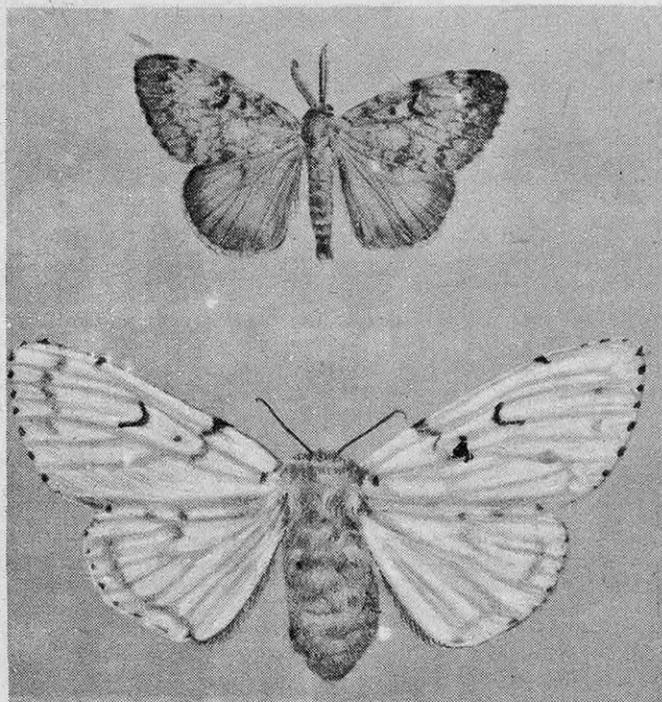
Afin de donner un aperçu plus complet de la question, nous ne ferons que citer les vieilles méthodes pour en venir à celles que les expériences modernes essaient de mettre au point.

Le feu est un agent destructeur, employé soit en brûlant la surface atteinte, soit en projetant des liquides enflammés. Cette seconde méthode fut employée en Afrique du Nord, après la Grande Guerre, où des invasions de sauterelles furent combattues avec des lance-flammes.

L'eau également, pour la destruction du phylloxera, a été utilisée autrefois dans les vignes de Camargue.

Il est inutile de parler ici des destructions par ébouillantage, par écrasement, etc...

Plus récemment, on a pensé à utiliser l'électricité, ou des rayons produits par celle-ci, pour



(Photo Le Charles.)

FIG. 3. — LE « LIPARIS DISPAR », RAVAGEUR DES FORÊTS

(En haut, le mâle; en bas, la femelle.)

la lutte antiparasitaire. Les études les plus détaillées sur la question sont pour la plupart d'origine étrangère, mais, selon les avis les plus autorisés, c'est là surtout une question d'avenir qu'il faut aborder avec une certaine prudence. Nous voulons seulement tenir ici le lecteur au courant des derniers essais de laboratoire, mais que la pratique est encore loin d'avoir consacrés.

L'utilisation directe de l'électricité consiste simplement à faire traverser les parasites par un courant. Dans le cas des insectes, on peut soit les attirer vers les canalisations électriques ou les électrodes, c'est le cas des papillons que l'on attire par la lumière, soit mettre la canalisation au contact du parasite s'il s'agit d'une variété ou d'un état aptère.

La conductivité du parasite étant en général supérieure à celle de la plante, un courant passant dans cette dernière, est dérivé sur sa majeure partie dans l'organisme parasitaire; par contre, on est gêné par le fait qu'il ne faut pas que l'action du courant soit nuisible aux plantes, ce qui est, en particulier, le cas pour le courant continu. Au contraire, le courant alternatif, à fréquence assez élevée, ne présente aucun inconvénient pour les plantes, alors qu'il détruit les insectes, par l'action de ses alternances sur leur système nerveux. L'action des vibrations du courant alternatif a fait penser à l'emploi de vibrations ultrasonores pour essayer de provoquer des effets analogues. Les ultrasons ayant déjà été utilisés en biologie pour leur action destructrice des microbes en solution, la généralisation de ce même procédé semblerait indiquée, mais la propagation des ondes ultrasonores est mauvaise dans les milieux gazeux.

Pour arriver à une protection efficace d'une vigne ou d'un verger, il faudrait faire appel à de nombreux et puissants émetteurs, lançant par moments des trains de vibrations mortelles pour les insectes. Dans l'état actuel des choses, cette solution n'est pas à envisager.

Si, pour l'emploi d'ultrasons, nous sommes seulement encore dans le domaine d'hypothèses pures, dans l'utilisation de l'électricité, on a pu passer parfois à des réalisations qui paraissent concluantes. Cependant, la réalisation pratique et économique reste encore à trouver; on en est toujours à des essais, à des tâtonnements, comme le prouve le grand nombre de systèmes employés et dont aucun, jusqu'ici, ne s'est généralisé. Nous citerons quelques exemples des méthodes et matériels essayés.

On peut, tout d'abord, répartir les électrodes sous forme de piques enfoncées dans la terre, créant ainsi des zones électrisées, ou bien on branche une électrode sur la plante, l'autre étant en couronne autour d'elle; méthode plus appropriée pour des végétaux d'une certaine importance.

Au lieu d'une installation permanente, on a utilisé des électrodes en forme de brosse, que l'on passe sur les plantes et qui détruisaient les parasites, grâce aux étincelles qui se forment.

Enfin, on a tenté, dans le cas des cultures en ligne d'une certaine importance comme, par exemple, les vignes, de relier les plantes de rang pair à un fil et celles de rang impair à un autre. On envoyait le courant sous voltage et fréquence élevés: l'intensité restait faible.

Comme on le voit, les essais sont variés et nombreux et, s'ils ont donné parfois satisfaction par leur action efficace sur certains parasites, il n'en reste pas moins, comme le prouve la brève énumération précédente, qu'on cherche encore le procédé efficace, pratique et économique.

D'autres chercheurs ont pensé aussi à l'action des rayons ultraviolets qui, non seulement, peuvent attirer certains insectes, dont le système visuel semble être plus sensible à ces radiations qu'à celle du spectre visible, mais de plus agissent sur leurs centres nerveux. L'efficacité des rayons ultraviolets pour attirer les insectes nocturnes a été longtemps discutée. Cela tient, sans doute, à ce qu'elle dépend de beaucoup de facteurs: elle varie avec les espèces, avec le sexe, avec les longueurs d'onde, avec les conditions de température et de pression atmosphérique. On ne peut donc pas être certain, dans l'état actuel du problème, de capturer des espèces nuisibles à l'agriculture, espèces qui, d'ailleurs, ne sont pas forcément nocturnes. Quant à l'action sur les centres nerveux, elle n'est pas encore bien définie; pratiquement, on a pu réaliser des lampes-pièges à feux intermittents, avec des systèmes collectant les insectes attirés. En une nuit, on peut détruire plusieurs millions d'insectes avec une seule lampe, mais l'importance des espèces attirées ne semble pas justifier l'installation de phares-pièges, étant

bien entendu qu'on devra continuer à utiliser d'autres méthodes pour les espèces qui ne sont pas attirées.

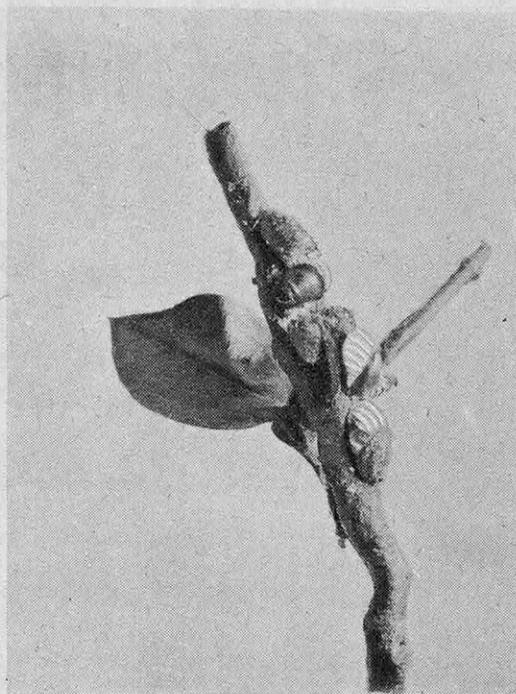
### Procédés biologiques

La biologie peut fournir aussi des solutions intéressantes dans la lutte contre les insectes et les parasites. C'est certainement dans cette branche que les études ont été poussées le plus loin.

Tout comme en biologie humaine, le bon état sanitaire des organismes doit être assuré, d'une part par la destruction des agents parasitaires, d'autre part, en renforçant l'organisme et en le rendant moins sensible aux attaques de ses ennemis naturels.

L'idée de détruire biologiquement les parasites avait déjà pris jour dans l'idée de Pasteur, en 1874, mais, en réalité, de nombreux facteurs interviennent pour mettre au point une « guerre microbiologique ». Il faut d'abord découvrir s'il existe déjà sur place des destructeurs possibles ; il reste, seulement dans ce cas, à les protéger, à les faire proliférer et à les disséminer. Mais, bien souvent, le fait même que les plantes soient envahies prouve que cet agent destructeur du parasite n'existe pas sur place ou n'a pas une virulence suffisante. De plus, comme nous l'avons dit précédemment, des échanges commerciaux amènent des parasites qui, dans leur pays d'origine, ont des adversaires ne se retrouvant pas dans le pays d'importation. Ce cas-là est encore relativement facile à résoudre, puisqu'il ne s'agit, en quelque sorte, que de compléter l'importation en introduisant également le destructeur du parasite.

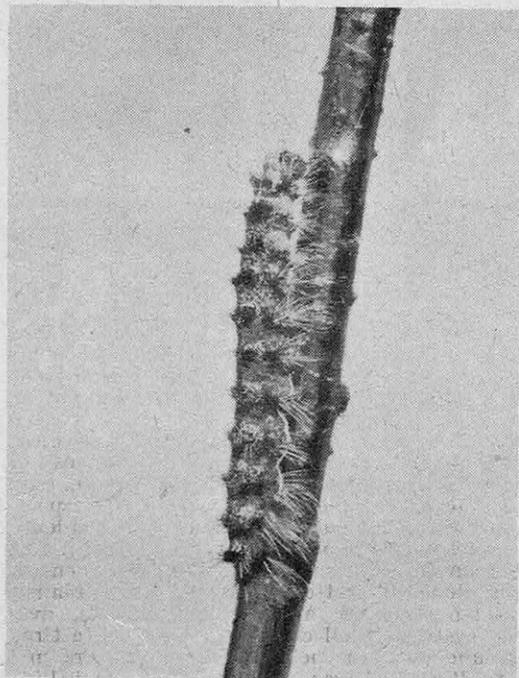
Enfin, il y a des cas où la recherche doit être menée entièrement ; cela donne lieu à des prospections dans le monde entier pour trouver



(Photo Le Charles.)

FIG. 5. — L'« ICERYA PURCHASI », INSECTE DE LA FAMILLE DES COCHENILLES, QUI PARASITE UN GRAND NOMBRE DE VÉGÉTAUX, ORANGERS EN PARTICULIER

L'« *Icerya purchasi* » est combattu efficacement par une coccinelle, le « *Novius cardinalis* ».



(Photo Le Charles.)

FIG. 4. — LA CHENILLE DU « LIPARIS DISPAR »

l'agent utile, puis à des essais en laboratoire. Il faut que cet agent réponde à des conditions de virulence, de prolifération, d'adaptation, de résistance aux conditions atmosphériques, etc. Le problème est tellement complexe que c'est probablement cette raison qui nous a évité la guerre bactériologique.

Pour donner un exemple, nous citerons le cas du *Liparis dispar* qui créa des ravages dans les forêts américaines, à partir de 1868, dont l'invasion prit des proportions considérables vers 1890. Les Services américains firent appel à de nombreux entomologistes, et ce ne fut guère que vers 1910 que les moyens de lutte purent être mis au point. On avait bien trouvé des agents destructeurs, mais c'est principalement pour des questions de multiplication et de diffusion que la réussite avait été retardée.

En effet, un agent destructeur déterminé ne suffit pas toujours à provoquer une dévastation assez importante du parasite envisagé et on doit, bien souvent, faire appel à plusieurs de ces agents. Il faut, dans ce cas, qu'ils ne soient pas destructeurs entre eux et qu'ils puissent, en quelque sorte, travailler simultanément. Un exemple nous en a été fourni aux îles Hawaï, au moment de la lutte contre la mouche des fruits. On avait bien trouvé deux hyménoptères, détruisant chacun une grande partie des parasites, et on avait pensé que leur conjugaison produirait une destruction totale. Mais, en réalité, les larves de l'un des agents étaient carnassières et détruisaient celles de l'autre.

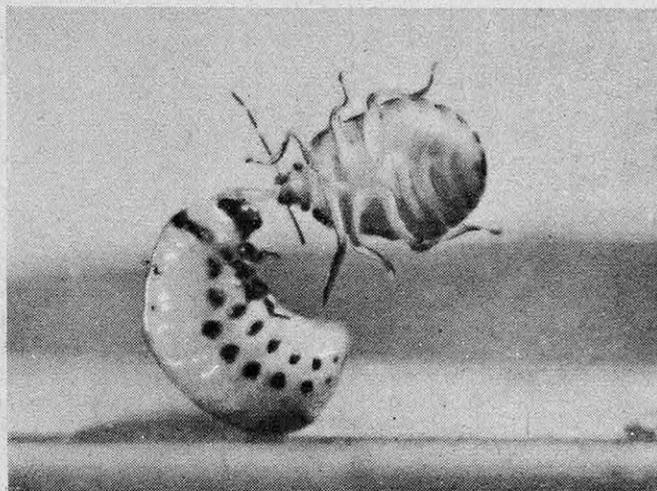


FIG. 6. — « POSIDIUS » DÉTRUISANT UNE LARVE DE DORYPHORE

Nous ne voulons pas entrer ici dans le détail des nombreux cas de destruction biologique, pour éviter une énumération qui ne présenterait peut-être pas un grand intérêt. Nous citerons, cependant, deux cas particulièrement intéressants : sauterelles et doryphore.

En 1912, une mission de l'Institut Pasteur avait entrepris, en Argentine, une série d'essais sur la destruction des sauterelles par l'action d'un bacille (*Coccobacillus acridorum*). C'est au cours d'une épizootie de sauterelles que cet agent avait été remarqué. On exalta sa virulence et on l'inocula à des colonies captives ; on obtint ainsi des cultures bacillaires avec lesquelles les prairies attaquées par les sauterelles furent infectées. L'épizootie se propagea alors rapidement ; en poussant plus loin les investigations, on constata que ce bacille pourrait être soit activé par le passage dans différents hôtes, soit, au contraire, atténué par le passage dans certaines préparations.

Plus récemment, l'invasion du doryphore poussa les entomologistes à la recherche d'un destructeur de ce parasite. Il s'agissait, cette fois-ci, d'un champignon, qui, en certaines années humides, a pu détruire jusqu'à 40 p. 100 de ces insectes dans le sol. Mais, pour lutter sur une grande échelle, cet agent se révèle insuffisant. Les Américains utilisèrent un insecte qui se rattache au groupe des punaises : le *Posidius maculiventris*. Il en a été importé des colonies en France, où, maintenant, il est en bonne voie d'extension.

Il est évidemment bien banal de dire que dans la nature on arrive toujours à un état d'équilibre, mais nous en trouvons encore là un exemple : les agents ravageurs finissent par rencontrer eux-mêmes des destructeurs ou bien même des victimes moins faciles à envahir ; nous voulons dire par là qu'une même plante peut se présenter sous différentes variétés plus ou moins

sensibles aux attaques parasitaires. Nous abordons là le deuxième aspect de la lutte biologique.

Tout d'abord, pour une même plante, la question nourriture semble être assez influente, car les éléments qu'elle puise dans le sol semblent conditionner son état de résistance.

Ce sont surtout les recherches des généticiens qui doivent nous donner les espoirs de réussites prochaines. Elles nous ont déjà fourni des variétés de blé résistant aux rouilles, et elles sont en bonne voie pour nous fournir une protection efficace de la pomme de terre et nous avons le droit de penser que ce ne sont là que des débuts.

Comme cette vue d'ensemble nous le montre, l'agriculture fait de plus en plus appel aux sciences, sous leurs différents aspects : physique, chimique et biologique. Ce n'est que par la conjugaison de toutes ces recherches que l'agriculture pourra assumer le rôle important qu'elle a à remplir dans l'économie française.

F. LEMOYNE.

D'après de récentes estimations, le pourcentage des principaux éléments métalliques entrant dans la composition des seize premiers kilomètres de l'écorce terrestre s'établirait comme suit :

Silicium.....	27,72	Tungstène .....	0,005
Aluminium.....	8,13	Lithium.....	0,004
Fer.....	5,01	Zinc .....	0,004
Calcium.....	3,63	Niobium et tantale .....	0,003
Sodium.....	2,85	Hafnium .....	0,003
Potassium.....	2,60	Plomb.....	0,002
Magnésium .....	2,09	Cobalt.....	0,001
Titane .....	0,63	Bore .....	0,001
Manganèse.....	0,10	Béryllium.....	0,001
Baryum.....	0,05	Molybdène .....	0,0001
Chrome .....	0,037	Arsenic .....	0,0001
Zirconium.....	0,026	Étain .....	0,0001
Nickel.....	0,020	Mercure .....	0,00001
Vanadium.....	0,017	Argent .....	0,000001
Cérium et ytrium.....	0,015	Sélénium .....	0,000001
Cuivre .....	0,010	Or .....	0,0000001

# LE « GÉNIE DE L'AIR » DANS LA BATAILLE

par Marcel MONTAMAT

*Il n'est plus besoin de rappeler le rôle primordial joué par l'aviation au cours de l'avance des armées alliées. Ce qui n'a cependant peut-être pas été assez souligné, c'est l'effort prodigieux des troupes spécialisées du Génie de l'Air, à qui incombait l'aménagement des terrains à proximité des lignes, afin d'assurer aux avions de tous types des bases voisines du centre même de la bataille. Dès le lendemain du débarquement, en Normandie, des avions se posaient sur le terrain conquis. Il en avait été de même en Sicile, en Italie. Lors du dernier hiver de la guerre, malgré la pluie et la neige, il n'est jamais arrivé, de la mer du Nord aux plaines d'Alsace, que des appareils n'aient pu s'envoler en raison de l'état des terrains. Pourtant ces terrains de fortune ont souvent été créés de toutes pièces, au milieu des pires difficultés; et ils l'ont toujours été en des temps extrêmement réduits. C'est ainsi que des grandes pistes d'envol pour avions lourds, — et par avions lourds il faut entendre jusqu'aux « Forteresses » — ont été aménagées en moins de trois semaines dans des terrains primitivement encombrés de broussailles. Quand on ajoutera que de telles pistes couvrent à elles seules une surface de 10 à 15 ha et que les aménagements annexes portent sur des centaines d'hectares, on mesurera l'ampleur du problème. Aussi les travaux d'aménagement des terrains d'aviation, au cours de la dernière phase de la guerre, furent-ils conduits avec des effectifs nombreux et des moyens mécaniques d'une énorme puissance: On compta jusqu'à vingt bataillons du Génie de l'Air pour le théâtre d'opération s'étendant de la mer du Nord à nos côtes méditerranéennes, et douze pour celui d'Afrique du Nord et d'Italie, avec un effectif total atteignant 45 000 hommes. Ces troupes étaient largement dotées en matériel spécialisé, tracteurs, bulldozers, scrapers, graders, carry-alls, etc. Leur personnel comprenait de nombreux spécialistes et leurs officiers étaient de véritables ingénieurs.*

## L'aménagement des terrains d'aviation militaires

**S**EULS les avions légers, par exemple certains avions de reconnaissance, s'accrochent commodément de terrains gazonnés. Les autres avions actuels, même ceux de moyen tonnage, exigent, pour leur envol, la création de pistes spéciales, lesquelles s'accompagnent obligatoirement de pistes de circulation et d'aires de stationnement. Toutes ces pistes et aires doivent posséder une solidité suffisante pour supporter les fortes pressions transmises par les roues des avions, et être conçues de telle sorte qu'il n'y ait pas de projection de matériaux sous le souffle des hélices.

Tout en s'inspirant de l'expérience acquise dans la construction des routes, leur confection s'opère suivant une technique propre, laquelle, en ce qui concerne les terrains militaires, doit en plus tenir compte de la nécessité impérieuse d'un délai d'exécution extrêmement réduit.

A vrai dire, la guerre n'a pas apporté d'innovation quant aux principes d'aménagement des terrains d'aviation, si ce n'est qu'elle a donné naissance à quelques types particuliers de revêtements pour pistes, conçus en vue de la rapidité d'exécution, mais employés, d'ailleurs, concurremment avec les revêtements classiques des grandes bases civiles.

Nous ne nous étendrons pas sur le cas des simples terrains gazonnés dont la création consistait généralement en l'utilisation au mieux d'un emplacement naturel à peu près horizontal et dans l'amélioration de quelques dégagements, pour ne retenir, dans ce qui suit, que le cas des terrains aménagés. Ces terrains présentent les mêmes dispositions générales, qu'il s'agisse d'avions de poids moyens ou de lourds bombardiers, identiques, de plus, à celles connues du temps de paix. Ce sont une ou plusieurs pistes d'envol avec, pour y accéder, des pistes secondaires ou de raccordement et des aires de stationnement où les appareils restent au repos et où l'on procède aux opérations d'entretien courant et au réchauffage des moteurs, avant départ. Elles se complètent évidemment de bâtiments d'usage divers et d'importance plus ou moins grande suivant la nature militaire du terrain, et également, dans la mesure du possible, d'un réseau de routes de raccordement aux voies existantes.

Certains terrains n'étaient aménagés que temporairement et utilisés parfois seulement pendant peu de temps; leurs aménagements étaient alors réduits au minimum. D'autres le furent pour un usage permanent, solution toujours retenue pour les avions lourds en raison de l'importance des travaux qu'ils nécessitaient. Enfin, et au fur et à mesure qu'elles étaient

prises à l'ennemi, les grandes bases existantes furent remises en état avec réutilisation progressive de leurs diverses possibilités. C'est pourquoi le Génie de l'Air ne pouvait opérer suivant une technique fixée une fois pour toutes, mais devait, au contraire, s'astreindre à utiliser au mieux les possibilités locales, donc étudier chaque fois un cas bien particulier ; autrement dit, les terrains d'aviation étaient « habillés sur mesure ».

De même que les principes de construction n'ont pas différé de ceux connus auparavant, la guerre, à peu de chose près, n'a pas conduit à l'utilisation d'un matériel nouveau, ni même plus puissant que celui rencontré sur les chantiers du temps de paix. Elle a connu par contre une accumulation en général beaucoup plus grande des moyens, tant en ce qui concerne l'importance des équipes que la quantité de matériel accumulé pour l'aménagement d'un seul terrain.

### Les caractéristiques des pistes d'envol

La direction du vent a de grandes répercussions sur les conditions d'envol des appareils légers, mais son influence diminue quand le poids des avions augmente. Pour ceux de tonnage moyen ou lourd, nécessitant l'aménagement de pistes spéciales pour leur envol, l'orientation

de ces pistes n'a plus qu'une importance réduite ; on se contente donc, le plus souvent, d'une seule piste par terrain, en mettant son axe sensiblement dans la direction des vents dominants.

Ces avions ont, par contre, des exigences très strictes en ce qui concerne les dimensions des pistes qu'ils doivent emprunter pour s'envoler et atterrir. La largeur minimum adoptée pour les appareils moyens était de 45 m et la longueur de la partie de la piste revêtue de 1 500 à 1 800 m, avec des dégagements d'au moins 300 m à

chaque bout ; la moindre piste d'envol supposait donc que l'on eût naturellement à sa disposition ou que l'on créât une bande de terrain dégagée de tout obstacle et à pente très faible, de plus de 2 km de longueur et large de plusieurs centaines de mètres. Pour le service des « Super-fortresses », les parties revêtues avaient 2 200 m de long et 60 m de large ; pour elles, compte tenu des dégagements sur extrémités, la longueur du terrain devait dépasser 3 km.

En plus des obligations dimensionnelles, les pistes sont soumises à des conditions impérieuses de résistance. Les pressions transmises par les roues des avions lourdement chargés pour leurs missions de bombardement atteignent jusqu'à 6 kg par  $\text{cm}^2$ , c'est-à-dire beaucoup plus que celles des roues des camions, sur les routes. De plus, les pistes supportent des chocs et trépidations qui les mettent à dure épreuve, et l'on n'arrive à leur



FIG. 2. — UN LABORATOIRE D'ANALYSE DU SOL ET D'ESSAIS MÉCANIQUES



FIG. 1. — UNE ÉQUIPE TOPOGRAPHIQUE PROCÈDE AU NIVELLEMENT DE L'EMPLACEMENT CHOISI POUR UN AÉRODROME DE CAMPAGNE

donner une résistance suffisante qu'en leur assurant une bonne fondation et en les dotant de revêtements appropriés et étanches.

Les fondations ont consisté, le plus généralement, en un remaniement du terrain déjà en place, — en sa « stabilisation » suivant le terme consacré —, réalisé en améliorant la qualité du sol existant par quelques apports de matériaux, en principe du sable et du gravier, et en mélangeant et tassant le tout. Les conditions locales influent évidemment beaucoup sur les détails de l'opération. On peut citer les exemples des bases d'Istres, de Bron et de Blida pour lesquelles les sols rencontrés présentent une composition satisfaisante par elle-même, tandis que, dans d'autres cas, tel celui d'un terrain fortement argileux, il se révèle plus pratique de recourir à une fondation entièrement en matériaux approvisionnés de carrière. Le cas du sol seulement à « stabiliser » a cependant été le plus fréquent ; les caractéristiques des matériaux complémentaires à y incorporer sont alors déterminées à partir des résultats de son analyse en partant de courbes « granulométriques », — c'est-à-dire se rapportant aux dimensions des grains constituant le matériau —, issues des études américaines entreprises avant guerre pour la construction des routes.

Par-dessus la plate-forme ainsi constituée s'applique le revêtement proprement dit. La technique du temps de paix, pour sa constitution, s'inspirait surtout du facteur « durée », et les revêtements bitumineux ou ceux en béton

étaient les plus employés. Pendant la guerre, ils le furent encore quelquefois, en particulier en Afrique du Nord, mais le délai d'exécution primant toute autre considération, dans la majorité des cas le Génie de l'Air eut recours à des revêtements spécifiquement militaires ; tout particulièrement à ceux métalliques en tôles perforées embouties dites « P. S. P. » (*pierced steel planks*), mis au point par les Américains et remplaçant les grillages de toutes sortes essayés auparavant. Ils sont constitués par des bandes percées de trous, de 3 m de longueur, 0,4 m de largeur et pesant chacune 28 kg, donc facilement maniables et de pose rapide. Il faut cependant noter, pour juger de l'importance des approvisionnements à constituer, que, pour une piste de dimensions courantes de 45 m  $\times$  1 500 m leur poids atteint 1 750 t.

Les P. S. P. se fixent les unes aux autres par des crochets à baïonnettes et leur manutention s'effectue par paquets de 900 kg environ, au moyen de grues disposées sur des camions équipés spécialement. Avant leur pose, la plate-forme recevait généralement une légère couche de bitume pour fixer ses éléments constitués et éviter qu'ils soient arrachés par le souffle des avions.

Citons également, bien qu'il n'ait pas été employé sur une aussi grande échelle que les P. S. P., le revêtement bitumineux préfabriqué (*prefabricated bituminous surface*) utilisé pour la première fois en Normandie. Il consiste en l'emploi de feutres imprégnés de bitume, trans-



FIG. 3. — UN « BULLDOZER » AU TRAVAIL DANS UN TERRAIN ARGILEUX

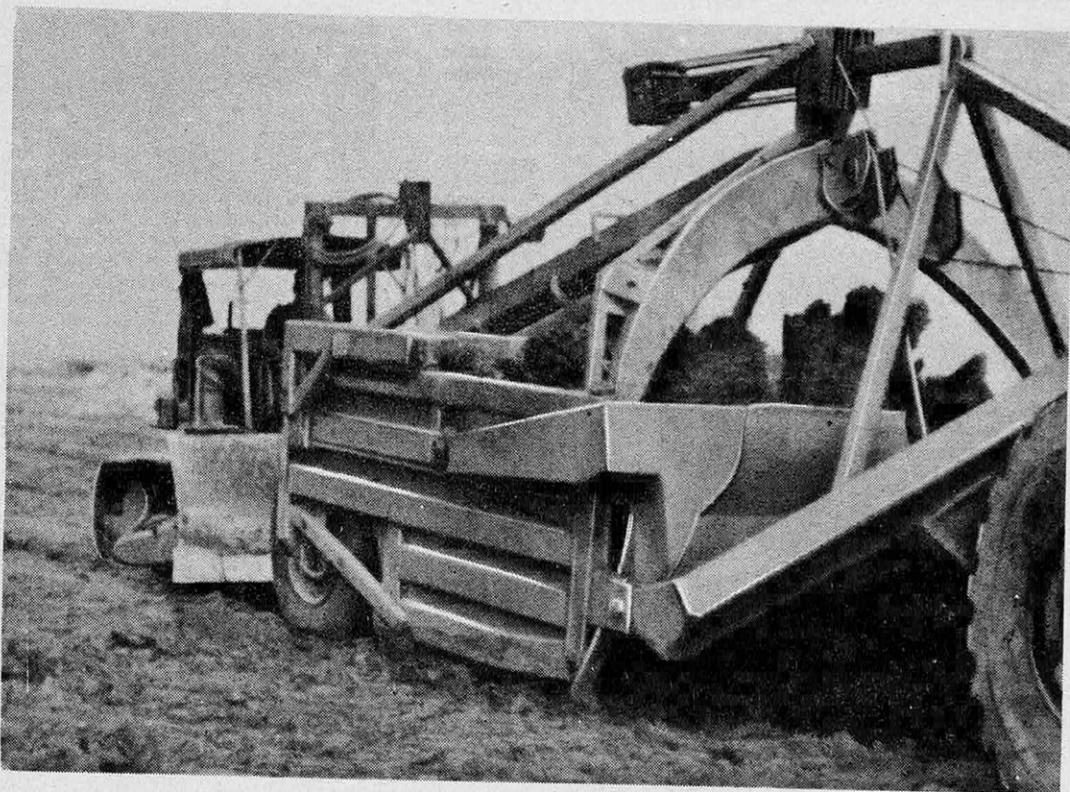


FIG. 4. — LE DÉCAPAGE DU SOL PAR UN « SCRAPER »

portés en rouleaux qui se déroulent et se collent les uns aux autres, à la manière des feutres de même matière utilisés avant guerre pour assurer l'étanchéité des toitures terrasses. Les principes en ont été mis au point par les Américains et le

matériel de pose perfectionné par les Canadiens qui l'ont baptisé « colleuse de timbres » (*stamp lickers*) par analogie avec les appareils rotatifs servant à humecter les timbres. C'est par ce procédé qu'a été aménagée la piste de Lunéville qui a tenu tout l'hiver 1944-1945, malgré des conditions d'exploitation particulièrement sévères.

#### La construction des pistes d'envol

Les études préliminaires pour déterminer des emplacements de terrains à choisir et, ensuite, pour fixer leurs principaux aménagements furent souvent conduites uniquement sur documents, alors que l'ennemi occupait encore les positions que l'on avait en vue. C'est ainsi que, lors du débarquement de Normandie, sur les trente terrains d'opérations construits par le Génie de l'Air américain, vingt-neuf ont été installés à des emplacements étudiés à l'avance, et pour lesquels les formations désignées pour leur exécution ont opéré sans tâtonnements.

Pour ces études, tous les documents possibles étaient utilisés, relevés photographiques

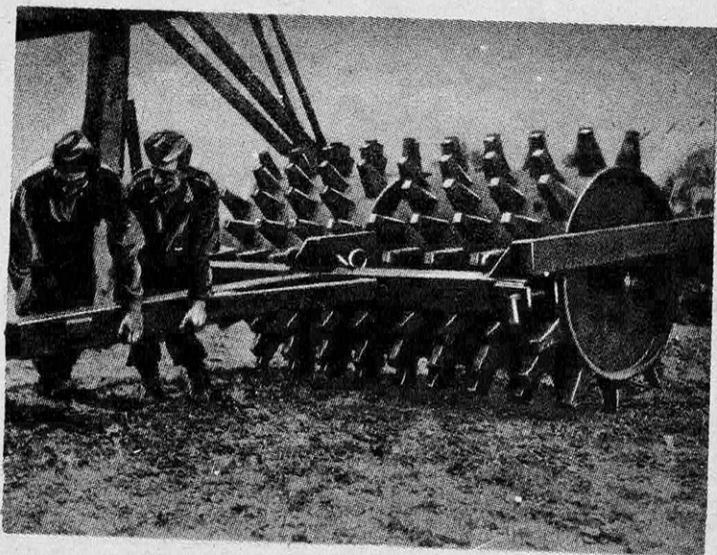


FIG. 5. — LE ROULEAU A « PIEDS DE MOUTONS », LE MEILLEUR ENGIN CONNU POUR TASSER LE SOL ET LUI CONFÉRER LA FERMETÉ NÉCESSAIRE

par avions, cartes géologiques (intéressant le sous-sol), pédologiques (donnant la nature du sol en surface), etc., et les reconnaissances aériennes s'effectuaient en compagnie d'un aviateur expérimenté de façon à recueillir l'avis *a priori* de l'utilisateur.

Le projet était dressé complètement, avec position, dimensions des pistes, et aires de toutes sortes, la nature de leurs revêtements, les dispositifs de drainage des eaux et d'assainissement du terrain et les bâtiments s'il y avait lieu. Il fallait que rien ne fût laissé au hasard si on voulait aller vite.

Dès le terrain libre, les équipes topographiques s'en emparaient, matérialisant les aménagements prévus par des piquets espacés le long de leurs axes ou de leurs contours et exécutant un nivellement précis qui servait de base aux opérations de terrassement. En même temps, au droit des pistes, de nombreux échantillons du sol étaient prélevés et conduits au laboratoire pour analyse et essais divers, ceci en vue de décider, sur le vu de caractéristiques bien définies, du traitement à lui faire subir. Bien entendu, quand il y avait lieu, et c'était le cas le plus fréquent, les équipes de déminage avaient procédé au préalable au nettoyage complet du terrain.

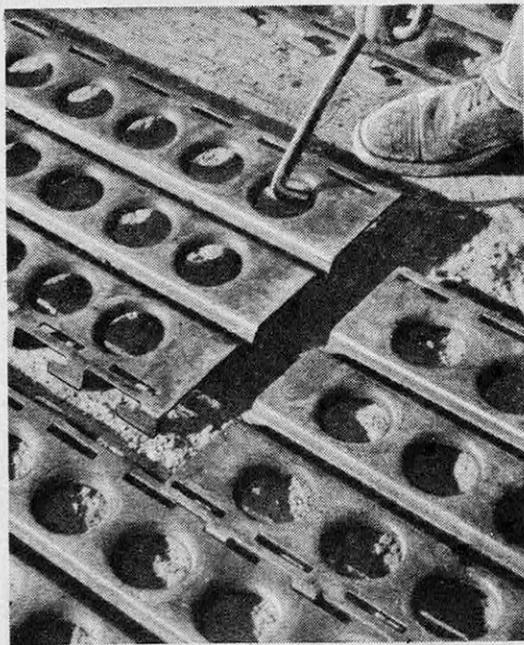


FIG. 6. — LA MISE EN PLACE DES « P. S. P. », ÉLÉMENTS DE TOLES PERFORÉES EMBOUTIES

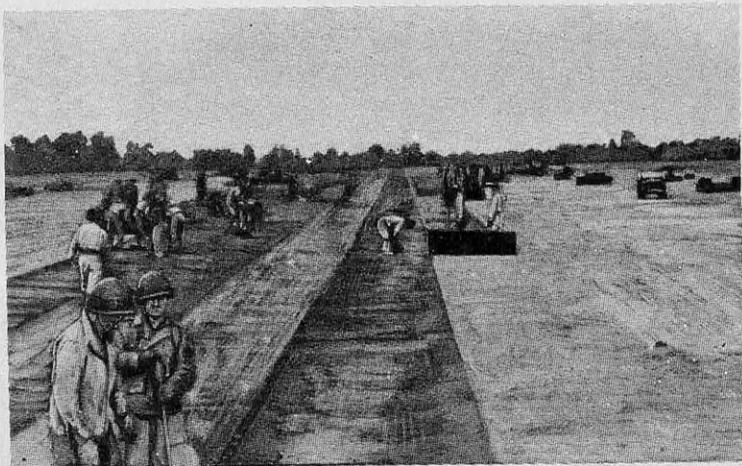


FIG. 7. — L'AMÉNAGEMENT D'UN AÉRODROME EN NORMANDIE : LES RUBANS GRILLAGÉS SE DÉROULENT COTE À COTE POUR FORMER L'ARMATURE DE LA PISTE D'ENVOL

Les engins de débroussaillage et de terrassement pouvaient alors effectuer leur entrée en scène. C'étaient d'abord les *bulldozers* (fig. 3), tracteurs sur chenilles munis à l'avant d'un énorme éperon d'acier, capables de renverser et de traîner des troncs d'arbres d'une dizaine de centimètres de diamètre, et dont le travail était facilité, le cas échéant, par quelques déblaiements préalables à l'explosif dans les régions particulièrement encombrées.

Les pistes devaient avoir une forme régulière permettant un bon écoulement des eaux, ce qui conduisait généralement à d'importants mouvements de terre. Les *scrapers* (fig. 4), grandes caisses montées sur pneus, de 6 à 10 m<sup>3</sup> de capacité, décapant le sol et se chargeant de déblais en avançant, réduites au rôle de tombereaux une fois pleines, attelées à des tracteurs à chenille de 70 à 90 ch, s'en acquittaient à merveille, ainsi que les *carry-alls*, équipement analogue, mais où les tracteurs étaient également montés sur pneus. Avec ces engins, la main-d'œuvre était réduite aux seuls conducteurs des tracteurs ; chacun d'eux, assis au volant de sa machine, arrivait ainsi à effectuer le travail qu'aurait accompli dans le même laps de temps une équipe de 500 hommes qui n'auraient été armés que de pelles, de pioches et de brouettes. Un seul *scraper* de 10 m<sup>3</sup>, excavant et transportant les terres à 100 m de leur lieu d'extraction, débitait jusqu'à 100 m<sup>3</sup> dans une seule heure.

La plate-forme ainsi préparée, il convenait de réaliser la fondation de la piste, généralement par « stabilisation » du sol. Un seul bataillon suffisait à assurer l'exécution de 5 000 m<sup>3</sup> par jour, c'est-à-dire que toute la fondation d'une piste était terminée en quinze jours. Le plus grand problème à résoudre était toujours celui de l'amenée des matériaux complémentaires depuis des carrières situées parfois à 20 km et plus ; il nécessitait le rassemblement d'un carrousel de camions souvent impressionnant. On a vu ainsi jusqu'à 200 camions travaillant ensemble sur un même terrain. Tous les matériaux étaient répandus par *bulldozers*, mélangés par des herbes et des rouleaux à disques et mis au profil



FIG. 8. — LA CONSTRUCTION D'UNE PISTE D'ENVOI EN TOLES PERFORÉES

par des *graders* ou niveleuses, grandes lames métalliques montées sur un châssis à roues et orientables à la main par l'intermédiaire d'un volant. Ces divers instruments étaient tous attelés à des tracteurs à chenilles. Le brassage des matériaux terminé, il ne restait plus qu'à les « compacter », c'est-à-dire à les tasser, mission confiée au rouleau à « pieds de moutons » (fig. 5), également attelé à un tracteur à chenilles et qui doit son appellation à ce que l'action de ses multiples aspérités rappelle celle des troupeaux dont le passage tassait le sol sur le passage des caravanes. Au début, les pointes s'enfoncent de toute leur hauteur dans le sol ameubli par le travail précédent, puis y pénètrent de moins en moins à mesure qu'il repasse au même endroit, si bien qu'à la fin il progresse comme une pelote d'épingles que l'on ferait rouler sur une table. Enfin le *grader* déjà cité et le rouleau à jantes lisses, — celui que nous voyions sur nos routes, les beaux étés de jadis —, venaient donner à la piste son profil définitif.

Il ne restait plus qu'à la revêtir de tôles perforées, ce qui s'opérait par des équipes entraînées (fig. 8) à l'allure de plusieurs mètres à l'heure, le revêtement de toute une piste pouvant s'effectuer en deux jours... et souvent les avions s'envolaient sans même attendre la fin de la pose.

Pendant ce temps, d'autres équipes, utilisant des engins automatiques à grand rendement, construisaient les aires de stationnement en

béton; les matériaux, pierres, sable et ciment, étaient élevés mécaniquement dans la bétonnière et, à sa sortie, un bras articulé déversait le béton en place (fig. 9), béton lui-même tassé mécaniquement par vibration. Un bataillon réalisait couramment 1 000 m<sup>2</sup> de revêtement bétonné de 20 cm d'épaisseur par jour. Là également les camions jouaient un rôle primordial, les matériaux à approvisionner pour la cadence que nous venons d'indiquer représentant 200 t à transporter chaque jour, parfois sur de grandes distances.

### L'entretien des pistes

Les pistes construites, il fallait les entretenir, et cela nécessitait d'autant plus de soins que la construction avait été plus hâtive. Les pistes non revêtues devaient être soumises à l'action fréquente, voire continue en mauvaise saison, du « planeur »; constitué par un ensemble de madriers assemblés et trainés par un camion ou un tracteur, après avoir été chargé assez lourdement, et ensuite « compactées » par un rouleau à pneus. On peut citer, comme efficacité d'un tel traitement, le cas du terrain de Telegma, en Afrique du Nord, qui a pu ainsi être utilisé en permanence pendant l'hiver 1943, malgré trois mois de pluies continues, comme base de départ de bombardiers lourds.

Les pistes recouvertes de tôles perforées voyaient parfois se creuser de profondes ornières

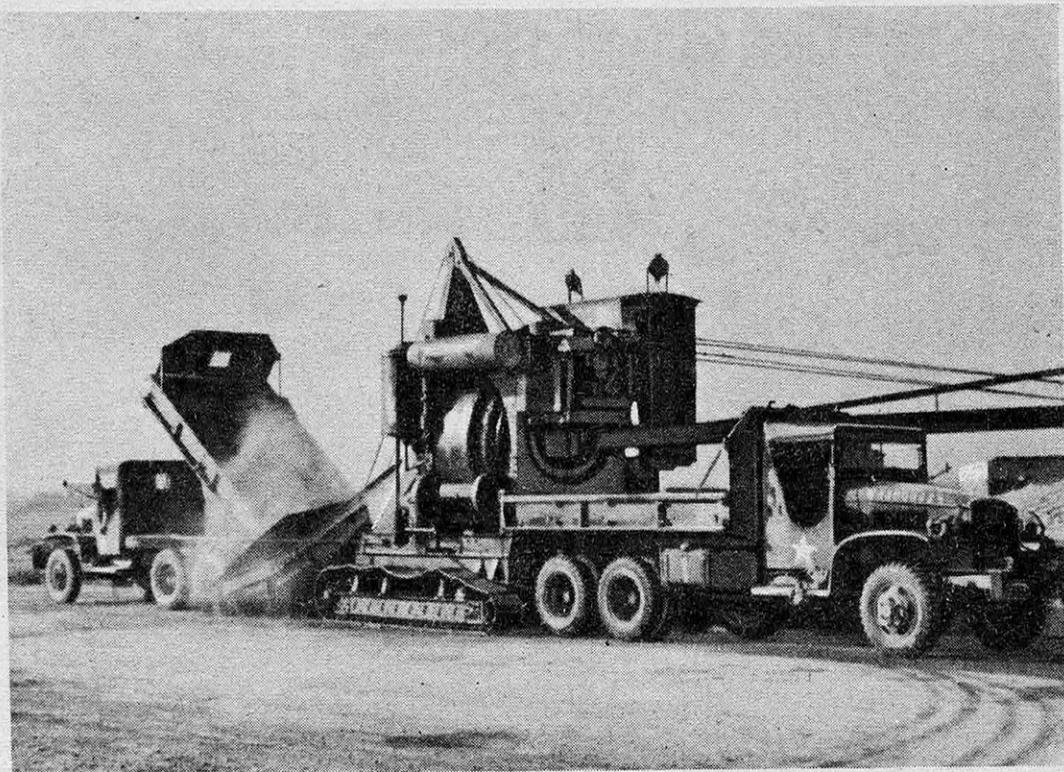


FIG. 9. — UNE BÉTONNIÈRE MOBILE A GRAND RENDEMENT

sous les revêtements, quand leurs fondations étaient insuffisantes ou, simplement, quand leur mise en service avait eu lieu prématurément. Ces ornières étaient rapidement comblées, les tôles assemblées étant au préalable relevées à la manière d'un tapis, et la boue enlevée.

Les pistes définitives, celles avec tapis bitumineux, comme celles en béton, n'étaient elles-mêmes pas exemptes de travaux d'entretien, des dégradations locales ne pouvant être évitées sous l'intensité et le poids du trafic supporté.

### Conclusion

On soupçonne, par ce qui précède, quel effort d'organisation et de concentration des moyens, et aussi quels soins apportés à la mise au point des techniques et à la formation du personnel ont dû être déployés pour que la création de

terrains d'aviation puisse s'opérer à proximité des lignes, au fur et à mesure de la progression des troupes, et cela dans des délais records.

L'expérience de la guerre n'apporte cependant pas seulement une belle leçon de rapidité d'exécution. Elle annonce, en effet, une transformation complète de la technique des terrains d'aviation, que l'emploi prochain des avions très lourds achèvera de modifier. Avant guerre, il n'existait pas en France une seule piste, tous les terrains étaient gazonnés, nivelés et drainés ; bien plus, aucune des pistes construites jusqu'ici ne tiendra sous les avions de 130 t qui sont ceux d'un avenir très proche. Nous allons assister au cours des années prochaines à une évolution rapide de la technique des aérodromes, en fonction de l'augmentation du tonnage des appareils qui équiperont les grandes lignes internationales.

Marcel MONTAMAT.

Le suc gastrique détruit la pénicilline qui ne peut donc être absorbée normalement par la bouche, d'où la nécessité, pour les malades, de se faire hospitaliser pour subir des injections fréquentes de ce médicament. On sait aujourd'hui réaliser des pilules constituées par une capsule de gélatine enrobant une huile végétale portant la pénicilline en suspension, qui s'y conserverait inaltérée pendant plusieurs mois. C'est un très important progrès qui étendra ce mode de traitement aux nombreux malades que l'on ne pouvait admettre simultanément dans les hôpitaux.

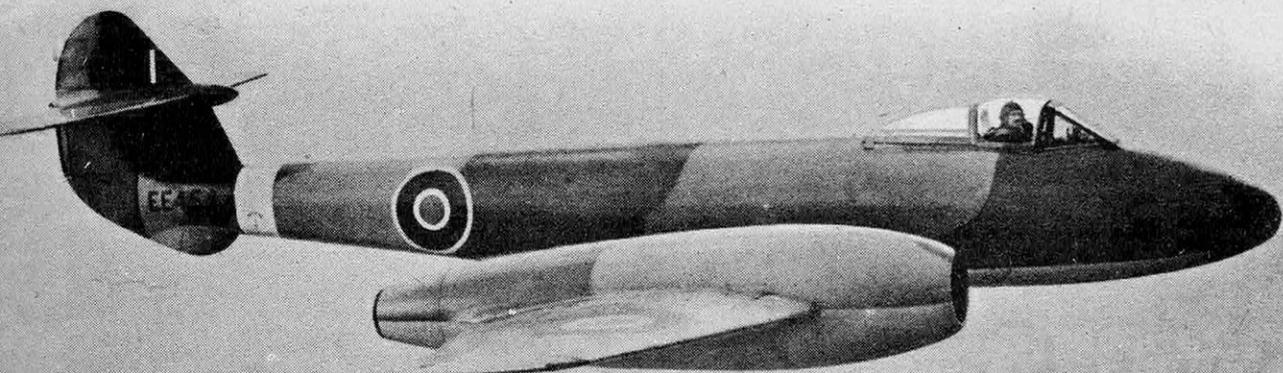


FIG. 1. — LE GLOSTER « METEOR » QUI DÉTIENT LE RECORD DE VITESSE AVEC 975,675 KM/H

## LE RECORD DE VITESSE DU GLOSTER " METEOR "

par Robert MARCOURT

Depuis le 27 avril 1939, le record mondial de vitesse appartenait à l'Allemand Fritz Wendel qui, sur un Messerschmitt 109 R, équipé d'un moteur Mercedes-Benz DB 601, avait atteint la vitesse de 755,138 km/h. Le 7 novembre dernier, un Anglais, le Group Captain H.-J. Wilson, établissait un nouveau record, 975,675 km/h, sur un Gloster « Meteor IV », mû par deux turboréacteurs Rolls-Royce « Derwent V ». Ainsi étaient mis en évidence les énormes progrès accomplis en cinq années de guerre par la technique aéronautique. Ce n'est sans aucun doute que le prélude d'une âpre concurrence où vont s'affronter des types sans cesse perfectionnés d'avions mus par des réacteurs de plus en plus puissants, et dont les formes évolueront en vue d'une meilleure adaptation aux phénomènes qui marquent l'approche de la vitesse du son.

Le record absolu de vitesse est l'un des quatre records mondiaux reconnus par la Fédération Aéronautique Internationale, les trois autres étant :

Le record de distance en ligne droite, détenu par la Grande-Bretagne (11 520,421 km, Ismaïlia-Port-Darwin) ;

Le record de distance en circuit fermé, détenu par l'Italie (12 935,770 km) ;

Le record d'altitude, détenu par les États-Unis (22 066 m).

Le record de vitesse doit, pour être homologué, être établi dans des conditions très strictes, définies par le Code sportif de la Fédération. Aux

vitesse atteintes aujourd'hui, certaines de ces règles ont fait l'objet de critiques, car elles peuvent sembler difficilement observables sans mettre en danger la vie du pilote. Telle est celle qui impose que la base soit parcourue à une hauteur maximum de 75 m au-dessus du sol ; à 900 km/h, la marge apparaît en effet bien faible pour que le pilote ait matériellement le temps de manœuvrer si un accident mécanique vient troubler le vol. Mais seule une réunion internationale peut modifier les conditions minutieusement étudiées, qui, du point de vue sportif, ont seules actuellement force de loi.

Rappelons-en les principales : la base de me-

sure de la vitesse doit avoir 3 km de long, être parcourue deux fois dans chaque sens au cours du même vol, à une hauteur sensiblement constante qui, ainsi que nous l'avons dit, ne doit pas dépasser 75 m, tant sur la base que dans les 500 m qui la précèdent. Du décollage à l'atterrissage, l'altitude ne doit pas dépasser 400 m. Des barographes enregistreurs et des observateurs sur avions-témoins contrôlent l'observation de ces prescriptions. Le décollage et l'atterrissage doivent être normaux. Enfin, pour battre le record précédent, la vitesse atteinte, moyenne des vitesses réalisées dans les quatre parcours, doit être supérieure d'au moins 8 km/h.

### L'appareil

Le Gloster « Meteor » est un appareil de conception entièrement classique, bimoteur, monoplace, à aile basse, de construction métallique, à train d'atterrissage tricycle. On n'y rencontre aucune des particularités recommandées pour les grandes vitesses, telles qu'aile à écoulement laminaire, bord d'attaque en lame de couteau, fuselage en pointe, etc. Les caractéristiques principales sont : envergure 13,15 m, longueur 12,5 m, hauteur 3,95 m, surface portante 34,8 m<sup>2</sup>, poids maximum 6 300 kg. C'est un chasseur, normalement armé de quatre canons Hispano de 20 mm. L'ordre de grandeur de ses performances est : vitesse 900 km/h, rayon d'action 740 km avec 1 235 l. de combustible et 1 320 km avec réservoirs largables, plafond 14 000 m, vitesse ascensionnelle 9 000 m en 7,8 minutes.

Deux appareils avaient été mis en ligne pour la conquête du record. Ils avaient été naturellement déchargés de leur armement, débarrassés de tous appendices extérieurs et renforcés localement

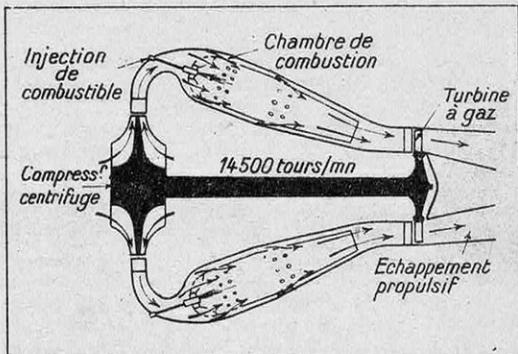


FIG. 2. — SCHÉMA DE FONCTIONNEMENT DU TURBO-RÉACTEUR « DERWENT »

L'air accède par les deux faces à la roue du compresseur centrifuge, qui le rejette dans les chambres de combustion où le combustible est injecté sous pression. Chaque chambre possède une double paroi, et, dans l'espace ainsi ménagé, circule de l'air qui, passant par les trous de la paroi interne, vient se mélanger aux gaz de combustion et les refroidir avant d'actionner la turbine d'entraînement du compresseur et, de là, s'échapper dans l'atmosphère.

pour supporter tous efforts anormaux auxquels on pouvait s'attendre qu'ils fussent soumis à des vitesses voisines de 80 p. 100 de la vitesse du son.

### Les moteurs

Le Gloster « Meteor IV » est équipé de deux turboréacteurs Rolls-Royce « Derwent V ».

Le type « Derwent V » appartient à une

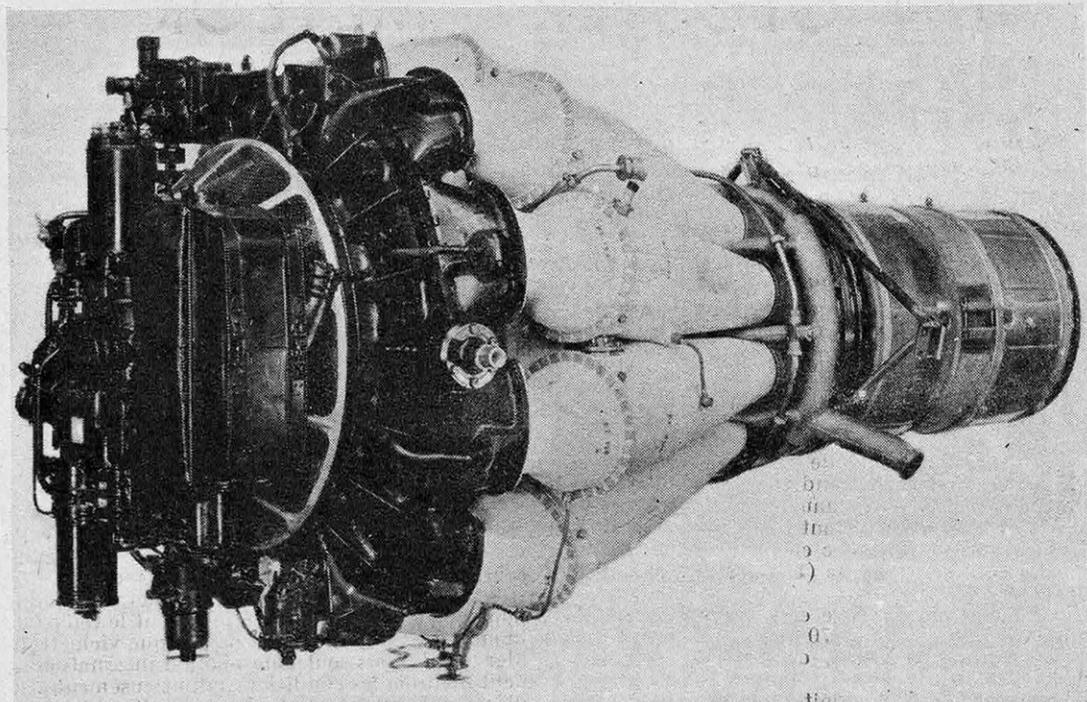


FIG. 3. — LE TURBORÉACTEUR ROLLS-ROYCE « DERWENT V »

série de moteurs à réaction développés par Rolls-Royce en Angleterre depuis 1939, d'après le système conçu par l'Air Commodore Whittle qui est à la base de la plupart des réalisations anglaises et américaines. Ils sont caractérisés, à la différence des réacteurs allemands dotés de compresseurs axiaux, par l'emploi de compresseurs centrifuges.

Sur le « Derwent », ce compresseur est double, alimenté sur ses deux faces, et son débit est très grand. Il est entraîné par une turbine à gaz axiale à un étage, calée sur le même axe, lequel, étant assez long, est supporté par trois paliers. Les aubages de la turbine à gaz sont en alliage de nickel exempt de fer, capables de résister aux hautes températures ; le rotor du compresseur est en alliage léger. Tout autour de cet ensemble se trouvent réparties régulièrement dix chambres de combustion qui reçoivent par leur extrémité avant l'air comprimé fourni par ce compresseur centrifuge ainsi que le combustible injecté par une pompe à haute pression entraînée, elle aussi par la turbine, et qui par leur extrémité arrière, débitent sur les aubages de la turbine à gaz.

Ces chambres comportent une enveloppe extérieure en acier entourant un tube un peu plus petit et percé de trous, lui aussi en alliage de nickel sans fer. La combustion a lieu dans ce dernier tube et la plus grande partie de l'air comprimé qui passe dans l'espace libre entre les deux cylindres les refroidit et se mélange aux gaz brûlés pour abaisser leur température. Après avoir agi sur les aubages de la turbine, ces gaz sont expulsés vers l'arrière. La longueur des chambres de combustion est calculée de manière que la combustion soit entièrement terminée avant que les gaz n'accèdent à la turbine. Des canalisations de compensation relient les chambres entre elles pour équilibrer leurs pressions et aussi assurer l'allumage des diverses chambres au démarrage, car deux bougies seulement sont prévues pour les dix chambres.

L'alimentation est réglée automatiquement en fonction de l'altitude. Le réglage de la puissance est obtenu en faisant varier le débit du groupe

d'alimentation en combustible, et non en agissant sur l'alimentation en air. Le graissage s'effectue par une pompe à engrenage, et le démarrage à l'aide d'un moteur électrique.

Le turboréacteur « Derwent » a effectué son épreuve de cent heures en 1943 et a volé dès avril 1944. Il a été fabriqué en cinq versions dont la dernière, le « Derwent V » du record de vitesse a les caractéristiques suivantes : diamètre hors-tout, 1,10 m ; longueur, 2,46 m ; poids à sec, 565 kg ; poussée au point fixe, 1 475 kg à 14 500 tours par minute ; poids par kilogramme de poussée, 0,385 kg ; consommation de combustible, 1,05 kg par kilogramme de poussée et par heure.

Le combustible normalement employé est de la paraffine (désignée sous le nom de « kerosène »). Le « Derwent V » comporte seulement neuf chambres de combustion au lieu de dix sur les modèles précédents.

### Le chronométrage

Le record du Gloster « Meteor » a été établi au-dessus de Herne Bay, à l'embouchure de la Tamise où la base réglementaire de 3 km avait été délimitée à 1,5 km près en bordure de la côte, de manière que l'épreuve fût courue au-dessus de l'eau où l'atmosphère est toujours moins turbulente et dépourvue en particulier des « trous d'air » fréquents au-dessus du sol, si l'on a soin de mettre à profit un léger vent venant du large.

Le principe de la méthode de mesure des temps de parcours était la même que pour les records précédents, mais l'appareillage utilisé permettait une précision beaucoup plus grande. Aux deux extrémités de la base étaient installées des caméras cinématographiques de 16 mm (dont les axes optiques étaient, à une minute d'angle près, rigoureusement perpendiculaires à la base) braquées sur les pylônes de balisage (dont la verticalité avait été assurée à cinq minutes d'angle près), enregistrant ainsi les passages de l'avion et photographiant en même temps les trois disques d'un chronographe indiquant les minutes, les secondes et les centièmes de seconde. Les caméras étaient capables de prendre 150 à

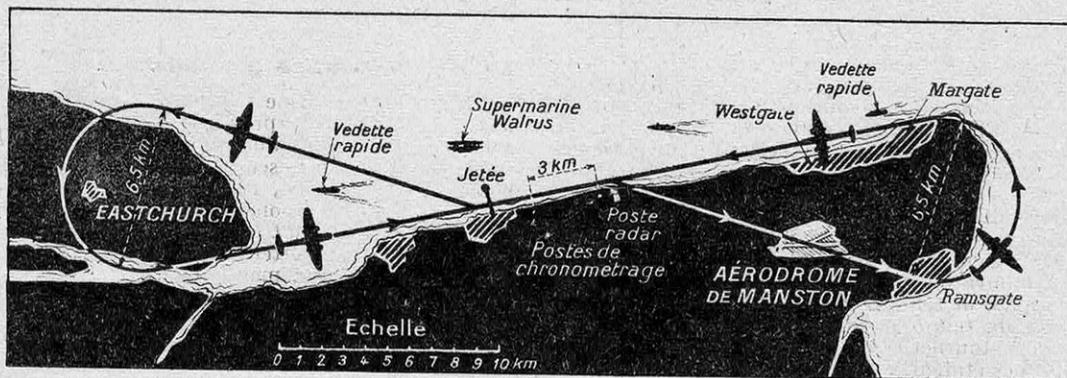


FIG. 4. — LE CIRCUIT DES GLOSTER « METEOR » AU-DESSUS DE HERNE BAY

Le balisage de la base de mesure était assuré par deux jeux de bouées doubles à chaque extrémité. Sur la jetée était installé un pylône de 6 m de haut surmonté d'une boule noire de 60 cm de diamètre, avec un projecteur de lumière blanche à son pied. A 500 m environ de part et d'autre du pylône se trouvaient deux ballons, à 30 m de hauteur. A côté du poste radar étaient installés deux ballons à 60 m de hauteur et un projecteur de lumière verte. Sur la falaise, approximativement à l'aplomb du centre de la base, était ancré un ballon à 60 m de hauteur. Tous ces ballons étaient peints de bandes noires et argentées. Tout le long de la base étaient ancrées trente embarcations peintes en jaune. Les débuts des virages à droite, à la sortie de la base, étaient marqués par des pylônes de 6 m, noirs et blancs. Sur mer patrouillaient un certain nombre de vedettes rapides et un hydravion Supermarine « Walrus ». L'ensemble du circuit couvrait environ 55 km, avec environ 20 km en ligne droite dans chaque sens pour aborder la base de mesure.

200 images par seconde et les chronographes étaient entraînés en accord avec les vibrations d'un diapason enfermé dans une chambre à température constante, lui-même contrôlé par un oscillateur à quartz piézoélectrique.

Ce maître-oscillateur était installé au National Physical Laboratory de Teddington, l'équivalent britannique de notre Bureau des Poids et Mesures, à quelque 100 km de Herne Bay. Il donnait 100 000 périodes par seconde et était stabilisé au millionième. La précision ainsi atteinte correspond à moins d'une seconde d'erreur en trois jours. Des jeux de multivibrateurs abaissaient la fréquence à 200 cycles, valeur utilisée pour la synchronisation des caméras.

Les signaux pouvaient être transmis du National Physical Laboratory de Teddington jusqu'à Herne Bay, soit par radio, soit par des lignes téléphoniques terrestres ; c'est cette dernière voie, d'un maniement plus sûr et plus commode, qui a été utilisée lors de l'épreuve.

Les signaux reçus à un poste central à Herne Bay étaient transmis par ligne téléphonique aux deux postes de chronométrage où ils étaient amplifiés au niveau voulu pour le contrôle des appareils. Ce dernier s'opérait, à chacun de ces postes, par l'intermédiaire d'un diapason entraîné à 200 cycles, logé dans une enceinte maintenue à température constante par un thermostat. Ce diapason recevait les signaux étalonnés tandis que, sur l'un de ses bras, étaient fixés des enroulements alimentant le moteur phonique (à 200 périodes) entraînant le chronographe de la caméra. L'emploi de ces diapasons se justifiait par le désir d'éviter que des variations passagères dans l'intensité du signal à 200 périodes perçu au poste de chronométrage ne viennent troubler le fonctionnement des moteurs phoniques. De plus ils agissaient comme filtres résonnants, améliorant ainsi la forme de l'onde utilisée pour l'entraînement des moteurs phoniques.

Grâce à l'ensemble de ce dispositif, les deux chronographes des caméras, bien que distants de 3 km, tournaient rigoureusement à la même vitesse. Chacun d'eux consistait en un jeu de disques gravés en minutes, secondes et centièmes de seconde qui étaient mis en marche simultanément à l'aide d'un unique bouton à l'une des extrémités de la base, quelques minutes avant la course. D'après le National Physical Laboratory, la plus grande erreur que ce dispositif pouvait introduire ne dépassait pas 1/500<sup>e</sup> de seconde, décalage de temps d'ailleurs constant et indépendant du temps pendant lequel les disques pouvaient tourner. Par mesure de précaution, les disques étaient amenés au zéro et photographiés à l'arrêt avant la course, puis, après la course, arrêtés simultanément et photographiés à nouveau.

Les caméras cinématographiques prenaient environ 150 images par seconde, photographiant chaque fois simultanément le pylône d'extrémité de la base, l'appareil passant à son voisinage et les disques gradués fournissant les temps. Les films développés étaient examinés image par image et le temps exact du passage à l'aplomb de chaque pylône était déterminé par interpola-

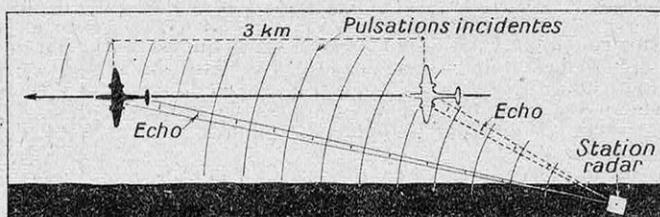


FIG. 5. — SCHÉMA DE PRINCIPE DE LA MESURE DU TEMPS DE PARCOURS DE LA BASE PAR LE RADAR

Ce temps est déterminé par le comptage du nombre de pulsations réfléchies par l'avion entre les instants où il franchit les deux extrémités de la base. L'observation des ondes réfléchies fait connaître à chaque instant la distance de l'avion au poste radar. Un dispositif automatique met en marche le compteur lorsque cette distance devient égale à celle (connue topographiquement) du poste à une extrémité de la base, et l'arrête lorsqu'elle devient égale à celle (connue également) du poste à l'autre extrémité.

tion entre les images voisines. La précision, au total, tenu compte de toutes les causes possibles d'erreurs, était de l'ordre du 1/500<sup>e</sup>.

Une deuxième méthode de mesure donnant une précision comparable, mais qui ne fut employée qu'à titre subsidiaire, utilisait des appareils photographiques — et non cinématographiques —, un à chaque extrémité de la base. Au passage de l'avion au voisinage d'un pylône, un observateur pressant sur un bouton provoquait le déclenchement de l'obturateur de son appareil et l'inscription d'un « top » sur une bande de papier commune aux deux postes où s'inscrivaient aussi d'une manière continue les centièmes de seconde. Le passage de l'appareil à l'autre extrémité de la base donnait lieu à l'inscription d'un deuxième « top ». La mesure de l'intervalle séparant les deux « tops » donnait la durée de parcours de la base, compte tenu de l'équation personnelle des deux observateurs, que l'on éliminait en développant les clichés et en mesurant le plus ou moins grand éloignement de l'avion du pylône sur les clichés et en appliquant la correction résultante.

### Le chronométrage par radar

Enfin, une troisième méthode, auxiliaire elle aussi, reposait sur le principe du radar (1). On sait que, si, à l'aide d'un radioémetteur convenable, on dirige un faisceau étroit d'ondes ultra-courtes sur un avion, par exemple, ce dernier réfléchit en partie les ondes ; de l'enregistrement de cet écho, on déduit facilement la distance de l'avion au poste émetteur-récepteur, proportionnelle au temps que met l'onde à parcourir le chemin aller et retour entre le poste radar et l'avion.

Les techniciens du centre de recherches aéronautiques britanniques, le Royal Aircraft Establishment de Farnborough, ont imaginé d'appliquer ce principe à la mesure de la vitesse des avions. Dans ce but, on suit l'avion d'un bout de sa course à l'autre avec le faisceau d'ondes ultra-courtes ; l'émission étant fractionnée en « pulses » réguliers, chacun d'une durée de l'ordre de la microseconde (millionième de seconde), on fait le compte du nombre de ces

(1) Voir « Le radar » (Science et Vie, n° 338, novembre 1945).

« pulses » reçus entre le moment où l'avion franchit l'une des extrémités de la base et celui où il franchit l'autre extrémité. Pour cela, aux signaux reçus par réflexion on superpose deux signaux correspondant l'un à la distance entre le poste radar et une des extrémités, l'autre à la distance entre le poste radar et l'autre extrémité. Les signaux reçus dans l'intervalle sont totalisés automatiquement par un compteur analogue aux compteurs de particules électrisées en physique atomique. Le premier de ces signaux supplémentaires met en marche le compteur et le second provoque son arrêt. La précision de cette méthode dépend évidemment de celle des signaux d'extrémités, et de leur « largeur ». En pratique,

elle est encore bien inférieure à celle donnée par la méthode des cameras synchronisées. Mais la méthode pourra certainement être perfectionnée pour des essais futurs.

Deux Gloster « Meteor » ont pris part à l'épreuve, l'un piloté par le Group Captain H.-J. Wilson, l'autre par M. Eric Greenwood, chef-pilote d'essais de Gloster. C'est le premier qui l'a emporté, de peu d'ailleurs.

Les vitesses successives calculées pour les quatre parcours du Group Captain Wilson ont été de 972 km/h, 979 km/h, 968 km/h et 983 km/h. Leur moyenne fournit le chiffre officiel du record : 975,675 km/h.

Robert MARCOURT.

## LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

### Le cheveu, matière alimentaire

L'HYDROLYSE des protéines en vue de l'obtention d'acides aminés directement assimilables se pratique sur une échelle industrielle depuis que les privations extrêmes endurées par certaines populations (en Hollande, par exemple) ont considérablement multiplié le nombre des cas où il est indispensable de fournir à l'organisme affaibli des aliments azotés sous une forme « prédigérée » (1).

Pour la fabrication de ces hydrolysats de protéines, on a été amené à utiliser les matières premières les plus diverses. En effet, l'hydrolyse industrielle se pratique sur certaines protéines que le tube digestif serait, lui, incapable de dédoubler. Elle permet aussi d'utiliser à des fins alimentaires, certaines protéines dites incomplètes, parce qu'elles ne contiennent pas tous les acides aminés indispensables : un mélange judicieux de protéines complètes et incomplètes permet d'obtenir un hydrolysats total parfaitement équilibré.

C'est ainsi qu'on a pu utiliser la kératine des cheveux humains, qui contient 13 à

17 % de cystine, acide aminé soufré des plus importants, ainsi que 4 à 5 % de tyrosine et 1 % de tryptophane. Ce dernier est particulièrement intéressant, car il fait partie des dix acides aminés dits indispensables. Comme matières non azotées, les cheveux contiennent 5 à 8 % de lipides et des matières minérales, notamment du fer (plus abondant dans les cheveux bruns que dans les blonds).

L'hydrolyse des cheveux se pratique en autoclave, à une température supérieure à 100°. Elle se fait au moyen d'une solution aqueuse à 25 % d'acide

chlorhydrique, fluorhydrique ou sulfurique.

L'obtention d'acides aminés à partir des cheveux récupérés chez les coiffeurs permet ainsi la valorisation d'une matière première autrement inemployée si l'on met à part leur utilisation comme matière textile (1). Le crin de cheval et la laine de mouton sont moins riches que le cheveu, mais les difficultés de collecte de celui-ci leur permettent d'être utilisés concurremment avec lui dans la fabrication des hydrolysats de protéines.

(1) Voir « Le cheveu humain, ersatz de la laine » (*Science et Vie*, n° 299, juillet 1942).

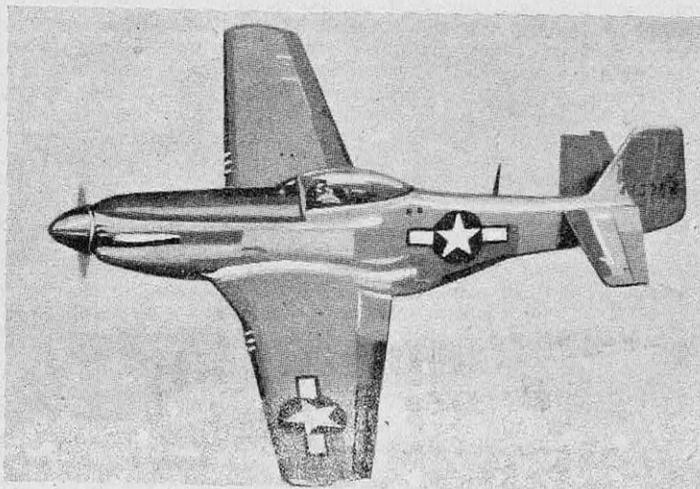


FIG. 1. — LE CHASSEUR MONOPLANE « MUSTANG », NORTH AMERICAN P-51

(1) Voir « Les protéines prédigérées » (*Science et Vie*, n° 334, juillet 1945).

## Un nouveau chasseur américain bifuselage

DEPUIS peu l'aviation d'armée des États-Unis expérimente un type nouveau de chasseur-bombardier résultant de la réunion de deux monoplaces de chasse. Il s'agit du North American XP-82 « Twin Mustang » (la lettre X désigne les appareils expérimentaux non encore adoptés officiellement ; la lettre P est l'initiale de « Pursuit » et désigne les chasseurs ; « Twin » signifie « jumeau ») ; il consiste essentiellement en la réunion de deux avions North American P-51 « Mustang », chasseurs monoplaces, par une section centrale spéciale et un plan de queue horizontal. Le « Mustang » P-51 est un des meilleurs appareils de chasse de l'aviation d'armée américaine et, sous sa plus récente version, atteint une vitesse maximum de 740 km/h, possède un plafond pratique de 13 000 m, une autonomie (avec réservoirs supplémentaires) de 3 200 km, peut emporter 10 projectiles-fusées et 450 kg bombes, et est armé de 6 mitrailleuses de 13,5 mm.

L'avion bifuselage résultant de la juxtaposition des deux fuselages de « Mustang » possède une aile de caractéristiques aérodynamiques améliorées pour les grandes vitesses, avec profil laminaire. Les fuselages sont de construction semi-monocoque, avec membrures et revêtements en aluminium. Des plaques de blindage protègent les deux pilotes. Le train d'atterrissage comprend deux roues principales montées sous les fuse-

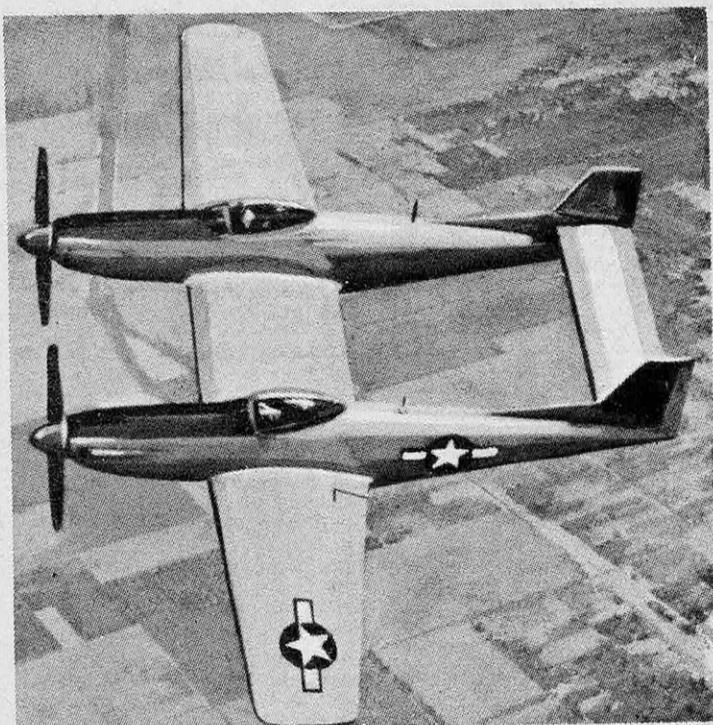


FIG. 2. — LE CHASSEUR BIPLACE « TWIN-MUSTANG », NORTH AMERICAN P-82

lages, relevées hydrauliquement, avec commande de relevage installée seulement sur le fuselage de gauche, qui est d'ailleurs le seul à posséder un équipement complet de pilotage. Le second fuselage de droite ne possède que les instruments strictement indispensables pour que le pilote auxiliaire qui y prend place se substitue au premier en cas d'accident survenu à ce dernier. Les deux roues de queue à l'arrière

des fuselages sont escamotables, grâce à des câbles qui relient chacune d'elles à la roue principale correspondante.

Le « Twin Mustang » est équipé de deux moteurs Rolls Royce V-1650, construits en Amérique par Packard, 12 cylindres en V, à refroidissement par liquide, développant chacun 2 200 ch et entraînant des hélices à 4 pales à pas variable, tournant en sens inverses ; ces moteurs sont munis de com-

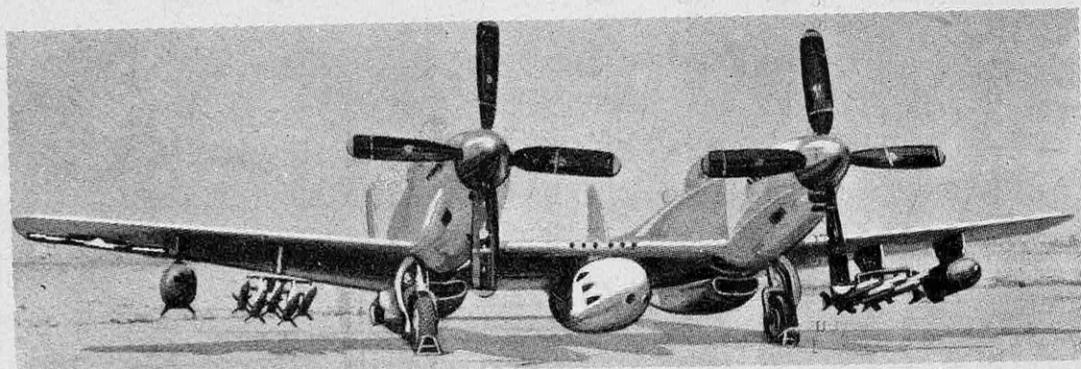


FIG. 3. — VUE DE FACE D'UN NORTH-AMERICAN P-82 ARMÉ DE 6 MITRAILLEUSES DANS LA PARTIE CENTRALE DE L'AILE, 8 MITRAILLEUSES DANS LA NACELLE CENTRALE, 2 BOMBES ET 10 FUSÉES DANS LES EXTRÉMITÉS DE L'AILE.

presseurs à deux étages et à deux vitesses.

L'armement apparaît particulièrement puissant : il comprend 6 mitrailleuses de 13,5 mm logées dans la section centrale de l'aile et 4 porte-bombes, un sous chaque extrémité extérieure de l'aile et deux sous la section centrale. Chaque porte-bombe reçoit normalement une bombe de 450 kg, mais on peut leur substituer des porte-bombes pour 900 kg. On peut installer au total 5 jeux de lance-fusées, portant chacun 5 fusées, deux sous chaque extrémité extérieure d'aile et un sous la partie centrale. Au porte-bombe central, il est possible d'accrocher une nacelle pouvant contenir soit du carburant supplémentaire, soit 8 mitrailleuses, soit des appareils photographiques, soit un équipement radar pour la chasse de nuit. Cette nacelle est largable en vol. Les caractéristiques générales du P-82 « Twin Mustang » sont : envergure, 15,62 ; longueur, 11,66 m ; hauteur, 4,16 m ; poids à vide, 6 510 kg ; poids total, 9 072 kg. La vitesse maximum serait de plus de 765 km/h, son plafond de 13 720 m et son rayon d'action (avec réservoirs supplémentaires) de 4 000 km.

## Pour éprouver les vêtements d'aviation

**P**OUR le vol à grande altitude, les aviateurs revêtent, on le sait, des vêtements et chaussures spéciaux chauffés électriquement. Afin d'éliminer tout vice de fabrication qui pourrait provoquer un accident en cours de vol, ces vêtements doivent être soumis à des essais rigoureux.

Le système allemand d'essais consistait à utiliser des détenus politiques que l'on revêtait des vêtements à éprouver, et à les faire pénétrer dans une chambre froide où l'on produisait une température égale à celle qui règne à l'altitude maximum prévue pour l'utilisation des vêtements en question. Lorsque le détenu sortait de la chambre d'essais partiellement ou totalement congelé, on avait ainsi tout lieu de penser que le vêtement qu'il portait présentait un défaut.

Les Américains ont — comme bien l'on pense — préféré utiliser un « robot » de cuivre ayant exactement la

forme d'un corps humain et à l'intérieur duquel un réseau de résistances électriques reproduit exactement la répartition thermique de l'homme. On peut ainsi éprouver à basse température les vêtements, gants, chaussures et couvertures chauffés électriquement sans infliger de souffrances ni de dangers à des êtres humains.

L'« homme de cuivre » du Laboratoire Aéromédical de Wright Field a une taille de 1,80 m. Sa « peau » de cuivre a 1,6 mm d'épaisseur. Elle est divisée en 15 aires dans chacune desquelles on reproduit par des résistances électriques la température qui règne dans la partie correspondante du corps humain. (Il y a, en effet, des différences sensibles entre la température du tronc qui reste à peu près constante et celle des extrémités qui, plus exposées, peuvent sans danger se refroidir notablement). La consommation d'électricité dans chacune de ces aires peut être mesurée séparément. Les appareils de contrôle sont placés dans une chambre voisine d'où les expérimentateurs peuvent opérer à distance lectures et réglages.

V. RUBOR.

**VIENT DE PARAITRE**

**IMAGES  
DE**

**VERITES  
SUR**

# L'OCCUPATION

de Baden-Baden à Berlin

76 PAGES FORMAT 24 × 34 - DOCUMENTS INEDITS  
HELIOGRAVURE EN COULEURS.

Société des Editions Modernes, 5, rue de la Baume - PARIS (8<sup>e</sup>)  
Envoi recommandé contre 75 francs, au C.C.P. : 539.065 Paris

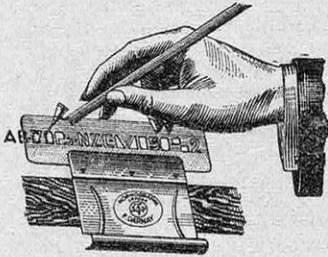
**DOCUMENTS ILLUSTRÉS CONTEMPORAINS**

## " LE NORMOGRAPHE "

### TRACE LETTRES ET CHIFFRES

C'est le procédé le plus pratique et le plus perfectionné pour faire des inscriptions comparables à des caractères d'imprimerie sur dessins, plans, tableaux, affiches, étiquettes, etc.

Le Normographe se compose de



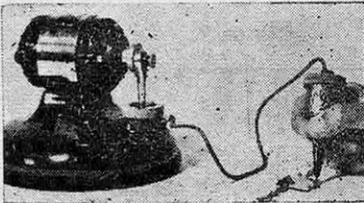
trace-lettres et de plumes spéciales à tracer.

Les trace-lettres et chiffres sont en matière plastique transparente, portant des découpures pour tracer lettres et chiffres, majuscules ou minuscules.

La plume spéciale est en laiton, elle s'adapte sur tous les porte-plume. Grande économie de temps et d'argent. Renseignements et prix sur demande.

F. DARNAY, Spécialiste d'articles de dessin. 9 bis, rue Coyvel, PARIS

## LA MACHINE A GRAVER "GRAVIT"



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

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

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

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

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

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

Avec "GRAVIT" vous graverez aussi rapidement et aussi facilement que vous écrivez.

## VOUS AVEZ BESOIN DE SAVOIR RÉDIGER

A côté du don littéraire qui demeure le privilège de quelques-uns il y a la faculté de s'exprimer correctement par écrit, que tout le monde peut acquérir et développer au prix de quelques exercices méthodiques et bien rédigés.

Qui pourrait douter de l'utilité, dans la vie quotidienne, de savoir mettre une certaine précision, une certaine chaleur, une certaine vigueur expressive dans une lettre, dans un mémoire, un rapport, un article de journal?

A cette nécessité répond depuis 1930 le cours de rédaction de l'École A. B. C. Ses professeurs ont formé des milliers d'excellents secrétaires, d'habiles rédacteurs de toutes catégories.

En apprenant à bien rédiger, vous améliorerez vos possibilités, vous multipliez vos chances de succès.

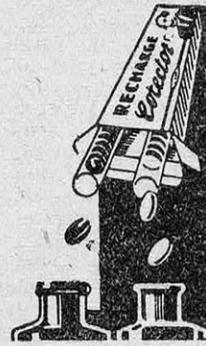
Écrivez à A. B. C. (Rédaction C. B. 2), 12, rue Lincoln (Champs-Élysées) Paris, qui vous renseignera de façon complète sur l'attrait et la nouveauté de cette méthode.

## CARRIÈRES DE L'ÉTAT

Ceux qui désirent s'orienter vers une carrière de l'État peuvent, sans s'engager en aucune façon, écrire à l'École Spéciale d'Administration, 28, bd des Invalides, Paris (7<sup>e</sup>), pour obtenir un conseil. Qu'ils n'oublient pas d'indiquer leur date de naissance, les diplômes qu'ils ont obtenus et leurs goûts.

## ON EFFACE COMME ON ÉCRIT

Sur le papier, les mains, les étoffes blanches, CORECTOR enlève les taches d'encre, de fruits, de teinture d'iode.



Par suite de la pénurie de flacons, refaites vous-même un Corector frais et efficace en utilisant les étuis de recharge CORECTOR.

Garanti sans chlore, ne jaunit pas et ne brûle pas. En vente partout.

## LA SUPPRESSION DES VIDANGES D'HUILE

Une nouveauté née de la guerre : ce sont les épurateurs à huile se montant directement sur les voitures automobiles, les camions, les tracteurs et permettant la suppression totale des vidanges d'huile par suite du maintien constant de celle-ci en état de propreté.

Les FILTRES SOFRANCE permettent de réaliser une économie très sensible sur les achats d'huile, mais surtout de réduire considérablement l'usure du moteur, puisque celui-ci se trouve toujours lubrifié avec une huile rigoureusement propre.

L'appareil se compose de trois parties :

- Une cuve inférieure avec bouchon de vidange ;
- Une cuve supérieure ;
- Une plaque portant les colonnes filtrantes.

Ces dernières sont composées de disques de matière fibreuse, imperméables à l'huile empilés sur une tige creuse et pressés par un ressort dans la partie haute.

Le fonctionnement est extrêmement simple et automatique. En effet, l'on fait arriver l'huile dans la cuve inférieure par une dérivation D branchée à la sortie de la pompe. Par la simple pression de la pompe, elle passe entre chaque disque pour arriver le long de la tige centrale, laissant à la périphérie tout ce qui n'est pas molécule d'huile (même l'eau ne peut passer, puisque la finesse de filtration est du 1/20<sup>e</sup> de micron).

Cette huile pure remonte par la tige et arrive dans la cuve supé-

rieure. Elle y comprime l'air qui s'y trouve et, lorsque la pression est suffisante, le clapet C s'ouvre et l'huile épurée retourne au moteur.

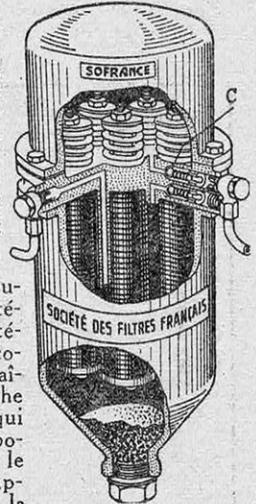
A l'arrêt, la pression de la cuve supérieure fait redescendre l'huile filtrée le long des tiges et la fait red-

passer, à contre courant, de l'intérieur à l'extérieur des colonnes entraînant la couche des boues qui vont se déposer dans le fond de l'appareil. A la remise en route, cet appareil est propre et prêt à filtrer.

Il peut fonctionner ainsi pendant 300 000 kilomètres en ayant soin de vidanger les boues tous les 4000 à 5000 kilomètres.

Ces épurateurs sont fabriqués par la Société des Filtres français SOFRANCE, PARIS, 206, boulevard Pereire. Téléphone : Étoile 35-19.

Nous verrons, du reste, dans un prochain numéro, les nombreuses applications réalisées par cette Société grâce à ce principe de filtration.



# VAINCRE CHAQUE OBSTACLE

Vous devez acquérir force de caractère, fermeté et ténacité pour n'être jamais rebuté. Il est fâcheux d'attendre que des échecs renouvelés et des expériences décevantes vous aident à obtenir les qualités intellectuelles et morales indispensables au succès. Vous pouvez abréger cette initiation, gagner du temps, réduire le nombre des échecs et développer en quelques mois votre personnalité par la gymnastique mentale à laquelle vous initiera la **MÉTHODE PELMAN**. Des milliers de Pelmanistes de tous les pays ont développé volonté, jugement, mémoire, assurance, ténacité, initiative, confiance en soi, sens du réel, autorité et beaucoup d'autres qualités qui leur ont procuré de brillantes réussites. Hommes, femmes, jeunes gens, demandez à l'**INSTITUT PELMAN** sa documentation VI-8 sur son entraînement par correspondance et ses profitables applications à la vie, aux études, à la profession. Cinquante-cinq ans d'expérience mondiale exclusivement consacrés au développement des qualités de l'intelligence et du caractère.

## INSTITUT PELMAN

176, boulevard Haussmann, PARIS

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

*Chez vous*

sans quitter vos occupations actuelles vous apprenez



**la RADIO**

C'est en forgeant qu'on devient forgeron...  
**C'EST EN CONSTRUISANT VOUS-MÊME DES POSTES** que vous deviendrez un radiotechnicien de valeur. Suivez nos cours techniques et pratiques par correspondance.

Cours de tous degrés : du Monteur-Dépanneur à l'ingénieur.

**DOCUMENTATION GRATUITE**

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

## L'ÉCOLE CHEZ SOI... POUR SOI...

EN SUIVANT LES NOUVEAUX COURS PAR CORRESPONDANCE DE L'

### ÉCOLE DES SCIENCES INDUSTRIELLES

2. Rue des Tanneries  
PARIS .XIII<sup>e</sup>

DESSIN TECHNIQUE - RADIO  
ÉLECTRICITÉ - ADMINISTRATION, etc.

ASSUREZ VOTRE AVENIR EN PRÉPARANT, SANS QUITTER VOTRE EMPLOI, PAR NOS ÉTUDES TECHNIQUES VOTRE SITUATION DANS :  
L'INDUSTRIE - L'AVIATION  
L'ARMÉE - LA MARINE, etc.

POUR TOUTS RENSEIGNEMENTS, ÉCRIRE EN SPÉCIFIANT LA SPÉCIALITÉ CHOISIE

*Jeunes gens et Jeunes Filles !*

FAITES VOTRE SITUATION COMME  
**RADIOTECHNICIENS**  
dans

**L'INDUSTRIE** MONTEUR DÉPANNEUR  
METTEUR AU POINT

**L'ADMINISTRATION** OPÉRATEUR des PTT  
(DIPLOMÉS D'ÉTAT)

**L'AVIATION** TRANSMISSIONS MILITAIRES  
OPÉRATEUR - MÉCANICIEN

EN SUIVANT LES COURS PAR CORRESPONDANCE  
de l'ÉCOLE SPÉCIALE DES TECHNIQUES MODERNES

14 Rue Volta **TOULOUSE**

COURS A LA PORTÉE DE TOUS conduits  
suivant des PROCÉDÉS MODERNES INÉDITS  
PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT PRÉ-MILITAIRE DE  
LA RADIO APPROUVÉ PAR LE MINISTÈRE DE L'AIR

RENSEIGNEMENTS GRATUITS SUR DEMANDE  
(SPÉCIFIER LA BRANCHE CHOISIE)

**INSTITUT  
ELECTRO-RADIO**  
6, RUE DE TéhÉRAN, 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

**Chez vous**  
sans quitter vos occu-  
pations actuelles vous  
apprenez

**le DESSIN  
INDUSTRIEL**

méthode d'enseignement  
**INÉDITE, EFFICACE et RAPIDE**  
Préparation au C. A. P.  
de dessinateur et au  
**BACCALAUREAT  
TECHNIQUE**  
nouvellement institué

Placement des élèves  
dans l'industrie assuré

Luxueuse documentation  
illustrée gratuitement sur  
demande.

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

## LES MEILLEURES ETUDES 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 26600.

**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 26601.

**LES COURS DE FORMATION SCIENTIFIQUE** vous permettront de compléter vos connaissances en Mathématiques, Physique, Chimie, etc. — Notice gratuite n° R 26602.

**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 26603.

**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 26604.

**INDUSTRIE.** — Certificats d'aptitude professionnelle. — Notice gratuite n° R 26605.

**RADIO.** — Certificats de Radio de bord, 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup> classe. — Notice gratuite n° R 26606.

**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 26607.

**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 26608.

**PHONOPOLYGLOTTE** vous apprendra, par le phonographe, à parler, à comprendre, lire, écrire l'Anglais, l'Espagnol, l'Allemand, l'Italien. — Notice gratuite n° R 26609.

**LE COURS D'ÉLOQUENCE** vous mettra en mesure d'improviser une allocution émouvante, de composer un discours persuasif. — Notice gratuite n° R 26610.

**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 26611.

**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 26612.

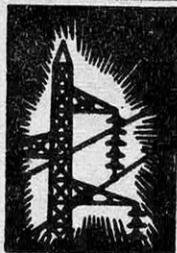
**LE COURS D'INITIATION AUX GRANDS PROBLÈMES PHILOSOPHIQUES** est le guide sûr de tous ceux qui veulent savoir comment se posent et comment peuvent être résolus les grands problèmes de la liberté humaine, de l'immortalité de l'âme, etc. — Notice gratuite n° R 26613.

**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 26614.

**ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS**

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

APPRENEZ  
**ELECTRICITE**  
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'ELECTRICITE**  
222, Boul. Péreire, PARIS -17<sup>e</sup>

**BON**  
pour la  
documentation  
9 C.

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 l'

**ÉCOLE TECHNIQUE  
DE REPORTAGE**  
8, boulevard Michelet, 8  
**TOULOUSE**



**L'ÉCOLE INTERNATIONALE**  
PAR CORRESPONDANCE  
**DE DESSIN ET DE PEINTURE**  
SERVICE R.S.1 PRINCIPAUTÉ DE MONACO

★ Album de renseignements  
sur simple demande à l'adresse  
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 tout entière avec vous jusqu'au succès final. Elle groupe sous la direction d'une élite de professeurs les **ÉCOLES** suivantes :

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

**ÉCOLE GÉNÉRALE 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.)

**EXERCICES PRATIQUES A DOMICILE**  
 Documentation S.V. contre 10 fr.



**CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES & ARTISTIQUES DE PARIS**  
 69, RUE VALLIER - LEVALLOIS (SEINE)

**ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE**

**ÉCOLE DU GÉNIE 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, l'Astronomie.

**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, ces 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, Météorologistes.

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**

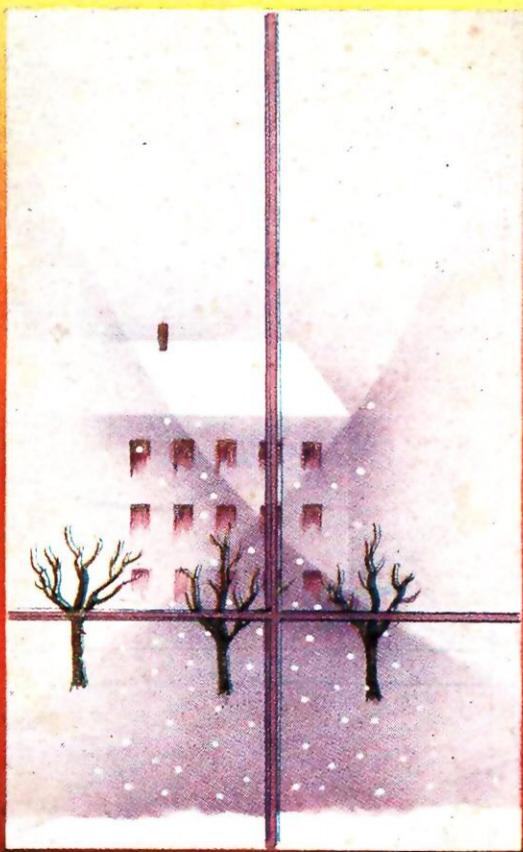
Les élèves reçoivent des devoirs qui leur sont corrigés et des cours spécialisés. Enseignement conçu d'après les méthodes les plus modernes, perfectionnées depuis 1908.

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.

René  
Ravo

# CHALEUR SAIN ET ECONOMIQUE



*A partir  
de 10 ampères*

**V**ous adopterez le chauffage à l'électricité, car c'est le plus sain, le plus souple, le plus économique. Vous choisirez les radiateurs NORDIA - brevetés - pour leur technique rationnelle, leur rendement élevé, et leur garantie de 3 années.

RENSEIGNEMENTS ET PRIX SUR DEMANDE

# NORDIA

4, Cité Griset. PARIS - XI<sup>e</sup>  
OBERKAMPF 10-27



RADIATEUR NORDIA  
à accumulation