

# SCIENCE ET VIE

JANVIER 1946

N° 340

20 FRANCS





*Partout...*

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

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

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



*Demandez le Guide des Carrières gratuit*

# ÉCOLE CENTRALE DE TSF

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

PUBLICITÉS MÉRIEUX

## '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.

*peinture*

*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 de mode*

*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 de publicité*

*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-70

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

## LE DESSIN INDUSTRIEL

### MÉTIER D'AVENIR

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

Demandez la Notice-programme SV 71 (Section dessin industriel) 11 rue Keppler, Paris-16° (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. 91.500.** — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, etc.

**BROCHURE L. 91.501.** — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de mathématiques spéciales incluse, Bourses, Examens de passage, Baccalauréats, etc.

**BROCHURE L. 91.502.** — ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), Professorats.

**BROCHURE L. 91.503.** — GRANDES ÉCOLES SPÉCIALES.

**BROCHURE L. 91.504.** — POUR DEVENIR FONCTIONNAIRE : Administrations financières, P. T. T., Police, Ponts et Chaussées, Génie rural, etc...

**BROCHURE L. 91.505.** — CARRIÈRES DE L'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 91.506.** — CARRIÈRES DE L'AGRICULTURE et du Génie rural.

**BROCHURE L. 91.507.** — COMMERCE, COMPTABILITÉ, INDUSTRIE HOTELIÈRE, ASSURANCES, BANQUE, BOURSE, etc... Certificats d'aptitude professionnelle et Brevets professionnels.

**BROCHURE L. 91.508.** — ORTHOGRAPHE, RÉDACTION, CALCUL, ÉCRITURE.

**BROCHURE L. 91.509.** — LANGUES VIVANTES, TOURISME, Interprète, etc...

**BROCHURE L. 91.510.** — CARRIÈRES DE L'AVIATION MILITAIRE et CIVILE.

**BROCHURE L. 91.511.** — CARRIÈRES de la MARINE de GUERRE.

**BROCHURE L. 91.512.** — CARRIÈRES de la MARINE MARCHANDE (Pont, Machines, Commissariat).

**BROCHURE L. 91.513.** — CARRIÈRES des LETTRES (Secrétariats, bibliothèque, etc...).

**BROCHURE L. 91.514.** — ÉTUDES MUSICALES : Solfège, Harmonie, Composition, Piano, Violon, Chant, Professorats.

**BROCHURE L. 91.515.** — ARTS DU DESSEIN : Professorats, Métiers d'art, etc...

**BROCHURE L. 91.516.** — MÉTIERS DE LA COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc...

**BROCHURE L. 91.517.** — ARTS DE LA COIFFURE ET DES SOINS DE BEAUTÉ.

**BROCHURE L. 91.518.** — CARRIÈRES DU CINÉMA.

ÉCOLE UNIVERSELLE  
59, boulevard Exelmans, PARIS



● Agrafe anti-voil

● visibilité totale

● remplissage en 6 pressions

● aucun mécanisme intérieur

● écoulement régulier

capacité quadruplée

**E** prouvez  
la réelle supériorité  
technique du 303

Breveté par les Établissements

**STYLOMINE**

Usines et Bureaux : 2, rue de Nice, Paris

## Apprenez à PARLER ANGLAIS RAPIDEMENT, FACILEMENT PAR LINGUAPHONE



M. 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. »*

vous, à toute heure du jour ou de la nuit, isolément, en famille, en groupe, avec un professeur à la prononciation impeccable, toujours prêt à répéter infatigablement chaque leçon, il vous sera facile de vous débrouiller en anglais en quelques semaines et de parler couramment en quelques mois.

**DÉMONSTRATION TOUS LES JOURS  
ESSAI GRATUIT SUR DEMANDE**

*Si vous habitez Paris, venez de 9 heures à midi, ou de 14 à 18 heures (sauf le samedi après-midi), demander une démonstration, véritable première leçon gratuite. Vous pourrez emporter votre cours d'anglais, soit à titre définitif, soit, si vous désirez, à l'essai pour huit jours sans aucun frais.*

## LINGUAPHONE INSTITUT DE LANGUES

12, r. Lincoln (Ch.-Éli.), PARIS-8<sup>e</sup>. Serv. C.B. 13

*Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement pour moi votre brochure de renseignements sur la méthode LINGUAPHONE. (Ci-joint 6 francs en timbres pour frais d'envoi.)*

NOM.....

ADRESSE.....

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

La manière la plus rapide et la plus sûre de parler anglais couramment consiste, on le sait, à séjourner dans un pays de langue anglaise. Mille difficultés matérielles s'opposent en ce moment à sa mise en pratique par la grande majorité de ceux qui en éprouvent le besoin. Dans ce cas, la méthode LINGUAPHONE s'impose. C'est la seule qui trouve sa place dans les existences les plus remplies. A l'aide de disques et de livres, par le son, par l'image et par le texte, chez

*Jeunes gens et  
Jeunes Filles !*

FAITES VOTRE SITUATION COMME  
**RADIOTECHNICIENS**  
dans

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

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

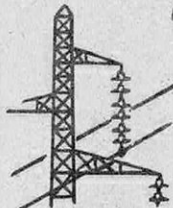
**L'AVIATION** TRANSMISSIONS MILITAIRES  
OPÉRATEUR - MÉCANICIEN

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)

## APPRENEZ L'ÉLECTRICITÉ

PAR CORRESPONDANCE  
sans connaître  
les mathématiques



Tous les phénomènes électriques ainsi que leurs applications industrielles et ménagères les plus récentes sont étudiées 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 pratiques de l'électricité industrielle.

Ce cours s'adresse aux praticiens de l'électricité, aux radio-électriciens, 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.

**COURS  
PRATIQUE  
D'ÉLECTRICITÉ**

**BON**  
pour la documentation 87B  
(joindre 6 frs en timbres).

222, Boulevard Pereire - PARIS-17<sup>e</sup>

PLUS DE 1.300 LAMPES ESSAYÉES AVEC  
**FULL FLOATING 44**



PUBL. BONNANGE

C'EST LE LAMPÉMÈTRE

**LE PLUS PERFECTIONNÉ**

Notice technique comprenant mode d'emploi  
et liste des lampes contre 15 fr. en timbres.

Notice générale de nos fabrications contre 3 fr.

**RADIO - ELECTRICAL - MEASURE**  
6, RUE JULES-FERRY, SURESNES (Seine)



**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.  
forme d'habiles  
croquistes...

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'acquérir 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. 39

Veuillez m'envoyer, sans engagement, votre album illustré donnant tous renseignements sur la méthode A. B. C. (Ci-joint 6 francs 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.



## D'ESSIN INDUSTRIEL

Situations agréables dans toutes les industries sans exception : Aviation, Automobile, Constructions mécaniques et électriques, Travaux publics, Grandes Administrations d'État. 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. BONNANCE

Sur la voie **NADELLA**...  
vers le Progrès

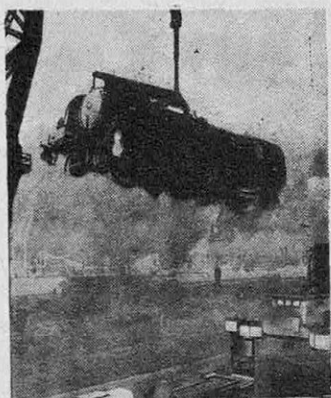
# SCIENCE ET VIE

Tome LXIX - N° 340

janvier 1946

## SOMMAIRE

- \* Les avions à hélice propulsive, par Camille Rougeron ..... 3
- \* Locomotives américaines en France, par Jean Marchand .... 10
- \* Les sous-marins allemands, par Henri Le Masson ..... 14
- \* Animaux grégaires et animaux sociaux, par Rémy Chauvin . 27
- \* Signaux et postes d'aiguillage, par M.-A. Lemonnier ..... 33
- \* Les A Côté de la Science, par V. Rubor ..... 45



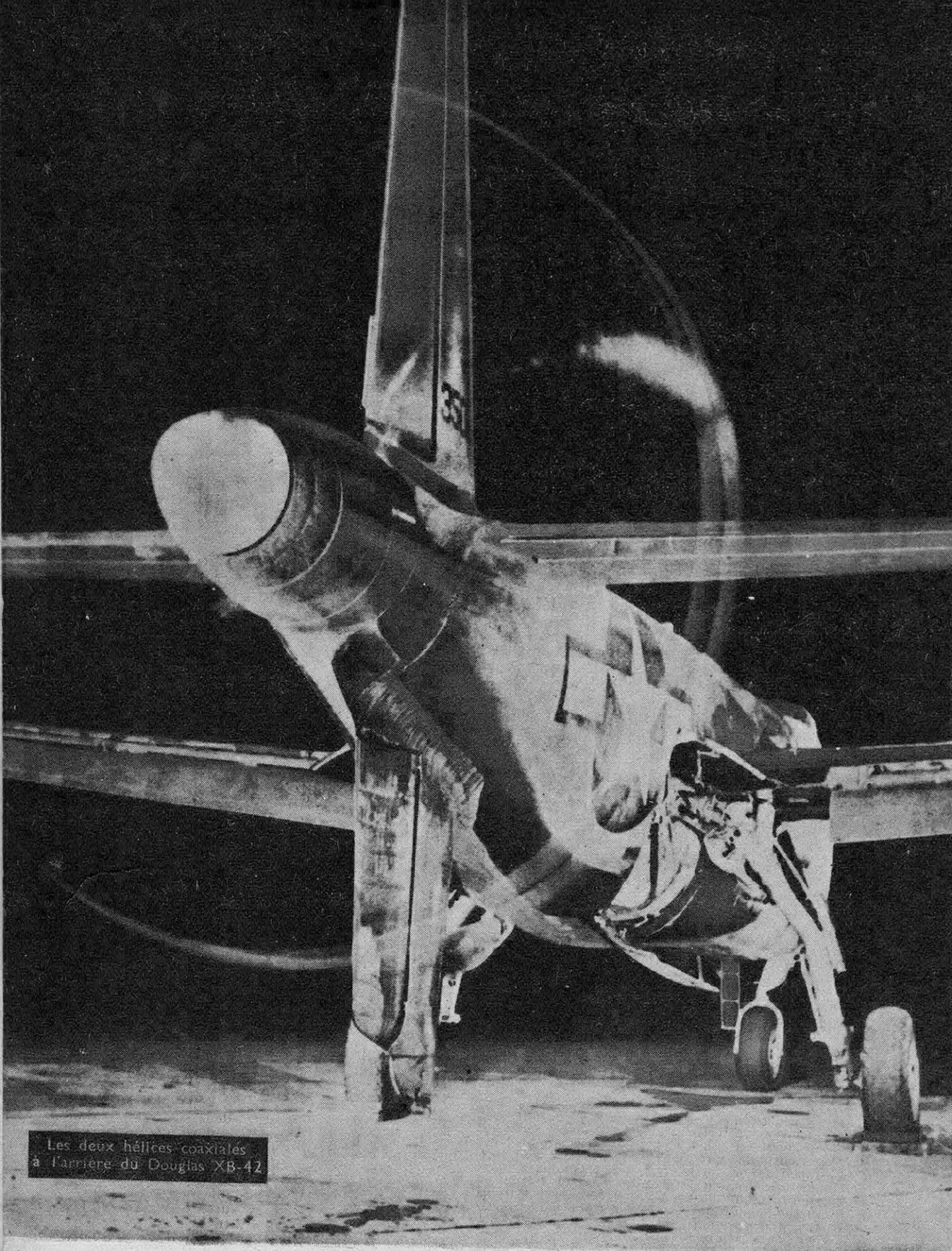
La couverture de ce numéro représente le déchargement, à Marseille, d'une des quatre premières locomotives livrées à la France par les Etats-Unis à la suite d'une commande de 700 machines négociée fin février 1945. Ces locomotives, étudiées spécialement pour s'adapter aux conditions du trafic français, sont du type Mikado, actuellement en faveur chez nous. Elles sont aptes aussi bien à assurer les services express des voyageurs qu'à remorquer les trains lourds de marchandises. Les perfectionnements qu'elles comportent, tant du point de vue thermodynamique que de celui de la facilité de conduite (chargement automatique du charbon), joints à une grande robustesse de construction doivent leur permettre de faire face à un service intensif en vue de remédier à la disette de machines dont nous souffrons et de faciliter aux Chemins de fer français le développement de leur programme de reconstitution de notre parc de locomotives. (Voir l'article page 10 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 », Janvier 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 136) est envoyée franco contre 25 francs.



Les deux hélices coaxiales  
à l'arrière du Douglas XB-42.



# LES AVIONS A HÉLICE PROPULSIVE

par Camille ROUGERON

L'hélice propulsive, c'est-à-dire placée à l'arrière du moteur, apparaît au jour d'hui sur un grand nombre d'appareils à hautes performances, avions de chasse, de bombardement et de transport. Les progrès de la technique tendent en effet à faire pencher en sa faveur la balance des avantages et des inconvénients qui avait fait préférer depuis une quarantaine d'années l'hélice tractive. Les raisons de centrage, de sustentation au sol et de refroidissement des moteurs qui avaient fait adopter presque universellement cette dernière ont perdu de leur importance depuis que ces problèmes sont devenus presque aussi faciles à résoudre avec l'hélice propulsive. Par contre, outre les avantages accessoires de réduction des bruits et d'amélioration de la visibilité, l'hélice propulsive permet de réduire le nombre des fuseaux moteurs si elle est à l'arrière du fuselage et son souffle ne provoque pas sur la voilure et le fuselage les phénomènes aérodynamiques qu'on observe avec l'hélice tractive et qui sont de plus en plus gênants aux grandes vitesses. Elle s'adapte d'ailleurs aussi bien à la turbine à gaz qu'au moteur à explosion, et il est probable qu'elle va connaître une faveur croissante pour les avions de transport et les quelques types d'avions militaires pour lesquels la propulsion par réaction ne s'imposera pas.

## Le développement de l'hélice propulsive

**S**i l'hélice « propulsive » — hélice placée à l'arrière du moteur (1) — est presque aussi ancienne que l'avion, il faut bien reconnaître qu'elle n'avait pas jusqu'ici obtenu grand succès et que l'hélice « tractive », sur l'avant du moteur, était la seule disposition générale. Mais son emploi sur des appareils récents, ou même en construction, dont on annonce des performances remarquables, le Curtiss XP-55 *Ascender*, le dernier des avions de chasse américains à hélice, le Dornier 335, qui était, affirme-t-on, le plus rapide des avions allemands à hélice, le Consolidated *Vultee 37*, *Super-Clipper* pour 204 passagers, commandé en série par les *Pan American Airways*, et enfin le Douglas DC-8, bimoteur pour 48 passagers, sont la preuve de l'intérêt que présente la formule de l'hélice propulsive au moment où certains annoncent la généralisation du moteur à réaction sur les avions rapides, à usage civil ou militaire.

Parmi les avions que l'on peut qualifier de modernes, le Bell YFM-1A *Airacuda* (fig. 1), construit en 1937, fut le premier mû par hélices propulsives. La solution semblait avantageuse, car elle permettait le montage de deux canons de 37 mm à l'avant des fuseaux. L'*Airacuda* ne dépassa cependant pas le stade de la com-

mande en petite série; le chasseur bimoteur n'intéressait pas encore la clientèle.

Vers la même époque apparaissait en Tchécoslovaquie le Praga E-210, un petit bimoteur de tourisme avec deux Walter *Minor* de 95 ch qu'on affirmait être un modèle d'essai pour un avion militaire de même formule et plus gros tonnage. Munich vint interrompre son développement.

Aux premiers mois de la guerre, on signala sur le front occidental la présence d'un Focke-Wulf FW-198, chasseur monoplace, bifuselage, à hélice propulsive.

Le Dornier 335 (fig. 2), bimoteur de chasse, avec moteur en tandem actionnant l'un une hélice tractive, l'autre une hélice propulsive, reprenait une formule employée autrefois sur le Fokker D-23, mais sans la complication des deux poutres encadrant le fuselage central et portant l'empennage. Le Dornier 335, qui n'était pas encore entré en service à la fin de la guerre, passait pour être le plus rapide des avions allemands à hélice.

Le Curtiss XP-55 *Ascender* (fig. 3) est un monomoteur de chasse dont le moteur Allison est placé à l'extrémité arrière du fuselage. Sa voilure est de la formule « canard » avec le gouvernail de profondeur à l'avant du fuselage; l'aile présente une forte flèche et porte au voisinage des extrémités les plans de dérive et les gouvernails de direction.

Le Consolidated *Vultee 37* (fig. 4), version commerciale d'un hexamoteur à moteurs de 2 800 ch, introduit l'hélice propulsive dans le domaine des avions géants. Les moteurs sont alignés sur le bord de fuite de l'aile.

D'un tonnage beaucoup plus modeste, le Douglas DC-8 (fig. 6), dérivé également d'un bombardier, réunit certainement le maximum d'innovations. Les deux moteurs, placés à l'avant du fuselage, attaquent par une longue transmission deux hélices surélevées, tournant en sens inverse, à l'extrémité arrière. Les per-

(1) Les dénominations « propulsive » et « tractive », généralement employées en France, sont assez mal choisies, le terme d'hélice propulsive signifiant depuis longtemps l'hélice appliquée à la « propulsion » d'un véhicule, navire ou avion, sans égard à sa position par rapport au moteur. Les dénominations de langue anglaise, où le *propeller* est un *tractor* ou un *pusher* sont beaucoup plus correctes. Mais la traduction « poussante » fait beaucoup moins scientifique que « propulsive », et nous ne nous hasarderons pas à la proposer.

formances sont sensationnelles pour un appareil de cette puissance : avec deux moteurs de 1 600 ch au décollage, le DC-8 emporte 48 passagers à 435 km/h de croisière.

Enfin, nous nous bornons à signaler les très nombreux avions légers récents qui admettent l'hélice propulsive, pour des raisons assez différentes en général des appareils précédents ; on en trouvera ci-après quelques illustrations.

### Les avantages de l'hélice tractive

L'hélice tractive n'a pas été employée presque exclusivement pendant une quarantaine d'années sans présenter quelques avantages sur l'hélice propulsive.

Le premier porte sur le centrage de l'appareil, beaucoup plus aisé avec l'hélice tractive. Le transfert des moteurs de l'avant à l'arrière de l'aile recule le centre de gravité et oblige à reculer la voilure. La stabilisation est moins efficace ; le plan fixe doit être agrandi au détriment de son poids et de sa traînée. La difficulté est accrue lorsqu'on installe le moteur à l'arrière du fuselage, au point d'imposer des formules de voilure comme celle du Curtiss *Ascender*.

Dès que l'on admet la transmission à distance de la puissance, la difficulté disparaît. C'est le cas du Douglas DC-8, où les moteurs sont placés à l'avant du fuselage, dans une position plus favorable, même du point de vue centrage, que s'ils étaient montés sur le bord d'attaque de l'aile.

Un deuxième avantage de l'hélice tractive porte sur le coefficient de sustentation de la voilure, au décollage et à l'atterrissage, pour une garde d'hélice donnée. Là encore, l'avantage est

nettement plus marqué pour une hélice axiale que pour des hélices latérales. Dans la position du fuselage cabré, le monomoteur à hélice tractive permet une voilure basse, de portance très élevée dans le roulement au sol. L'hélice à l'extrémité arrière d'un fuselage normal exige au contraire un train d'atterrissage surélevé, avec une voilure qui ne bénéficie pas du complément de portance que lui donnerait le voisinage du sol. Entre la position des hélices au bord d'attaque et au bord de fuite de l'aile, la différence est moins grande, mais elle joue dans le même sens.

Le gain sur la vitesse de décollage et d'atterrissage aurait été jugé très important il y a seulement une dizaine d'années. On s'y intéresse beaucoup moins aujourd'hui, et l'on a certainement admis sur le Consolidated Vultee 37 et le Dornier 335 des vitesses jugées inacceptables pour des avions d'autrefois.

Là encore, la transmission à distance, coudée, d'un Douglas DC-8 offre une solution exceptionnellement avantageuse. Elle permet de relever très haut l'axe des hélices tout en maintenant une voilure basse remarquablement efficace au sol.

L'effet du fuselage ou de l'aile sur le rendement de l'hélice est également en faveur de l'hélice tractive. Tout obstacle sur le trajet de l'air, qu'il soit placé devant ou derrière l'hélice, diminue son rendement, et cela d'autant plus que ses dimensions sont plus importantes vis-à-vis du diamètre de l'hélice. Mais l'effet est plus marqué si l'obstacle est à l'avant que s'il est à l'arrière ; les courbes de la figure 5 précisent la différence dans le cas d'un fuselage.

A vrai dire, elle n'est pas très importante dans le cas d'un avion militaire où le diamètre de

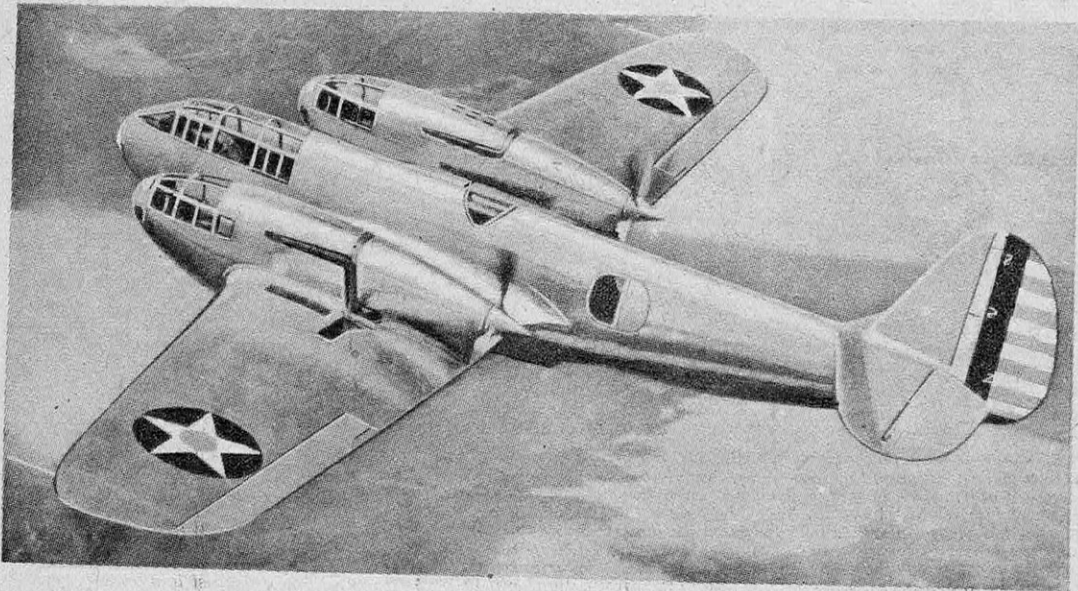


FIG. 1. — LE CHASSEUR BIMOTEUR AMÉRICAIN BELL « AIRACUDA »

L'Airacuda, construit en 1937, a été le premier chasseur bimoteur moderne, à moteurs de grande puissance ; il est notamment antérieur au Messerschmitt Me-110. Son envergure était de 20,75 m, sa longueur de 13,10 m. Il était muni par deux moteurs Allison de 1 000 ch montés à l'emplacement habituel, au bord d'attaque de l'aile, et qui commandaient deux hélices propulsives placées au bord de fuite. La vitesse, 530 km/h était honorable, sans plus pour l'époque où il fut construit. La disposition des moteurs avait permis le montage de deux canons de 37 mm à l'avant des fuselages-moteurs. L'Airacuda ne fut commandé qu'en petite série pour l'armement d'une escadrille d'essai.

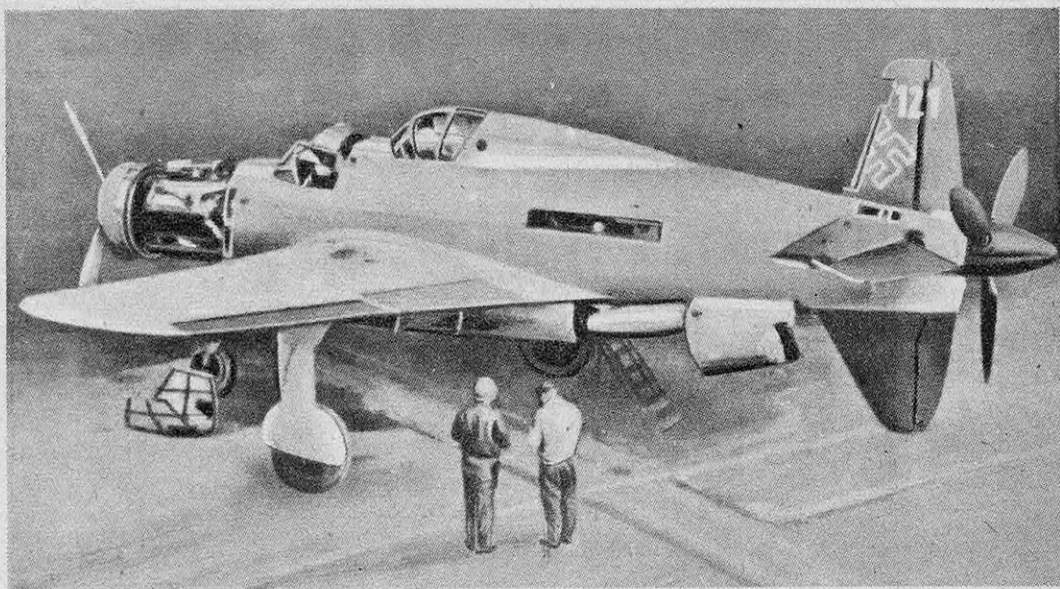


FIG. 2. — LE BIMOTEUR DE CHASSE EN TANDEM ALLEMAND DORNIER 335

Le Dornier 335, le dernier des avions de chasse allemands à hélice, dont la vitesse devait dépasser 750 km/h, était mû par deux moteurs DB 603 de 1 700 ch, le moteur avant actionnant une hélice tractrice, et le moteur arrière une hélice propulsive par l'intermédiaire d'une transmission assez longue. L'envergure de l'appareil est de 13,80 m ; la longueur de 13,85 m. Le Dornier 335 est normalement un monoplace ; l'appareil photographié qui a été trouvé en petite série à Oberpfaffenhafen, près de Munich, est la version d'entraînement aménagée en biplace.

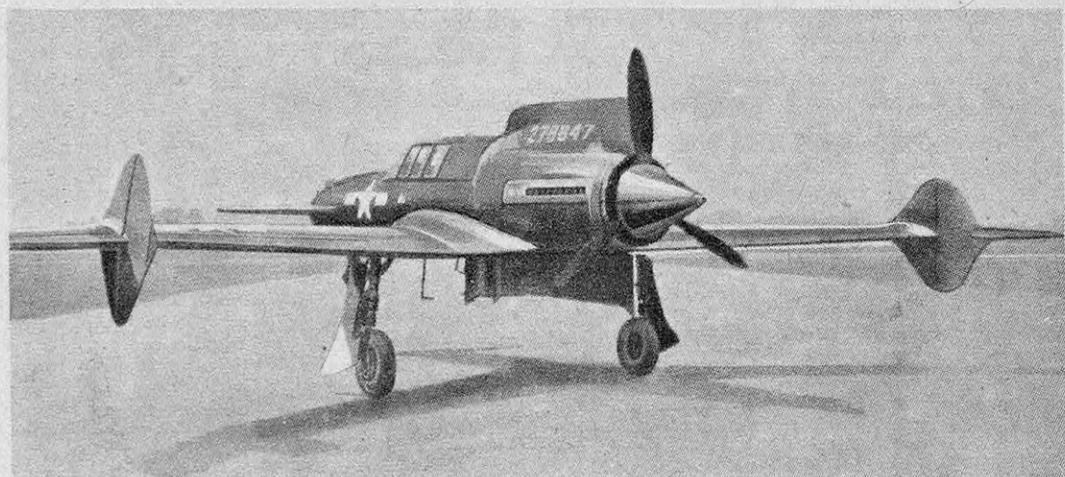


FIG. 3. — LE CURTISS « ASCENDER », CHASSEUR AMÉRICAIN A HÉLICE PROPULSIVE

Le XP-55, construit par Curtiss-Wright, a fait son premier vol en juillet 1943 ; mais la photographie et une description générale n'en ont été publiées qu'en 1945. Les caractéristiques et performances restent encore secrètes ; on a cependant affirmé que la vitesse dépassait celle des chasseurs de même puissance à hélice tractrice (North-American Mustang, Curtiss Warhawk...). Le moteur est un Allison en V de 1 300 ch placé à l'arrière du fuselage, commandant une hélice propulsive. L'emplacement du moteur impose une aile très en arrière incorporant le plan stabilisateur, c'est-à-dire la formule du « sans-queue ». Mais ici, le gouvernail de profondeur a été placé à l'extrême avant (formule « canard ») alors que les plans de dérive et les gouvernails de direction sont au voisinage des extrémités d'aile. L'un des plus graves reproches faits aux applications militaires de l'hélice propulsive est le risque d'accrochage par les pales du personnel sautant en parachute ; on y a paré sur le Curtiss « Ascender » par un dispositif d'éjection de l'hélice actionné par le pilote. Les avantages suivants sont réclamés par cette formule : meilleure manœuvrabilité due à l'emplacement des gouvernes, visibilité améliorée surtout à l'avant et sur les côtés, moins de bruit, moindre danger d'incendie pour le pilote, facilité de montage pour l'armement. On a remarqué également que la formule s'adaptait parfaitement à l'emploi de la turbine à gaz tel que nous le suggérons dans le texte de l'article. D'autres chasseurs à hélice propulsive, mais à disposition différente, auraient été étudiés aux Etats-Unis, notamment le XP-67, par The McDonnell Aircraft Corp., et le XP-50, par Grumman.



FIG. 4. — L'AVION DE TRANSPORT DE 160 T AMÉRICAIN CONSOLIDATED VULTEE C-37

Le Consolidated Vultee C-37 est la version commerciale de l'appareil militaire XC-99. Il est mû par 6 moteurs de 2 800 ch montés sur le bord de fuite de l'aile et actionnant des hélices propulsives. Les dimensions sont : envergure, 70,14 m ; longueur, 55,47 m ; hauteur, 17,52 m ; surface portante, 577,8 m<sup>2</sup>. L'appareil pèse 160 t en charge, dont une charge utile de 46 000 kg à 2 400 km, 23 000 kg à 6 700 km, et 2 000 kg à 13 000 km, le tout pour une vitesse de croisière de 500 à 550 km/h. Il est aménagé pour 204 passagers. On notera le rendement remarquable de la formule à la fois en charge utile, distance franchissable et vitesse ; la vitesse est à mettre en regard de la charge au cheval élevée de 8,7 kg/ch ; la charge alaire est de 250 kg/m<sup>2</sup>. On notera également la forme cylindrique du fuselage et le report de l'aile sur l'arrière, imposé par l'emplacement des moteurs. L'appareil a fait l'objet d'une commande de série des Pan American Airways. La photographie reproduite est celle d'une maquette, avec voyageurs à l'échelle.

L'hélice est toujours beaucoup plus grand que celui du fuselage. Elle ne doit pas être très marquée non plus pour des hélices placées au bord de fuite de l'aile qui est un obstacle relativement moins important que le fuselage. Au contraire, à l'arrière d'un très gros fuselage d'avion de transport, le rendement de l'hélice doit laisser à désirer. Le relèvement de l'axe des hélices par la transmission coude du Douglas DC-8 est

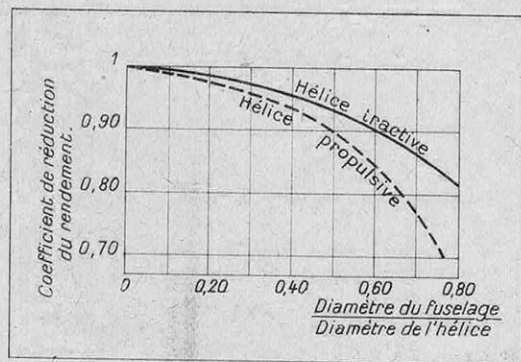


FIG. 5. — L'INFLUENCE COMPARÉE DU FUSELAGE DE L'AVION SUR LE RENDEMENT DE L'HÉLICE PROPULSIVE ET DE L'HÉLICE TRACTIVE

Les deux courbes ci-dessus donnent le coefficient de réduction du rendement d'une hélice, porté en ordonnées, en fonction du rapport du diamètre du fuselage au diamètre de l'hélice, porté en abscisses. On voit que, du point de vue rendement propre de l'hélice, l'hélice propulsive est toujours inférieure à l'hélice tractive. L'effet sur le rendement est d'autant plus marqué que le fuselage est plus gros. Cette baisse de rendement serait gênante pour une hélice placée à l'arrière d'un gros fuselage d'avion de transport, et explique la nécessité d'un relèvement de l'axe sur un Douglas DC-8.

alors très avantageux ; il permet, sans baisse de rendement sérieuse, l'installation d'hélices propulsives derrière un fuselage pour cinq passagers de front, dont le diamètre est du même ordre que celui de l'hélice. Mais le cercle balayé reste en dehors de la section maîtresse du fuselage pour sa plus grande partie.

Enfin, un dernier point à l'avantage de l'hélice tractive est la facilité du refroidissement. Cette considération avait de l'importance à une époque où l'on comptait surtout sur l'exposition du moteur au courant d'air extérieur et où l'on n'acceptait guère les complications d'un circuit d'air spécialement étudié. On rencontra effectivement certaines difficultés pour l'installation des moteurs en tandem sur hydravions. Mais, depuis, la recherche du mode de refroidissement le plus économique a fait de gros progrès. Les moteurs en étoile sont en capot presque complètement clos. Les moteurs à refroidissement direct ont leurs radiateurs en fuselage, dans les ailes... On a donc pu trouver autant de solutions qu'il était désirable du montage des moteurs à l'arrière des fuselages et des ailes sans crainte pour leur refroidissement.

### Les avantages de l'hélice propulsive

Le premier, qui est capital dans des réalisations comme celles du Dornier DO-335 ou du Douglas DC-8, est la réduction du nombre de fuseaux-moteurs.

Toute installation qui permet de substituer un fuselage unique à un fuselage et à deux fuseaux-moteurs a une très grosse répercussion sur le rendement. Si l'appareil classique, à moteurs latéraux, n'était pas désavantagé sur ce point, on pourrait espérer un gain de vitesse important en passant du monomoteur au bimoteur de même puissance unitaire. Cependant le Messerschmitt Me-110 n'était pas plus rapide

que le Me-109, ni le De Havilland *Mosquito* que le Vickers-Supermarine *Spitfire*.

Le montage de deux moteurs en tandem dans un fuselage n'est pas lié à la solution de l'hélice propulsive. L'hydravion Macchi qui détint longtemps le record de vitesse toutes catégories utilisait cette disposition avec deux hélices avant tournant en sens inverse ; elle a été reprise par M. Vernisse sur le VB-10, le plus récent des chasseurs français en construction. L'hélice propulsive peut s'accommoder de la même solution, comme sur le Douglas DC-8 à double hélice arrière. Enfin, on peut combiner l'hélice tractive et l'hélice propulsive comme sur le Dornier Do-335.

Quoi qu'on en ait dit parfois, il n'est pas prouvé que les hélices tournant en sens inverse aient un rendement supérieur ou même égal à celui de l'hélice unique. Il est certainement inférieur, en particulier dans le cas des hélices tripales ou quadripales auxquelles on a de plus en plus fréquemment recours pour limiter la vitesse périphérique, lorsque la puissance et l'altitude sont élevées. Les hélices en tandem sont alors un pis aller ; le bénéfice dû à la suppression des fuseaux-moteurs compense leur rendement inférieur.

Comme cette baisse de rendement porte essentiellement sur l'hélice arrière du groupe, qui travaille dans le souffle de l'hélice avant, la situation reste la même que les hélices en tandem soient toutes les deux tractives, l'une tractive et l'autre propulsive, ou toutes les deux propulsives, c'est-à-dire pour le VB-10, le Do-335 ou le DC-8. Cependant, la mission du DC-8, appareil de transport à vitesse et altitude de navigation modérées, et sa disposition particulière à hélices surélevées, qui a permis de leur donner le très grand diamètre de 4,50 m, atténuent très sensiblement cet inconvénient qui est lié à l'accroissement de vitesse imprimé à la veine d'air, d'autant plus élevé que l'hélice est de diamètre plus faible.

Un autre avantage essentiel des appareils à hélices propulsives, qui tient bien cette fois à l'emplacement des hélices, est de soustraire le fuselage ou l'aile à l'influence de leur souffle.

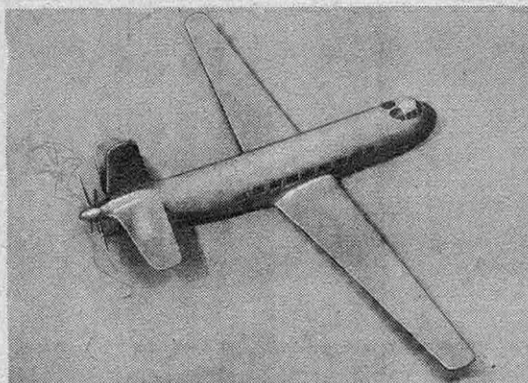


FIG. 6. — LE BIMOTEUR DE TRANSPORT AMÉRICAIN DOUGLAS DC-8

Le Douglas DC-8, établi d'après l'expérience du bombardier XB-42 est, comme lui, un appareil à deux hélices propulsives, tournant en sens inverse à l'extrémité arrière du fuselage. Les dimensions sont les suivantes : envergure, 33,53 m ; longueur, 23,72 m ; hauteur, 7,85 m ; surface de voilure, 102,6 m<sup>2</sup>. Le poids total est de 17 920 kg dont une charge payante de 7 057 kg. Les moteurs sont des Allison à 12 cylindres en V, de 1 630 ch au décollage et 1 045 ch en croisière à 3 000 m. L'appareil est aménagé pour 48 passagers et a été étudié pour les transports à faible distance. Sa vitesse maximum de croisière est de 435 km/h. Le rendement remarquable de l'appareil tient certainement à son mode de propulsion. On notera l'allongement élevé de la voilure, 11 ; le plafond avec un moteur arrêté, qui atteint 3 600 m, et tient à la disposition axiale des propulseurs ; la charge alaire de 175 kg/m<sup>2</sup>. Les moteurs sont placés entre la cabine et le poste de pilotage. Ils commandent par deux arbres de 18 m de longueur, tournant au régime du moteur, et passant sous la cabine, une boîte de réduction située immédiatement à l'avant des hélices. Les arbres sont subdivisés en tronçons accouplés élastiquement, et tournent en leurs points de jonction dans des roulements à billes ; un renvoi d'angle à engrenages se trouve à l'arrière de la cabine. Douglas annonçait récemment la construction sur ce même principe d'un quadrimoteur à quatre moteurs en fuselage actionnant deux hélices tractives et deux hélices propulsives.

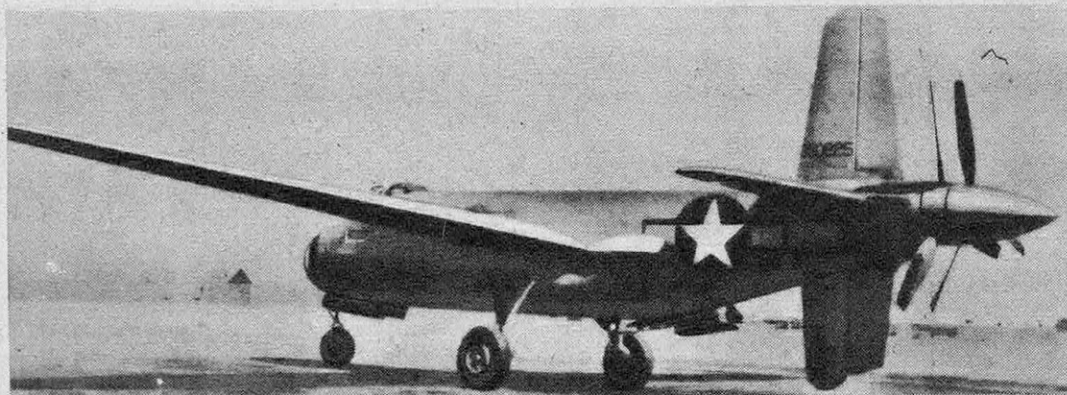


FIG. 7. — LE BOMBARDIER AMÉRICAIN DOUGLAS XB-42

Cet appareil, dont les performances n'ont pas été publiées, mais doivent être sensationnelles, si l'on en juge par sa traversée des États-Unis, de Long-Beach à Washington, à 696 km/h de vitesse moyenne, est mû par deux moteurs Allison en fuselage actionnant par une longue transmission les deux hélices tripales arrière tournant en sens inverse. On notera l'empennage cruciforme, prévu pour talonner éventuellement à l'atterrissage en préservant les hélices, bien que l'atterrissage se fasse normalement sur le train tricycle. Le rendement élevé de l'appareil tient à l'absence des fuseaux-moteurs, à la suppression du souffle des hélices sur la voilure ou le fuselage, et au logement en fuselage des radiateurs ; leur résistance aérodynamique est alors très inférieure à celle de radiateurs carénés en fuseau ; il est même probable qu'ils exercent un effet propulsif marqué.

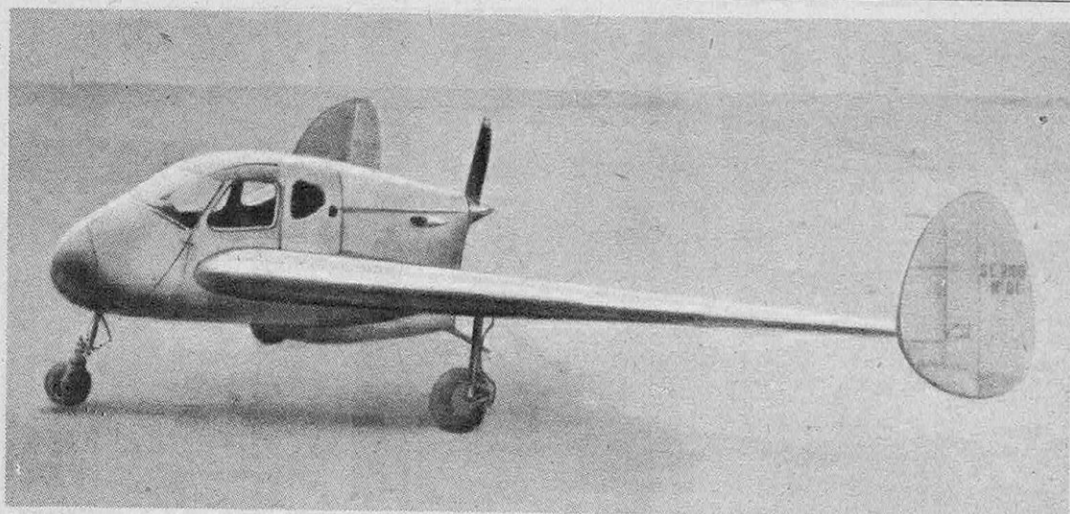


FIG. 8. — L'AVION DE TOURISME SE-2100 DE LA S. N. C. A. S. E.

Le SE-2100, à moteur Renault Bengali de 145 ch, est la dernière production de la S. N. C. A. du Sud-Est. Plus encore que pour le Handley-Page Manx, l'emplacement du moteur unique à l'arrière du fuselage impose la formule sans queue, avec dîle en flèche accentuée. La vitesse maximum de cet appareil serait de 250 km/h.

Cette influence était déjà très sensible à la vitesse des appareils militaires d'avant 1939, qu'atteignent aujourd'hui les avions de transport. Elle a augmenté avec les vitesses, parce que la composition de la vitesse de translation de l'avion et de la vitesse de rotation de l'hélice lui donne une vitesse périphérique de plus en plus élevée, qui atteindrait et dépasserait aisément celle du son. Pour éviter la chute de rendement corrélative, il est indispensable de limiter le

diamètre, donc d'accepter un souffle d'hélice accru. D'autre part, l'effet de ce souffle, qui s'ajoute à la vitesse de l'avion, est d'imprimer aux filets d'air au contact du fuselage ou de l'aile une vitesse qui se rapproche également de celle du son sur les avions rapides; on sait d'ailleurs que cette vitesse résultante n'est pas uniforme et qu'elle peut atteindre la vitesse du son en certains points bien avant que le fasse la vitesse moyenne. Aussi plusieurs techniciens

avaient-ils prédit, quelques années avant 1939, que cette seule raison imposerait la disposition de l'hélice propulsive dès que l'on atteindrait les vitesses de 750 à 800 km/h, qui sont celles des plus récents avions militaires à hélice.

Enfin, l'évolution générale des avions vers les très fortes charges au mètre carré place une fraction de plus en plus importante de la voilure dans le souffle des hélices, que celles-ci soient à l'avant du fuselage ou de l'aile. En passant du *Spitfire* et du Douglas DC-3 aux chasseurs et avions de transport les plus récents, leurs charges alaires communes ont presque doublé; l'interaction fâcheuse entre hélice et voilure, ou plus exactement sa part dans la résistance de la voilure, a augmenté dans le même rapport.

Quelques autres considérations, qui n'interviennent pas dans les performances, jouent encore en faveur de l'hélice propulsive.

La principale source de bruit est l'hélice, et spécialement, sur les avions rapides, les extrémités des pales à vitesse voisine de celle du son. Sur les multimoteurs commerciaux, le report de l'hélice du bord d'attaque au bord de fuite de

CARACTÉRISTIQUES ET PERFORMANCES.	SO-30 R.	MARTIN 202.	DOUGLAS DC-8.
Poids total au décollage .....	16 405 kg	16 000 kg	17 900 kg
Poids à vide équipé ..	9 870 —	9 880 —	10 850 —
Nombre de passagers..	30	30	48
Puissance au décollage .....	II × 1 700 ch	II × 2 100 ch	II × 1 630 ch
Vitesse de croisière...	434 km/h	435 km/h	435 km/h

TABEAU I. — RENDEMENT COMPARÉ DES AVIONS DE TRANSPORT A HÉLICES TRACTIVES ET PROPULSIVES

Le tableau ci-dessus précise le rendement comparé de la formule du Douglas DC-8 et de deux avions modernes à hélices tractives de puissance et de vitesse voisines. Le SO-30 R, production de la S. N. C. A. du Sud-Ouest, est le plus récent bimoteur de transport français; le Martin 202 a été choisi par la Glenn L. Martin Co., entre vingt et un projets destinés à répondre au programme de bimoteur établi par l'Air Transport Association, pour les « trunk lines », les lignes secondaires qui alimenteront les lignes principales desservies par quadrimoteurs. Les trois appareils répondent donc à un programme commercial très voisin, celui du transport à grande vitesse sur des trajets inférieurs à 1 000 km. Le gain de traînée à vitesse de croisière, par rapport aux formules classiques, est évalué par Douglas à 25 %. L'installation des moteurs en fuselage avec longue transmission ne paraît pas plus lourde que les fuseaux-moteurs habituels. Les 1 000 kg de plus du DC-8 s'expliquent très largement par un fuselage aménagé pour 48 passagers et l'aile de 33,58 m d'envergure (le SO-30 R a 25,61 m d'envergure), dont l'allongement inusité de 11 contribue certainement pour une grande part au rendement

la voilure diminue déjà le bruit dans la cabine, surtout aux places avant. Mais l'installation des hélices à l'extrême arrière du fuselage l'élimine presque complètement. Cet avantage peut même être matérialisé par une réduction du poids de l'isolation acoustique, relativement important sur un bimoteur à cabine pour 48 passagers, tel que le Douglas DC-8.

Sur les avions privés, où aucune raison sérieuse tirée des performances ne peut être invoquée, en faveur de l'hélice propulsive, la réduction du bruit et l'amélioration de la visibilité sont les motifs essentiels du report à l'arrière du groupe moto-propulseur; les nombreuses enquêtes américaines sur les desiderata de la clientèle l'ont mis en évidence. Il s'y joint, dans le cas de l'avion familial, le risque moindre de voir des enfants insouciantes exposés au choc des pales, dans la disposition où une double poutre portant l'empennage interdit l'approche du propulseur qu'elle encadre.

### L'avenir de l'hélice propulsive

Si l'on est convaincu que la propulsion par réaction doit éliminer sous peu l'hélice, il n'y a pas lieu de s'intéresser outre mesure à son emplacement provisoire. Mais nous croyons que, pendant longtemps encore, les vitesses dont sauront se contenter la moyenne des passagers ne s'accommoderont pas d'un bouleversement aussi complet des appareils de transport. De même, plusieurs types d'avions militaires où l'on attachera une grande importance au rayon d'action conserveront ce mode de propulsion.

On doit être beaucoup moins affirmatif pour l'avenir du moteur à explosion tel que nous le connaissons, qui risque fort d'être détrôné par la turbine à gaz sur la plupart des appareils aux vitesses qualifiées aujourd'hui de modérées. Mais le choix du mode de propulsion est distinct de celui du moteur. La turbine à gaz peut aussi bien entraîner une hélice qu'imprimer de l'énergie cinétique à une masse de gaz dont on utilise l'effet de réaction. On peut en dire autant, théoriquement, du moteur à explosion, et le premier brevet de propulsion par réaction visait un moteur à échappement « libre », où la seule fraction d'énergie fournie au vilebrequin était celle qui servait à entretenir la compression; la propulsion à réaction actuelle est la transposition de ce fonctionnement dans le domaine des turbomoteurs.

L'hélice propulsive s'adaptera à la turbine à gaz comme au moteur à explosion. Si l'on préfère l'emplacement des moteurs à l'avant et la longue transmission de puissance jusqu'à

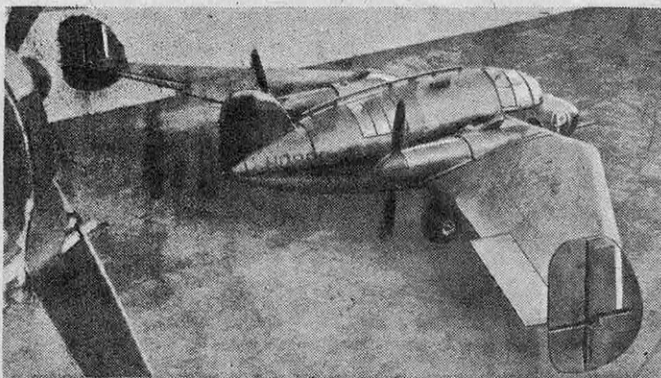


FIG. 9. — LE HANDLEY PAGE « MANX »

Avec deux moteurs de 140 ch « Gipsy Major », le Manx atteint une vitesse de 240 km/h. C'est un « sans-queue ». Cette formule s'accommodé en effet très bien de la disposition de l'hélice propulsive : le report des moteurs et des hélices à l'arrière oblige à reculer la voilure jusqu'à un point où il n'est guère plus difficile de lui incorporer le plan stabilisateur.

l'arrière du fuselage, les régimes élevés qui sont ceux des turbines faciliteront cette transmission à faible couple, avec un rapport de réduction augmenté. Mais l'allégement du moteur autorisera probablement son transport à l'arrière. Rien n'empêche alors d'imaginer une transposition du Douglas DC-8 en avion mù par turbine à gaz entraînant des hélices propulsives et doté d'un échappement propulsif dans l'axe de ces hélices. Avec ce principe de propulsion, où l'effet additionnel de réaction est beaucoup plus marqué que sur les moteurs à explosion, la section d'échappement serait relativement importante. Cet échappement axial paraîtra peut-être audacieux; il l'est beaucoup moins que les propositions d'hélice à réaction où l'échappement doit se faire par les extrémités de pales qui n'offrent pas des sections de passage très grandes.

La formule du bimoteur ou du quadrimoteur avec ses longs fuseaux très en avant de l'aile, qui a permis des réalisations civiles et militaires remarquables depuis près de quinze ans, paraissait hier encore définitivement fixée. Les appareils à hélice propulsive dont nous venons de présenter quelques exemples montrent que l'aviation est indéfiniment perfectible; la seule erreur véritable qu'on puisse y commettre est de s'attacher à une solution périmée. En particulier, des dispositions telles que celles du Douglas DC-8, dont le rendement élevé ressort de la comparaison avec les plus récents avions de même puissance, doivent s'imposer demain sur la plupart des avions de transport.

Camille ROUGERON.

La technique des lampes de radio a connu, au cours des cinq années de guerre, des progrès extraordinaires. La Grande-Bretagne a fabriqué jusqu'à 38 millions de tubes en un an. Un cuirassé moderne est doté actuellement de 50 émetteurs et d'un nombre beaucoup plus élevé de récepteurs. Un bombardier quadrimoteur avec son équipement complet emporte plus de 400 lampes de toutes sortes.

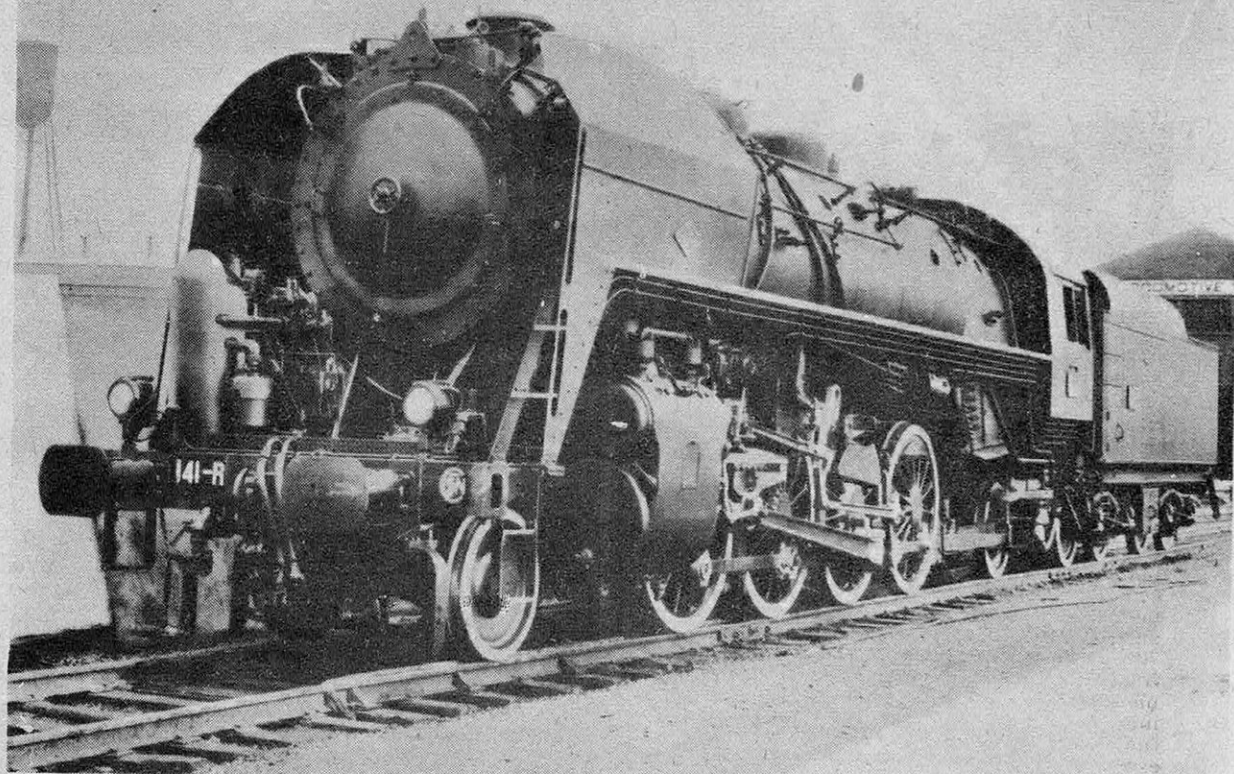


FIG. 1. — LOCOMOTIVE AMÉRICAINE « LIBERATION », TYPE 141 R DE 1945

*On voit que cette machine présente une ligne analogue à celles des locomotives françaises. Elle remorque des express de 700 t à 100 km/h, mais peut aussi assurer la traction de trains de marchandises de 1 000 à 1 500 t suivant le profil de la voie.*

## LOCOMOTIVES AMÉRICAINES EN FRANCE

par Jean MARCHAND

*La France a connu, au lendemain de la guerre, une pénurie de locomotives à laquelle l'état de son industrie ne permettait pas de remédier rapidement. Aussi s'est-elle adressée aux États-Unis, dont la capacité de production était seule susceptible de résoudre ce problème urgent et capital pour la réorganisation des transports ferroviaires : 700 locomotives, dont les premières circulent maintenant sur nos voies, ont été commandées. Ces machines, étudiées selon les directives françaises, rapidement construites grâce au formidable stock de pièces détachées américaines, robustes, dotées de nombreux perfectionnements, peuvent remorquer aussi bien des trains express lourds (700 t) que des trains de marchandises de 1 500 t. Leur acquisition, en soulageant les chemins de fer français de leurs tâches les plus urgentes, leur permettra de mener à bien le programme méthodique de rénovation de leur matériel spécialement adapté aux conditions d'exploitation du réseau national.*

**L**ES destructions allemandes, les bombardements effectués en France par les Anglais et les Américains, les sabotages de la Résistance française avaient singulièrement amenuisé notre parc de locomotives. Aussi les Alliés avaient-ils prévu la nécessité d'amener

chez nous un certain nombre de machines, indispensables aussi bien pour les transports de troupes que pour ceux du matériel et du ravitaillement des armées. Ils avaient déjà fait de même lors du débarquement en Afrique du Nord. Ces machines, du type 140 (un bissel avant,



quatre essieux moteurs, pas d'essieu porteur arrière) avaient été construites uniquement en vue de résoudre les problèmes immédiats consécutifs au débarquement et n'étaient prévues que pour durer quelque quatre ou cinq ans seulement. Après la fin de la guerre, en août 1945, 700 de ces locomotives ont été mises à notre disposition et 100 de plus en novembre, au fur et à mesure que les besoins des armées alliées ont été moindres.

On peut comparer ces machines aux locomotives qui nous furent fournies en 1917-1918. Leur foyer plus large, débordant au-dessus des roues a permis de diminuer leur longueur. La chaudière n'est plus en porte à faux vers l'arrière, ce qui améliore la tenue sur la voie et permet de circuler aisément à 70 km/h, alors qu'il était prudent de ne pas dépasser 45 à 50 km/h avec les locomotives de 1918. Enfin leur timbre est plus élevé (15,8 kg/cm<sup>2</sup> contre 13).

Le problème n'était cependant pas résolu pour nous puisque ces machines ne pouvaient constituer qu'un palliatif à notre disette. Aussi une mission française fut-elle chargée d'aller aux États-Unis négocier une commande de 700 locomotives mieux adaptées aux besoins français. Notre mission put obtenir que des locomotives spécialement étudiées pour nous soient mises en chantier. Ces locomotives 141 Mikado (un essieu avant, quatre essieux moteurs, un essieu porteur arrière) correspondent au modèle très en faveur en France comme type de machine mixte, apte aussi bien à des services express de voyageurs qu'à la remorque de trains de marchandises.

Il fallait faire vite. Une fois la chaudière dessinée, on décida que toutes les pièces seraient prises dans les immenses stocks américains, comme en possédait, par exemple, la maison Baldwin et c'est pourquoi, le marché ayant été conclu le 25 février 1945, cinq mois suffirent pour que la première des locomotives 141 R

appelées *Liberation* sortit des ateliers Lima. En effet, en raison de l'urgence des besoins français et bien que les plans de ces nouvelles machines aient été mis au point par Baldwin, la commande fut répartie entre trois constructeurs : Baldwin, Lima et Alco. La réception officielle des quatre premières machines envoyées en France, dont le transport fut retardé par les grèves des dockers américains, eut lieu le 17 novembre 1945 dans le port de Marseille, dont la puissante grue facilitait le déchargement de ces machines d'un poids à vide de 106 tonnes.

### Les caractéristiques des locomotives « Liberation »

Les locomotives *Liberation* du type Mikado sont intéressantes à comparer aux 141 P correspondant à un besoin analogue, mais qui ont été construites en France depuis 1942.

L'appareil moteur, notamment, est différent puisqu'il compte deux cylindres à simple expansion avec surchauffe de vapeur, alors que les machines françaises sont compound.

On sait que ces deux modes de travail de la vapeur ont été longtemps opposés. Alors que le système compound consiste à faire travailler la vapeur en deux fois (la vapeur à haute pression provenant de la chaudière actionne le piston d'un premier cylindre et s'échappe dans un deuxième cylindre de plus grand diamètre où elle continue à se détendre avant de s'échapper dans l'atmosphère), dans la simple expansion, la vapeur de la chaudière agit dans les cylindres et s'échappe directement à l'atmosphère.

Théoriquement, le rendement est amélioré par le compoundage. Ainsi, les locomotives Pacific française 231 (un boggie avant, trois essieux moteurs, un bissel arrière) sont du type compound. Toutefois, deux raisons ont fait adopter la simple expansion. Tout d'abord, la nécessité de construire vite, la mise en place des gros cylindres basse pression des compounds

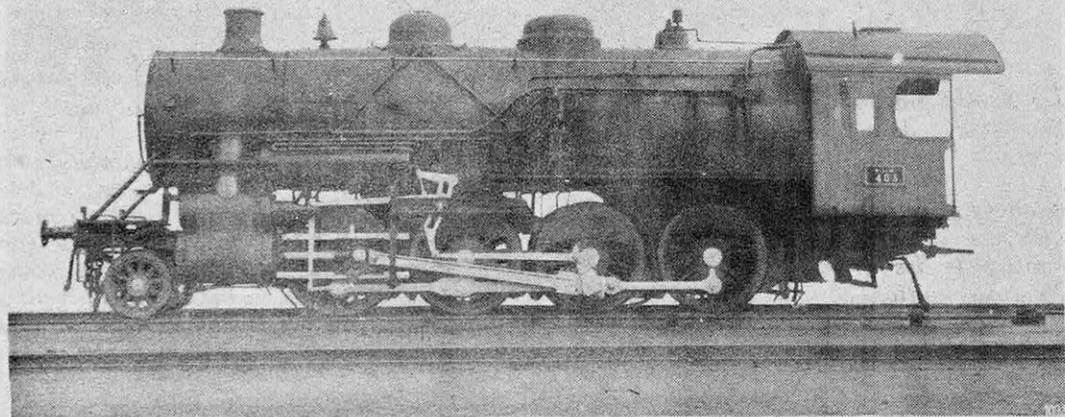


FIG. 2. — LOCOMOTIVE AMÉRICAINNE DE GUERRE TYPE 140 CONSTRUITE EN 1917-1918

Ces machines, qui ont rendu d'appréciables services en France après la guerre 1914-1918, ne présentaient pas cependant les qualités d'économie et de tenue de voie nécessaires au trafic du temps de paix.

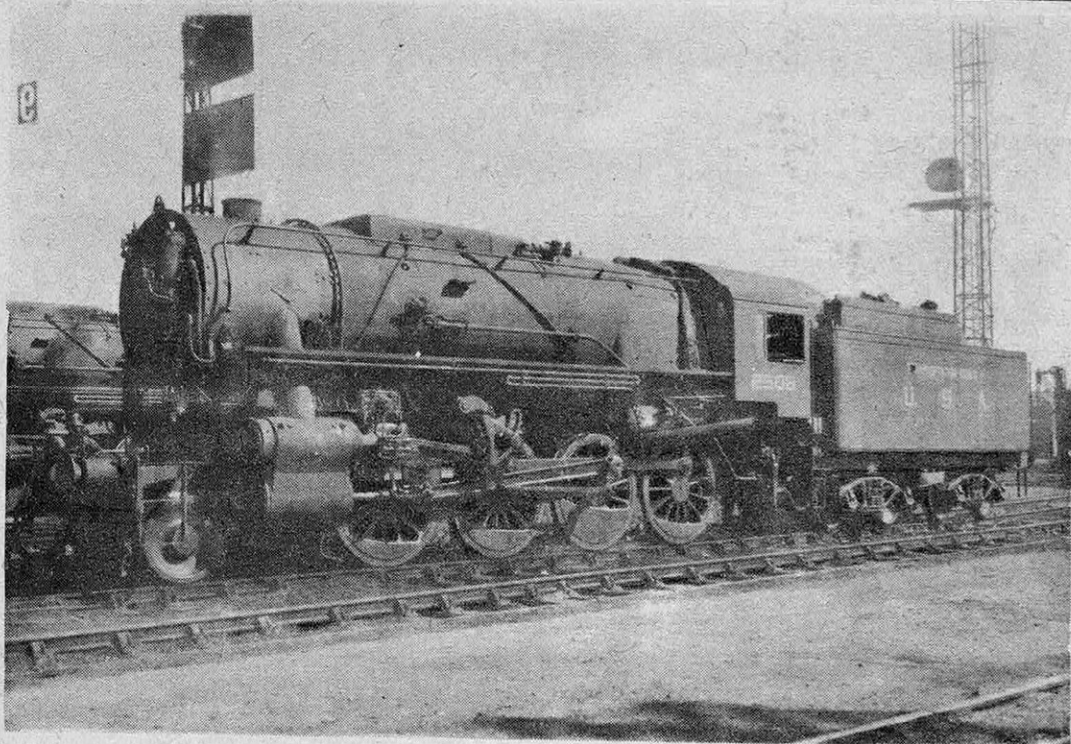


FIG. 3. — LOCOMOTIVE DE GUERRE TYPE 140 DE L'ARMÉE AMÉRICAINE DE 1944

Comparable à la machine de 1918, cette locomotive s'en distingue: par un foyer plus large, l'absence de porte à faux de la chaudière vers l'arrière, d'où une meilleure tenue sur la voie, ce qui permet de circuler à 70 km/h; par un timbre plus élevé 15,8 kg/cm<sup>2</sup> contre 13; par un graissage mécanique des cylindres et des essieux.

présentant toujours des difficultés. Ensuite, les précautions indispensables à prendre pour que le compounding améliore réellement le rendement. Ainsi, sur nos Pacific, on pouvait constater parfois que 90 p. 100 de la puissance étaient fournis par les cylindres haute pression et 10 p. 100 seulement par les cylindres basse pression. En fait, ceux-ci s'avéraient surtout utiles au démarrage, grâce à un dispositif permettant d'admettre directement sur leurs pistons la vapeur à haute pression de la chaudière.

On sait d'ailleurs combien ces Pacific ont été profondément transformées grâce aux travaux de M. Chapelon, ingénieur à la S. N. C. F., qui a réussi, depuis 1929, en étudiant de très près le circuit de la vapeur et la distribution aux cylindres, à accroître la puissance et à diminuer la consommation de combustible (1). Le but à atteindre étant que toute perte de pression éprouvée par la vapeur soit uniquement la conséquence d'une production de travail, il a cherché à diminuer les chutes de pression qui se produisent inévitablement quand un courant de vapeur circule à travers des tuyauteries trop longues ou trop étroites. Mettant en œuvre les progrès réalisés dans la distribution de la vapeur aux cylindres par tiroirs cylindriques ou par soupapes, poussant la surchauffe de la vapeur (de 300 à 400° C) qui permet de réduire les condensations dues à l'action refroidissante des parois, conservant le mode compound qui diminue les

(1) Voir: « L'avenir de la locomotive à vapeur en France » (Science et Vie n° 333, juin 1945).

chutes de pression dans les cylindres et, par suite, l'effet des fuites, il a doublé les sections de passage de la vapeur. Ainsi modifiée, une Pacific donna les résultats attendus dès novembre 1929: 3 000 ch au lieu de 2 000 et, en 1931, elle put remorquer 450 t de Paris à Bordeaux à 100 km/h de vitesse commerciale. Finalement, la puissance maximum au crochet en régime continu à 110 km/h passa de 1 450 à 2 700 ch, tandis que la consommation de combustible par cheval-heure tombait de 2 400 à 1 100 kg.

Mais cette transformation exigeait la solution de problèmes délicats, tel que celui du contact des huiles de graissage et des métaux avec la vapeur hautement surchauffée, ou celui de la chaudière dont la tenue des tubes devrait être spécialement étudiée par suite de l'intensification du tirage.

C'est ce qui peut expliquer que les Allemands ne se soient pas emparés de ces « pur sang » de la vapeur, leur entretien et leur conduite demandant des monteurs exercés et des mécaniciens à l'esprit alerte.

Une telle solution ne pouvait évidemment être envisagée pour les locomotives commandées aux États-Unis, puisque nos besoins exigeaient une construction rapide.

Étudiées pour un service intensif de longue durée, les machines américaines comportent de nombreux perfectionnements destinés à réduire la fatigue du personnel et à assurer une exploitation économique.

Ainsi, le pénible chargement du charbon sur

une large grille de 5<sup>m</sup>2,15 est-il effectué mécaniquement par un « stoker », déjà employé sur les récentes machines françaises, qui consiste en une vis sans fin amenant le charbon grossièrement concassé à la porte du foyer d'où il est régulièrement projeté sur la grille par des jets de vapeur.

Le réchauffage à 100° de l'eau d'alimentation de la chaudière (dispositif Worthington) améliore le rendement; de même, deux siphons « Nicholson » accroissent la surface directe de chauffe et améliorent la circulation de l'eau; les boîtes d'essieux avant et arrière sont à rouleaux, le graissage mécanique est très étendu.

Ces locomotives peuvent remorquer des trains express de 700 tonnes et des trains de marchandises de 1 500 tonnes sur un profil facile (1 000 t sur rampe de 10 mm par mètre).

### L'effort français

La France ne songe cependant pas à compter sur l'étranger pour reconstituer son parc de locomotives. Déjà, malgré les longues études et les nombreuses mises au point nécessaires avant la construction en série, la S. N. C. F. a réussi à sortir, en 1943, plus de 100 grosses locomotives à vapeur parfaitement au point. Ce sont les 141 P (type Mikado) dont nous avons parlé et

qui sont d'un type intermédiaire entre les machines à voyageurs et celles à marchandises. Elles sont faites en effet aussi bien pour remorquer des trains de marchandises de 1 500 t que pour assurer la traction à 100 km/h des rapides de 700 t. Ces locomotives ont bénéficié des progrès réalisés sur le tracé des conduites de vapeur et sur la distribution. Leurs roues motrices, de 1,65 m de diamètre seulement exigent, à 105 km/h, un mouvement des pistons rapide, soulevant les mêmes difficultés d'écoulement et de distribution de la vapeur que la vitesse de 130 km/h des Pacific aux roues de 2 m. En ce qui concerne le rendement, il atteint 1 ch par kilogramme de charbon brûlé contre 0,9 ch pour les Pacific de 1937.

Le programme de la S. N. C. F. établi pour cinq ans (1945 à 1950) comporte également la construction des locomotives à cinq essieux moteurs (150 P) pour trains de marchandises lourds.

De plus, quelques prototypes plus lourds sont envisagés. Enfin, mettant à profit l'exemple de la construction américaine, dont les locomotives ne passent en grande révision qu'après 250 000 km (contre 100 000 km pour les machines françaises), la S. N. C. F. tend également à établir des machines alliant la robustesse à l'élégance des solutions mécaniques et thermodynamiques.

J. MARCHAND.

Parmi les puissants insecticides qui ont été découverts ces dernières années et auxquels *Science et Vie* a récemment consacré une étude (1), un des plus importants est sans doute l'isomère *gamma* de l'hexachlorocyclohexane, qui est connu en Angleterre sous le nom de *gammexane* et dont les propriétés ont été découvertes dans ce pays en 1942.

Il convient de préciser à ce propos que c'est en France qu'ont été découvertes pour la première fois en 1940, par M. A. Dupire, les puissantes propriétés insecticides de l'hexachlorocyclohexane, que les chimistes anglais des *Imperial Chemical Industries* devaient redécouvrir de leur côté, et indépendamment, deux ans plus tard. Un brevet fut d'ailleurs pris en France dès 1941, et le laboratoire de phyto-pharmacie du Centre national de Recherches agronomiques de Versailles entreprit en 1942, sous la direction de M. M. Raucourt, des essais systématiques d'application pratique des propriétés de l'hexachlorocyclohexane. Ces essais montrèrent, d'une part, que l'efficacité de cet insecticide est encore cinq fois plus considérable que celle du D. D. T., considéré par les Américains comme le plus puissant insecticide connu, et, d'autre part, que le nouveau produit était d'un usage particulièrement économique et complètement inoffensif pour l'homme et les animaux domestiques.

Les principales applications que l'on envisage actuellement pour l'hexachlorocyclohexane et ses dérivés sulfurés ou sulfocyanés sont :

- La lutte contre le doryphore (à raison d'environ 600 g seulement de produit actif par hectare de pommes de terre);
- La lutte contre les insectes des arbres fruitiers, en particulier contre les *Anthonomes* contre lesquels aucune arme efficace n'avait encore été trouvée;
- La lutte contre les insectes domestiques (mouches, moustiques, etc.), au moyen d'une poudre à 3 % de produit actif avec du talc comme charge.

L'hexachlorocyclohexane de fabrication courante est doué d'une forte odeur. Malgré certaines indications venues d'Angleterre, la possibilité de le débarrasser de cette odeur, gênante dans certains cas, n'a pas encore été démontrée et tous les échantillons étudiés en France, quelle que soit leur origine industrielle, sont plus ou moins odorants.

(1) Voir : « Le D. D. T. » (*Science et Vie* n° 335, août 1945).

# LES SOUS-MARINS ALLEMANDS

par Henri LE MASSON

**D**e 1939 à 1945, la guerre sans merci livrée par la marine allemande au tonnage marchand des Alliés leur a coûté 21 millions de tonnes, dont 14,5 millions coulés par les sous-marins et 2,8 par l'aviation. Le moment le plus critique de cette lutte sans merci que l'on appelle bataille de l'Atlantique se place en 1942 : 8 338 000 tx furent alors coulés en douze mois, dont 6 225 000 par les sous-marins (1). Les sous-marins allemands, plus robustes, plus rapides et mieux armés que ceux de la première guerre mondiale, opéraient suivant des tactiques perpétuellement renouvelées. Leurs « meutes », ravitaillées en pleine mer par des cargos sous-marins et bien renseignées par l'aviation, étaient commandées par radio d'un poste central placé à terre. Elles attaquaient audacieusement les convois au canon et à la torpille. Mais les Alliés mirent en service un nombre croissant de navires d'escorte : destroyers, frégates, corvettes et porte-avions équipés de radar. D'assailants, les sous-marins allemands furent de plus en plus réduits à la défensive et leurs succès devinrent si réduits (760 000 tx en 1944) que les Alliés purent considérer la bataille de l'Atlantique comme gagnée à partir de la fin de 1943. Pourtant, la marine allemande ne s'avoua pas vaincue et de nouveaux sous-marins, plus perfectionnés et construits suivant des méthodes nouvelles, étaient sur le point d'entrer en action à la fin des hostilités.

**L**e traité de Versailles, signé en 1919, avait interdit aux Allemands de posséder des sous-marins ; mais, après la répudiation de ce traité par Hitler, l'accord naval germano-britannique du 18 juin 1935 reconnut à l'Allemagne le droit d'en construire à nouveau et les premiers bâtiments de la nouvelle flottille sous-marine du Reich furent mis sur cale cette année-là.

## L'importance des flottilles allemandes pendant la guerre

L'Allemagne commença la guerre avec une flottille encore peu nombreuse, mais qui ne comprenait naturellement que des unités modernes. On estimait qu'elle possédait, le 2 septembre 1939, une soixantaine d'U-Boote en service, dont 24 de 250 t, 25 à 30 de 500 et 517 t, et une dizaine de 712 à 740 t (déplacements Washington) (2). Cette flottille était inférieure à celles des autres grandes marines : l'Italie, par exemple, possédait 120 sous-marins, la Russie 150, la France 78, les États-Unis 95 et l'Angleterre 65. Il est certain que, dès le début des hostilités, le haut commandement allemand décida de baser sa stratégie navale sur l'emploi d'une puissante flotte sous-marine, mais, à cette époque, toutes les ressources des chantiers du Reich étaient engagées dans la construction de nombreux bâtiments de guerre de surface et d'un gros tonnage de navires de commerce ; la construction navale allemande eut à se réorganiser complètement avant de pouvoir fournir son

plein effort en faveur des U-Boote. Aussi estime-t-on que, pendant la première année de guerre, la Kriegsmarine ne put terminer qu'une quarantaine de sous-marins, et c'est à partir de l'automne 1940 seulement que leur montage en grande série put être considéré comme organisé. On évalue à 130 le nombre des U-Boote qui furent terminés de septembre 1940 à août 1941 et à 230, 280 et 220 respectivement le nombre de ceux qui furent armés pendant les troisième, quatrième et cinquième années de guerre. A partir de septembre 1944, la construction sous-marine allemande fut numériquement encore très importante, mais certainement inférieure en tonnage à ce qu'elle avait été précédemment car un grand nombre des U-Boote mis en service à cette époque furent des sous-marins « de poche » monoplaces ou biplaces, donc d'un très petit déplacement, et il ne fut terminé, pendant cette dernière période de la guerre, qu'un assez petit nombre de sous-marins de 1 600 t et de 230 t de caractéristiques complètement différentes de celles des modèles construits au cours des cinq premières années de la guerre.

On ne possède pas encore de renseignements suffisants pour indiquer avec exactitude le nombre total des U-Boote achevés pendant la guerre, mais, en comptant les sous-marins de petit tonnage, il est possible d'évaluer ce chiffre entre 1 100 et 1 200. Indiquons tout de suite que, de 1914 à 1918, il y eut 811 sous-marins allemands construits, commencés ou projetés, dont 343 seulement furent terminés avant le 11 novembre 1918 et 207 se trouvaient encore à cette date sur cale ou dans un état d'achèvement à flot plus ou moins avancé. Nos adversaires ont donc fait, au cours de la guerre qui vient de se terminer, un effort infiniment plus considérable qu'il y a trente ans. Si l'on considère que, dans le même temps, la Kriegsmarine a disposé pour faire la guerre au commerce de puissants moyens aéronautiques qui n'existaient pas en 1914,

(1) Le tonneau de jauge (2,83 m<sup>3</sup>) est l'unité de mesure du volume des navires marchands. Le déplacement (poids) d'un navire s'exprime en tonnes.

(2) La tonne Washington (tw) exprime le déplacement d'un navire de guerre dans l'état de charge défini par le traité de Washington de 1921 (combustible non embarqué, chaudières vides, etc.).

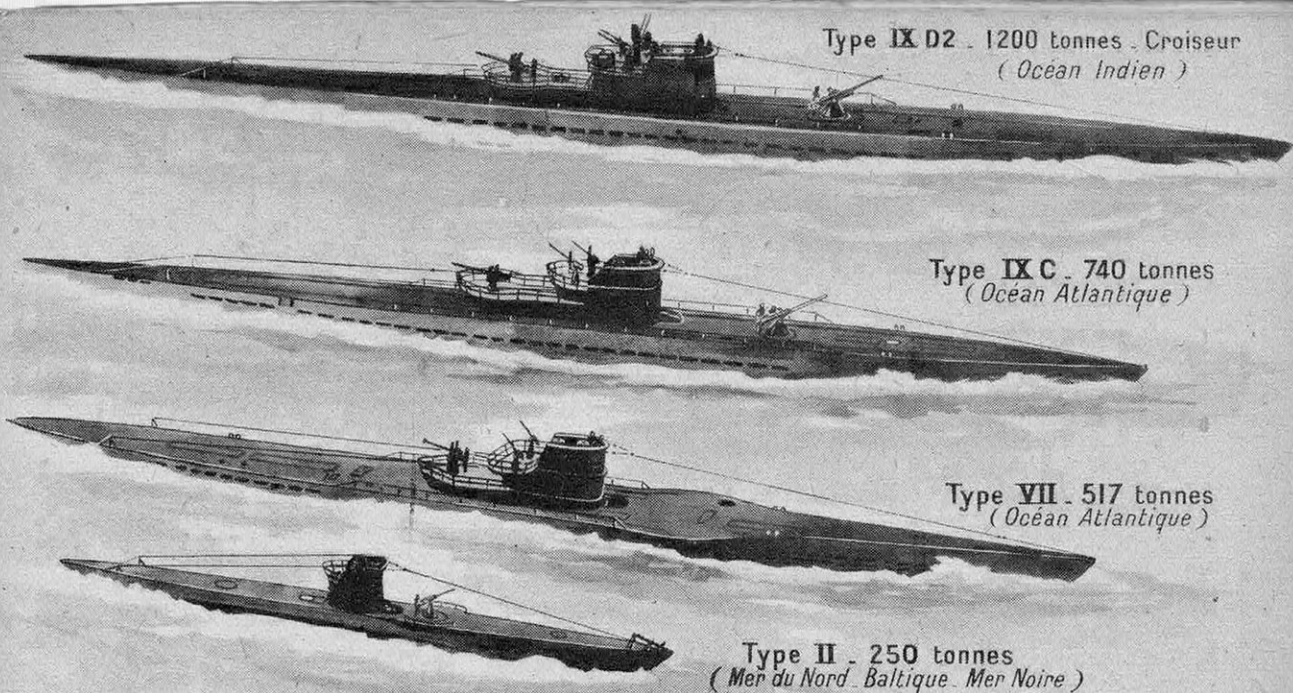


FIG. 1. — LES PRINCIPAUX TYPES DE SOUS-MARINS ALLEMANDS DE LA GUERRE 1939-1945

et de *raiders* de surface qui se sont montrés beaucoup plus actifs qu'à cette époque, il est évident que l'Angleterre a dû faire face, pendant les années si dures de 1940, 1941 et 1942, où elle se trouva réduite à ses seuls moyens jusqu'au début de 1942, au plus grave danger qui l'ait jamais menacée dans tout le cours de son histoire. On conçoit mieux dans ces conditions la gravité des avertissements de M. Churchill lorsque, dans ses discours au Parlement, il insistait constamment sur ce fait, qui n'a peut-être pas toujours été bien compris, que la bataille de l'Atlantique était la première et la plus importante des batailles que son pays dût gagner pour s'assurer la victoire.

### Les sous-marins de la bataille de l'Atlantique

En dépit de la puissance de leurs moyens industriels, les Allemands ne sont arrivés à un résultat de cette importance que parce qu'ils ont standardisé au maximum la construction des sous-marins. Jusqu'à l'époque où ils ont mis sur cale deux nouveaux modèles d'U-Boote dont les premières unités sont entrées en service dans les dernières semaines de 1944, en même temps que les premiers petits sous-marins monoplaces et biplaces, la Kriegsmarine n'a, en effet, construit qu'un très petit nombre de types :

- Le type II de 250 t (I) ;
- Le type VII de 517 t ;
- Le type IX de 740 t et, par allongement, de 1 200 t ;
- Le type X-B de 1 600 t (mouilleur de mines) ;
- Le type XIV de 1 600 t (ravitailleur).

Encore certains de ces types ont-ils été construits à un petit nombre d'unités seulement. C'est ainsi que les Allemands n'ont mis sur cale qu'une cinquantaine de sous-marins de 250 t du type II (en comptant ceux qui étaient en service ou sur cale au début de la guerre), une

dizaine du type X-B, autant du type XIV, tandis qu'ils ont achevé ou mis en chantier 800 bâtiments du type VII (fig. 2) et au moins 200 du type IX. A ces chiffres, il faut encore ajouter une dizaine de sous-marins étrangers réquisitionnés sur cale (un bâtiment ex-turc, deux ex-chinois) ou capturés et renfloués (deux hollandais, un anglais, etc...).

Bien entendu, il a existé plusieurs séries dans chaque classe mais, d'une série à l'autre, on pouvait toujours retrouver les caractéristiques générales du prototype et, le plus souvent, les différences n'étaient pas très considérables.

Le tableau I indique les caractéristiques principales de ces différents types et permet de les comparer, avec quatre des modèles d'U-Boote en service en 1918, et avec les nouveaux sous-marins des types XXI (1 600 t) et XXIII (230 t) conçus en 1943, entrés en service à partir de l'automne de 1944 et qui représentaient en mai 1945 le dernier cri des sous-marins allemands en service.

Les sous-marins de 250 t du type II ont surtout été utilisés pour l'entraînement ou pour de courtes croisières de guerre en Baltique et en mer du Nord. Quelques-uns pourtant ont été envoyés, après démontage en plusieurs sections, jusqu'en mer Noire. Leur particularité la plus marquante était d'être à cette époque les seuls sous-marins allemands à coque unique, c'est-à-dire à ballasts intérieurs.

Les sous-marins du type VII ont constitué les quatre cinquièmes des flottilles allemandes. Après une première série de 500 t W (U 27-U 36), achevée en 1936-1937, les Allemands réalisèrent à partir de 1938 les types VII B, C, D de 517 t W dont plusieurs centaines d'exemplaires ont été construits jusqu'en 1944. Ce sont par conséquent les sous-marins que l'on rencontrait le plus fréquemment en opérations. Malgré un déplacement modéré, mais grâce aux ravitailleurs sous-marins dont nous indiquerons plus loin la conception et le rôle, certains purent être envoyés en croisière jusqu'aux Antilles et au delà des

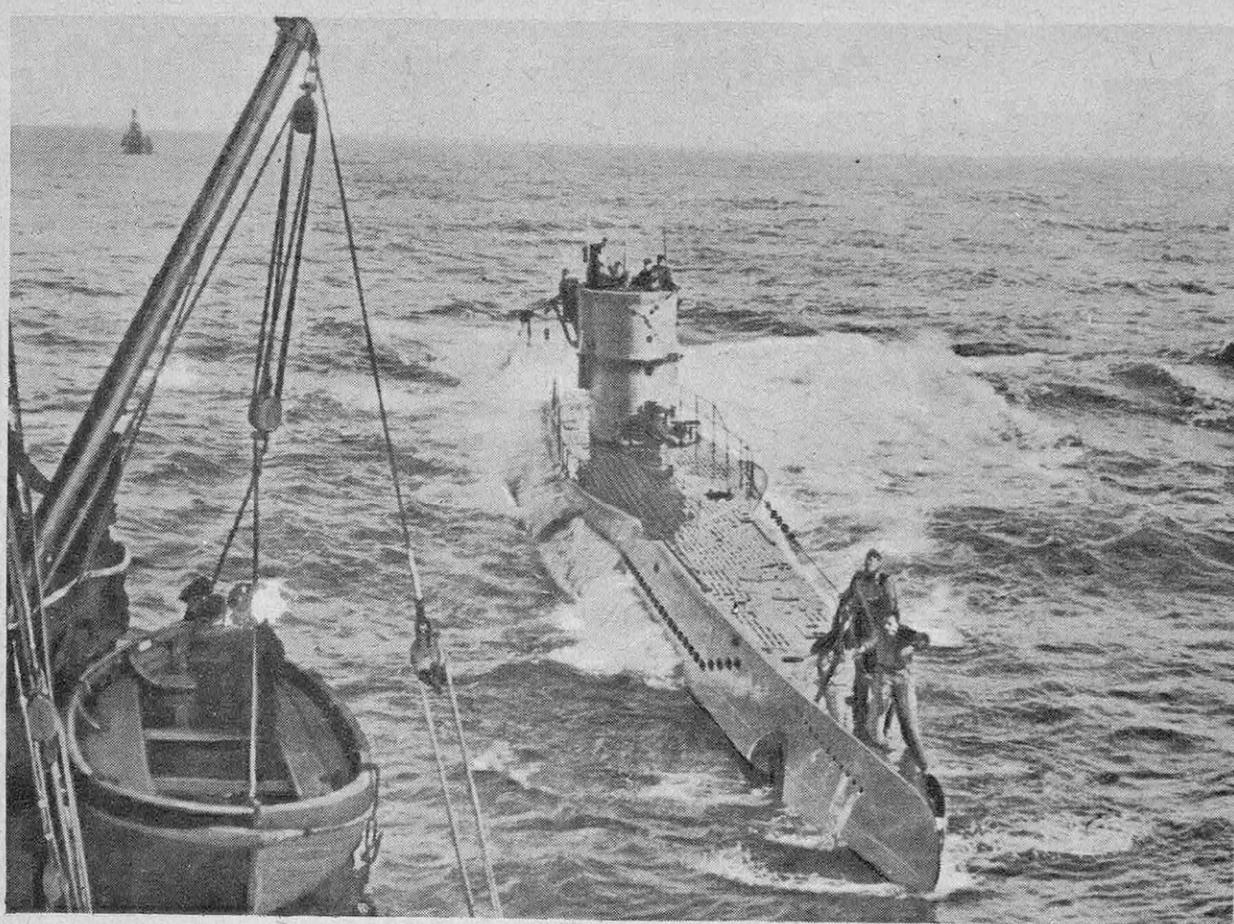


FIG. 2. — UN SOUS-MARIN ALLEMAND DU TYPE VII (517 T) MIS EN SERVICE EN 1940-1941

De part et d'autre du kiosque, on aperçoit les ballasts disposés extérieurement à la façon des fontes d'une selle de cavalier.

Açores. Ces sous-marins étaient du type dit *saddle tank*, c'est-à-dire que leurs ballasts étaient rapportés extérieurement contre la coque épaisse (fig. 4) et répartis par moitié de part et d'autre de cette coque épaisse à l'instar des fontes d'une selle de cavalier.

Le type IX fut, lui aussi, conçu avant la guerre (série U 37-U 44, entrée en service à partir de juin 1933). A l'inverse des précédents, les sous-marins du type IX étaient des bâtiments à double coque, les ballasts étant logés entre la coque épaisse en forme de cigare et la coque mince en forme de torpilleur, selon la formule imaginée par l'ingénieur Laubeuf pour le sous-marin *Narval* en 1897. Les Allemands, ayant eu besoin d'un type de sous-marin océanique plus puissant que le 740 t, imaginèrent d'allonger celui-ci d'une tranche supplémentaire dans la partie centrale de la coque, tout en conservant les autres caractéristiques du type IX. Ils arrivèrent ainsi au type dit IX D de 1 200 t W, c'est-à-dire à un bâtiment d'environ 1 350 t en charge normale en surface et 1 840 t en plongée. Ayant les mêmes moteurs que les 740 t, les 1 200 t étaient un peu moins rapides en surface (18 nœuds au lieu de 20); mais, grâce à la capacité beaucoup plus grande de leurs soutes (50 % en plus), ils avaient un rayon d'action pouvant atteindre 20 000 milles qui leur permit d'aller croiser jusqu'en océan Indien.

### Les sous-marins ravitailleurs

Les sous-marins du type XIV étaient des bâtiments construits exclusivement pour servir de ravitailleurs à leurs congénères. En dehors de ces unités, dont il ne fut mis sur cale qu'un très petit nombre, les Allemands utilisèrent, également comme ravitailleurs, certains de leurs grands mouilleurs de mines dont nous indiquerons plus loin les caractéristiques, et éventuellement quelques-uns de leurs 1 200 t et de leurs 740 t. Ils se servirent aussi d'un certain nombre des sous-marins océaniques italiens basés à Bordeaux, dont les croisières de guerre n'avaient jamais été très satisfaisantes. Les sous-marins ravitailleurs, avaient pour but d'allonger sensiblement la durée de la croisière utile des sous-marins de combat en leur évitant de rentrer à leur base dès que leurs soutes ne contenaient plus que la quantité de combustible nécessaire au voyage de retour. Ces bâtiments, que les sous-marins allemands désignaient d'une façon expressive : « vaches à lait » ou « hôtels ambulants », étaient désignés par des numéros compris dans les séries 460 et 480 ; ils transportaient non seulement 550 m<sup>3</sup> de gasoil à l'intention des autres sous-marins, mais aussi des torpilles et des vivres de remplacement. Ils étaient également équipés de manière à pouvoir effectuer certaines réparations, grâce à un atelier convenablement outillé et ils comportaient une

TYPES	Déplacement en surface Washington tonnes.	Déplacement en surface normal tonnes.	Déplacement en plongée tonnes.	Longueur mètres.	Largeur mètres.	Tirant d'eau mètres.	Puissance (surface) chevaux.	Puissance (plongée) chevaux.	Vitesse maximum (surface) nœuds.	Vitesse maximum (plongée) nœuds.	Rayon d'action surface milles.	Rayon d'action plongée milles.	Effectif.	Armement.
<b>A. GUERRE 1914-1918.</b>														
<i>Sous-marins en opération en 1918.</i>														
U 105 (grand sous-marin)	890	1 050	70,6	6,25	3,8	2 400	1 100	16	8,5	7 800 à 8 nœuds	90 à 3 nœuds	40	6 tubes, 16 torpilles I 105 mm I 88 —	
U 139 (croiseur)	1 930	2 480	92	8,9	4,7	3 500	1 800	17,5	8,1	10 000 à 8 nœuds	»	83	6 tubes, 19 torpilles II 150 mm	
UB 88 (côtière)	516	650	56	5,8	3,6	1 100	760	13,5	7,5	7 000 à 8 nœuds	55 à 4 nœuds	34	6 tubes, 10 torpilles I 88 mm	
UC 89 (mouilleur de mines)	480	560	55	5,45	3,5	600	620	12	7,2	8 200 à 7 nœuds	40-45	26	3 tubes, 7 torpilles 14 mines I 105 mm	
<b>B. GUERRE 1939-1945.</b>														
<i>Sous-marins de combat 1939-1943.</i>														
II	250	300	41	4	4	700	360	13	7	2 000 à 6 nœuds	»	22	3 tubes, 5 torpilles 2 mitr.	
VII	517	770	880	6,1	4,3	950 à 1 400	860	17-18	7,4	10 000 à 6 nœuds	70 à 1 nœud	45	5 tubes, 14 torpilles I 37 mm AA II 20 —	
IX C	740	900	74	6,7	4,3	4 800	1 000	20	8	1 800 à 6 nœuds	70 à 1 nœud	51	6 tubes, 23 torpilles I 105 mm VI 20 mm AA	
IX D	1 200	1 340	1 850	6,7	4,3	4 800	1 000	18	6,9	20 000 à 10 nds	70 à 1 nœud	54	6 tubes, 27 torpilles I 105 mm IV 37 mm AA	
<i>Type mouilleur de mines et ravitailleur.</i>														
XB	1 600	»	97	9,10	5	4 200	1 000	15	6	20 000 à 6 nœuds	70 à 1 nœud	55	2 tubes, 7 torpilles 66 mines VI 20 mm AA	
XIV	1 600	»	67	7,90	6,5	2 800	1 000	14	6	10 000 à 10 nds	70 à 1 nœud	55	VI 20 mm AA	
<i>Ravitailleur.</i>														
XXIII	233	257	34,7	3	3,7	435	550	11	10	4 200 à 5 nœuds	»	13	2 tubes, 2 torpilles	
XXI	1 600	»	76,6	6,5	»	5 000	5 000	15	16	15 000 à 10 nds	300 à 4 nœuds ou 30 à 15 nds	»	6 tubes, 20 torpilles IV 37 mm AA	

TABLEAU I. — CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES COMPARÉES DES SOUS-MARINS ALLEMANDS EN SERVICE EN 1918 ET PENDANT LA GUERRE DE 1939-1945. Certains sous-marins des types VII et IX C ont été aménagés en mouilleurs de mines à puits verticaux. Les sous-marins du type XB, construits initialement comme mouilleurs de mines océaniques, ont surtout été utilisés comme ravitailleurs. L'armement (artillerie) indiqué pour les types II à XIV est celui en vigueur en 1944. Plusieurs 1 200 t (IX D) embarquaient un hélicoptère utilisé pour la veille et qui demeurait constamment relié au sous-marin par un câble téléphonique remorque.

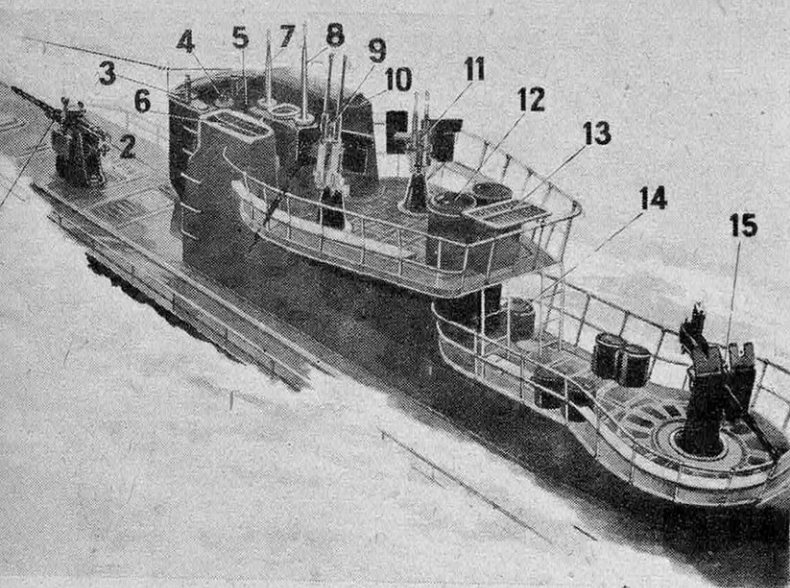


FIG. 3. — LE KIOSQUE D'UN SOUS-MARIN ALLEMAND OCÉANIQUE DE 1 200 T (TYPE IX-D)

1, canon de 105 mm ; 2, logement des torpilles sous le pont ; 3, compas ; 4, réglage du tir de nuit ; 5, baignoire du kiosque ; 6, logement de l'antenne radar ; 7, périscope de surveillance ; 8, périscope d'attaque ; 9, II canons de 20 mm AA jumelés ; 10, prise d'air principale ; 11, II canons de 20 mm AA jumelés ; 12, logement des pièces de l'autogire d'observation ; 13, plate-forme d'envol de l'autogire ; 14, réservoirs d'hydrogène ; 15, canon de 37 mm AA.

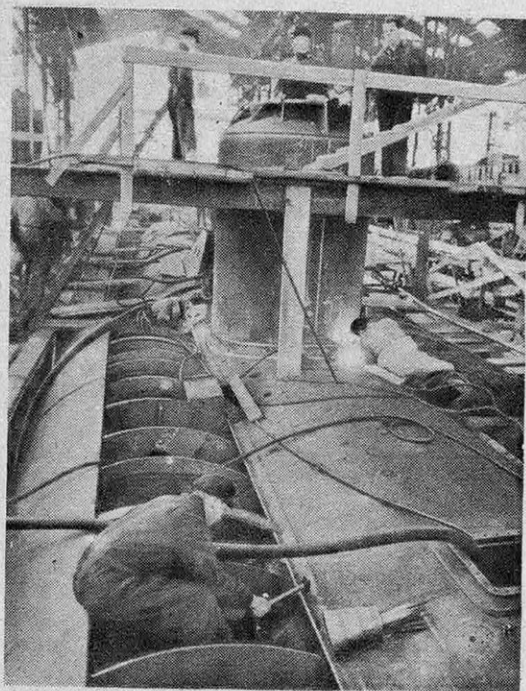


FIG. 4. — UN SOUS-MARIN DU TYPE VII EN CONSTRUCTION

Jusqu'en 1944, les sous-marins ont été entièrement construits dans les chantiers navals. Ce n'est qu'avec les nouveaux types XXI et XXIII que les méthodes de préfabrication ont été adoptées. On voit ici la coque épaisse du sous-marin surmontée du kiosque et, de part et d'autre de celui-ci, l'agencement des ballasts (système « saddle tank »).

infirmier. Ces sous-marins étaient exceptionnellement courts et larges pour leur tonnage ; ils n'avaient pas d'armement en dehors de leur D. C. A. (VI 20 mm et IV mitrailleuses) ; il est probable qu'ils ont été construits en partant d'une coque épaisse de sous-marin du type VII B flanquée de compartiments extérieurs volumineux pour les ballasts et le stockage du gasoil destiné aux autres sous-marins.

On a pu établir que, dans l'ensemble, la durée utile des croisières des sous-marins de combat a pu être doublée en 1942 et pendant le premier semestre 1943, au moment de l'utilisation la plus intensive des sous-marins ravitailleurs. Aussi, au printemps 1943, les Alliés firent-ils un effort spécial pour les détruire, car chaque ravitailleur pouvait, suivant les circonstances, ravitailler 10 à 15 sous-marins de combat et par conséquent doubler leur rendement. On comprend dans ces conditions que la destruction certaine par les escorteurs alliés de six ravitailleurs en moins de deux mois (juin et juillet 1943) ait eu des conséquences graves pour le dispositif d'attaque des flottilles allemandes découplées dans l'Atlantique central.

### Les mouilleurs de mines

Les sous-marins du type X étaient de grands mouilleurs de mines de 1 600 t dont les premiers (U 116 à 120) furent mis sur cale en 1940. Il faut souligner, à ce sujet, que la marine allemande n'avait, avant 1939, aucun sous-marin spécialement construit pour poser des mines, car elle avait réussi à mettre au point un type de mines pouvant être mouillé au moyen des tubes lance-torpilles ordinaires. Ce dispositif avait déjà été essayé, au cours de la première guerre mondiale, en 1916. Les nécessités de la guerre des mines contraignirent cependant la Kriegsmarine à créer plusieurs sous-marins des types VII et IX en mouilleurs de mines. Sur tous ces bâtiments, les mines étaient disposées dans trois rangées de puits verticaux, une dans l'axe et une de part et d'autre du kiosque. Tandis que les 1 600 t pouvaient embarquer 66 mines, les 740 t en transportaient seulement 36 et les 517 t 18. C'étaient des mines à orin, pouvant être mouillées jusqu'à 800 m de fond ; leur charge atteignait 350 kg et la mise de feu était magnétique.

### L'armement des sous-marins allemands jusqu'en 1943

En dehors des mines, les U-Boote étaient armés de torpilles et d'artillerie. Les tubes lance-torpilles en bronze ou en acier du calibre 533 mm fonctionnaient au moyen d'un piston pneumatique, freiné hydrauliquement, et comportaient un dispositif « avaloir » des bulles de lancement qui évitait au sous-marin d'être repéré au moment du départ de la torpille. 15 torpilles étaient embarquées par les sous-marins type VII, 23 par les 740 t et 27 par les 1 200 t. La plupart des torpilles étaient électriques, donc sans sillage, et,



parmi les plus dangereuses, il faut signaler les torpilles à mise de feu acoustique qui commencèrent à être utilisées en septembre 1943 et qui étaient attirées vers l'objectif par le bruit des hélices du bâtiment attaqué. Il n'était donc pas nécessaire de se livrer, au moment du lancement, à des visées méticuleuses, l'engin poursuivant aussitôt sa route vers le but qu'il atteignait presque toujours dans une région particulièrement dangereuse : les hélices. La torpille acoustique était heureusement un engin de construction délicate et chaque U-Boote ne pouvait en embarquer qu'un petit nombre ; aussi, furent-elles surtout utilisées pour attaquer les bâtiments d'escorte des convois.

Au début de la guerre, tous les sous-marins avaient comme artillerie un canon de 88 mm (517 t) ou de 105 mm (740 t), et une mitrailleuse AA, formule alors classique pour ce genre de bâtiment. De très nombreuses modifications furent apportées au cours de la guerre à la composition de cet armement en raison de l'accroissement du danger aérien. C'est ainsi qu'à la fin de la guerre, les bâtiments de 517 t n'avaient plus de canon de 88 mm et étaient armés, en général, de deux canons de 37 mm automatiques AA, d'un Oerlikon double de 20 mm, d'un lance-fusées utilisable contre les avions volant à faible altitude et de mitrailleuses légères, ou bien de 8 canons de 20 mm montés sur un affût quadruple et deux doubles. Ceux de 1 200 t, par contre, conservèrent jusqu'à la fin leur canon de 105 mm qu'ils pouvaient utiliser assez souvent au cours de leurs croisières dans l'océan Indien et les zones éloignées des mers européennes où les escortes de convoi et la surveillance aérienne des Alliés étaient moins développées.

A certains moments, la Kriegsmarine fut même obligée de spécialiser certains sous-marins en bâtiments de D. C. A. chargés d'accompagner les sous-marins partant en croisière pendant qu'ils traversaient les atterrages de l'Angleterre, en particulier le golfe de Gascogne, qui furent constamment survolés par des patrouilles aériennes à partir de 1943.

Ces sous-marins consacraient aux munitions de D. C. A. le poids et le volume d'une partie de leurs torpilles et recevaient un armement anti-aérien renforcé. Dans le cas des 1 200 t D. C. A. cet armement comprenait un canon de 88 mm AA, un de 37 mm, douze Oerlikon de 20 mm (deux affûts quadruples et deux doubles), ainsi que des mitrailleuses légères.

### La propulsion

A bord de tous les sous-marins allemands entrés en service pendant la guerre, la propulsion est demeurée du type le plus classique : Diesel pour la marche en surface, moteurs électriques

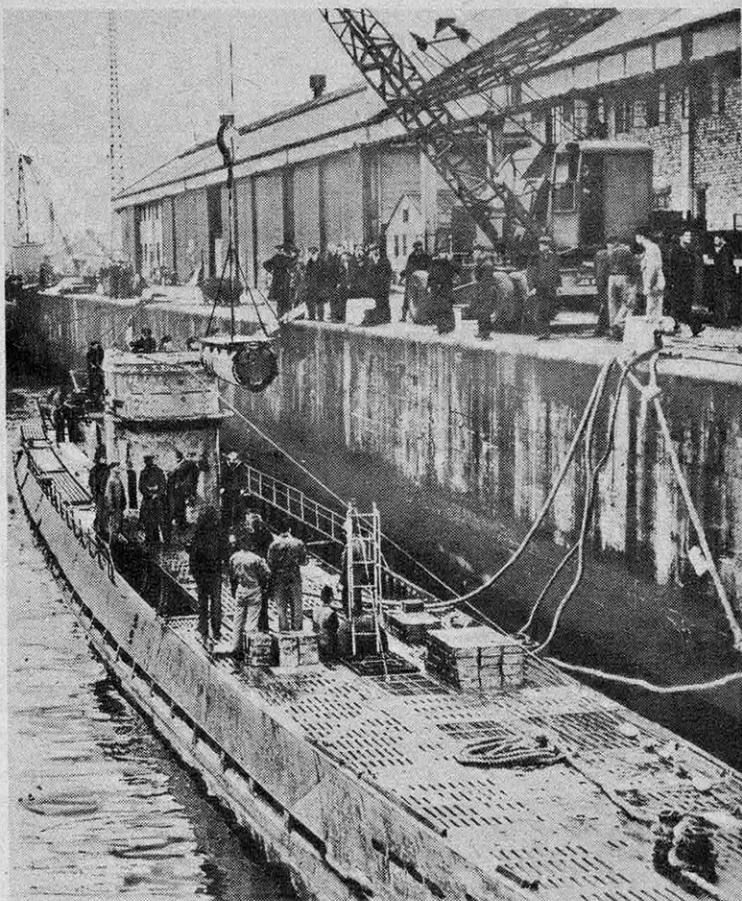


FIG. 5. — L'ARRIVÉE A LIVERPOOL DE L'U 532, SOUS-MARIN-CARGO ALLEMAND

*En 1943 et 1944, la Kriegsmarine a utilisé un certain nombre de sous-marins pour aller chercher au Japon et dans les territoires occupés par les Nippons des denrées et des produits coloniaux dont elle avait besoin. Ces sous-marins transportaient, au départ de l'Allemagne, des prototypes d'armes et des machines utiles pour l'industrie de guerre japonaise. Le chargement était réparti non seulement dans certains compartiments intérieurs, mais aussi dans des alvéoles étanches dans les superstructures.*

pour la navigation en plongée. Aucun des sous-marins pour lesquels on avait imaginé en 1944 de nouveaux modes de propulsion ne fut en effet commissionné avant l'armistice de mai 1945. Les Diesel construits par G. W. (Germania Werft Krupp), M. A. N. ou M. W. M., étaient à quatre temps, simple effet, et comportaient suivant le modèle 6 ou 9 cylindres. Un essai fut tenté à bord de plusieurs 1 200 t avec des moteurs de vedettes rapides Mercedes-Benz de 1 000 ch à 20 cylindres en V, attelés à raison de six par arbre porte-hélice par l'intermédiaire d'engrenages réducteurs. Les résultats ne furent pas satisfaisants et ces moteurs furent remplacés. D'une manière générale, les accumulateurs en service sur les U-Boote étaient à forte puissance massive, ceci au détriment de leur longévité, mais c'était une considération secondaire en temps de guerre.

Il faut encore souligner, à l'avantage des sous-marins allemands, leur faculté de plonger très profondément. Il ne semble pas que les sous-marins des types VII, IX, X B et XIV aient jamais atteint 300 m comme on l'a affirmé, mais il est certain que leurs coques épaisses étaient

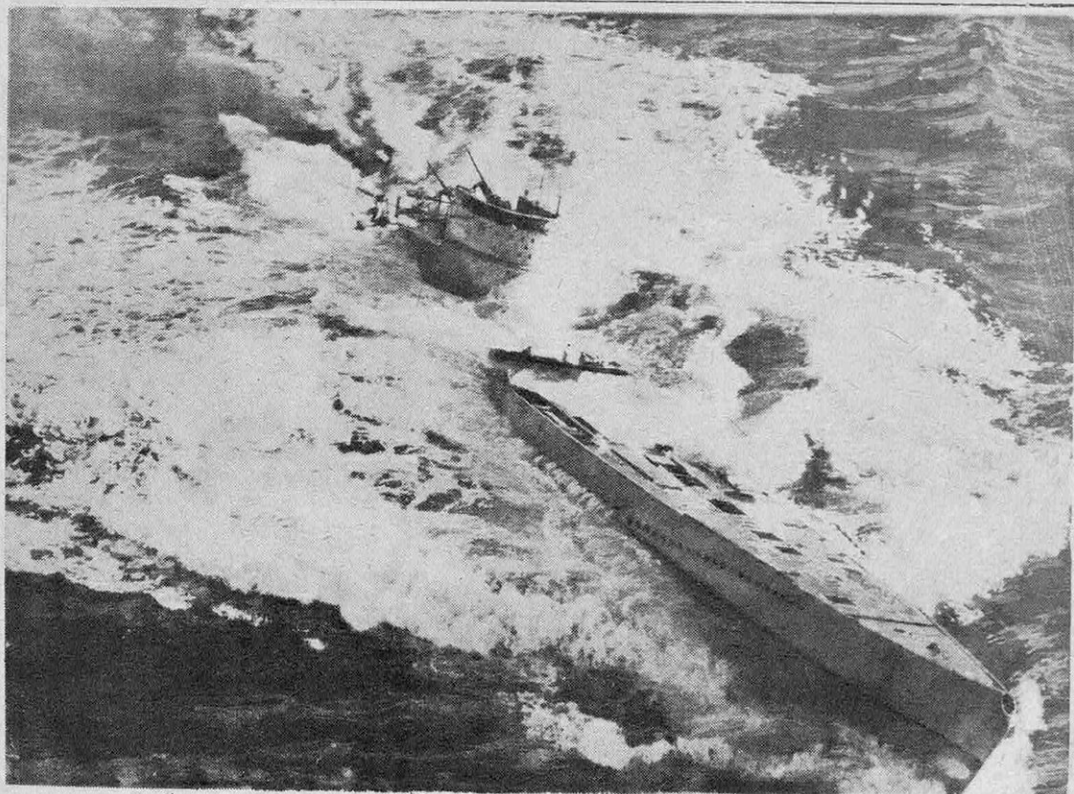


FIG. 6. — UN SOUS-MARIN ALLEMAND COULÉ DANS L'ATLANTIQUE PAR UN AVION EMBARQUÉ

*Le danger aérien a été, à partir du printemps 1943, le plus redoutable pour la flotte sous-marine allemande. Très nombreux ont été les U-Boote surpris en surface alors qu'ils rechargeaient leurs batteries et qu'ils se trouvaient dans l'impossibilité de plonger. En six semaines, le même avion Grumman Avenger, embarqué sur un porte-avions d'escorte, coula, en plus de ce bâtiment, un autre sous-marin, en détruisit vraisemblablement un troisième et en endommagea un quatrième qui fut achevé par un autre appareil.*

très largement calculées et qu'ils ont pu naviguer en toute sécurité jusqu'à 200 m d'immersion.

### La radio

Les moyens de radiocommunication étaient également très développés. Pour se rendre compte des progrès accomplis dans cet ordre d'idées, il faut se souvenir qu'en 1914 les sous-marins n'avaient que des postes émetteurs d'une portée dérisoire (25 à 40 km) et qu'ils ne pouvaient recevoir de signaux au delà d'une centaine de kilomètres. Or, pendant toute la guerre, les sous-marins en opérations peuvent recevoir à tout instant et jusque dans les parages les plus éloignés les ordres et les renseignements provenant d'un commandement supérieur installé parfois à plusieurs milliers de kilomètres. Les U-Boote ne le cédaient en rien, à cet égard, aux bâtiments des autres marines et ils n'étaient pas moins bien équipés au point de vue des procédés d'intercommunication en plongée, d'écoute et de détection aérienne, de surface et de plongée. Ils possédaient, en outre, des appareils brouilleurs de réception radar et anti-Asdic et tout un matériel spécial avait été étudié dans cet ordre d'idées par nos adversaires pour permettre aux U-Boote d'échapper aux poursuites des navires alliés. C'est ainsi qu'à la fin de la guerre ils utilisaient des ballonnets antiradar destinés à établir de faux échos, des bouées

spéciales contenant une tige antiradar, des charges chimiques placées dans un sas et chassées au moyen d'un piston. Ces pilules de petites dimensions — elles se présentaient sous la forme de cylindres grands comme de petites boîtes de conserve — avaient pour but de provoquer de faux échos Asdic ou des traînées d'huile.

### L'évolution du sous-marin allemand à partir de 1943

L'amélioration incessante des moyens de défense des Alliés contre les sous-marins obligea les Allemands à imaginer, en 1943, de nouveaux procédés et de nouveaux matériels. Ils devaient surtout se prémunir contre le danger aérien devenu extrêmement redoutable (la moitié des sous-marins coulés en 1943 le furent par l'aviation); il leur fallait aussi des sous-marins plus rapides en plongée pour pouvoir attaquer les convois avec plus de chances de succès, et surtout pour pouvoir se dérober plus facilement devant les contre-attaques des bâtiments d'escorte.

Nous avons déjà indiqué comment les moyens de défense contre les avions furent sensiblement accrus au cours de la guerre avec le renforcement de la D. C. A., mais il fallait aussi éviter que les sous-marins ne fussent aperçus; or, la capacité des batteries ne leur permettait pas

d'effectuer en plongée plus de 80 à 100 milles ; encore était-ce à une vitesse très réduite, 2 ou 3 nœuds. Il suffisait par conséquent aux avions anglais de patrouiller régulièrement une bande d'au moins cent milles de largeur sur le passage obligatoire des sous-marins quittant l'Europe ou regagnant leurs bases pour que les Alliés fussent assurés de pouvoir attaquer avec le maximum de chances les U-Boote obligés de revenir en surface pour recharger les accumulateurs. C'est ce qu'ils ne manquèrent pas de faire, notamment dans le golfe de Gascogne où ils tendirent ce que l'on appela la « barrière infranchissable » en travers des routes obligatoirement suivies par les sous-marins basés à Brest, Lorient, Saint-Nazaire, La Pallice et Bordeaux.

### Le « Schnorkel »

Les Allemands imaginèrent alors un dispositif appelé le « Schnorkel », grâce auquel le sous-marin pouvait demeurer en plongée tout en utilisant ses Diesel. Le « Schnorkel » se présente sous l'aspect d'un tube repliable de 8 à 10 m de longueur et de 30 à 40 cm de diamètre qui peut être dressé verticalement, parallèlement au périscope, en général à côté de lui, et qui sert, grâce à un tuyautage interne double, à l'aspiration de l'air frais nécessaire au fonctionnement des moteurs à combustion interne

et au refoulement de leurs gaz d'échappement. Grâce au « Schnorkel », il devint possible aux sous-marins allemands de demeurer en plongée un temps prolongé, plusieurs jours s'il le fallait, tout en faisant route à une vitesse d'au moins 7 nœuds, ce qui représentait un avantage militaire important par comparaison avec les performances possibles en marche électrique. Le « Schnorkel » ne pouvait pas, cependant, servir pour conduire une attaque — on revenait alors à la propulsion électrique — parce qu'il ne pouvait naturellement pas être rentré comme un périscope et qu'en raison de son diamètre, il laissait un sillage assez visible. Bien que, dans les circonstances les plus favorables, ce sillage pût être aperçu par les avions à une distance de quelques milles, la recherche du sous-marin fut rendue beaucoup plus difficile et le « Schnorkel » rendit aux U-Boote une partie de la liberté dont les avait privés l'aviation alliée.

### Les sous-marins « préfabriqués »

Si le « Schnorkel » pouvait être installé sur les sous-marins de construction antérieure à 1944, au prix de travaux peu importants, il n'était, pas possible par contre, d'améliorer leurs performances. Aussi, les Allemands n'hésitèrent-ils pas à transformer complètement la composition de leur flotte sous-marine et à entreprendre en



FIG. 7. — UN CERF-VOLANT AUTOGIRE D'OBSERVATION UTILISÉ PAR LES SOUS-MARINS ALLEMANDS

Cet appareil démontable, qui pouvait décoller du pont et se reposer à bord sur des patins, était accroché à un câble de 300 m de longueur. Il a surtout été utilisé dans l'océan Indien, relativement désert et où les attaques de l'aviation étaient moins à craindre que dans l'Atlantique.

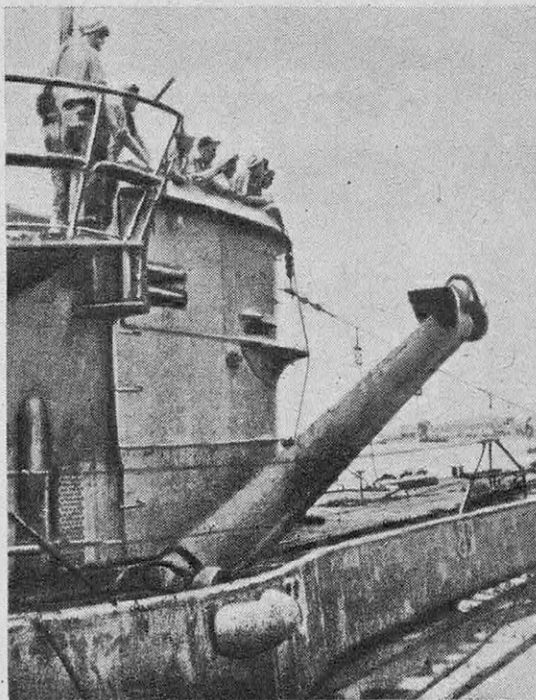


FIG. 8. — UN SOUS-MARIN ALLEMAND ÉQUIPÉ D'UN « SCHNORKEL »

On aperçoit auprès du kiosque et à demi relevé le « Schnorkel », tube dépassant à peine la surface de l'eau et servant de prise d'air pour les moteurs et de support des antennes de radar pendant la navigation en plongée.

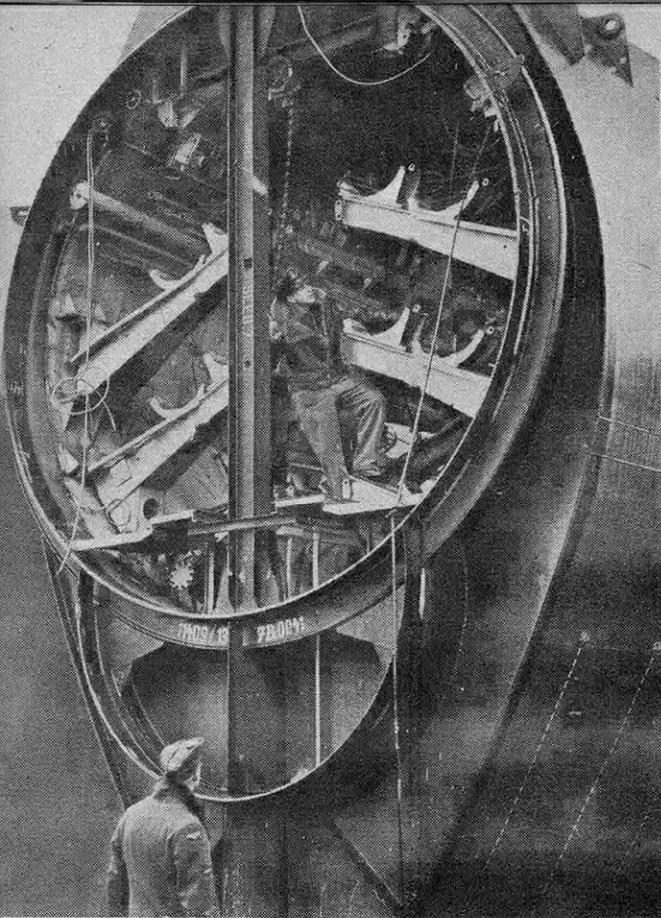


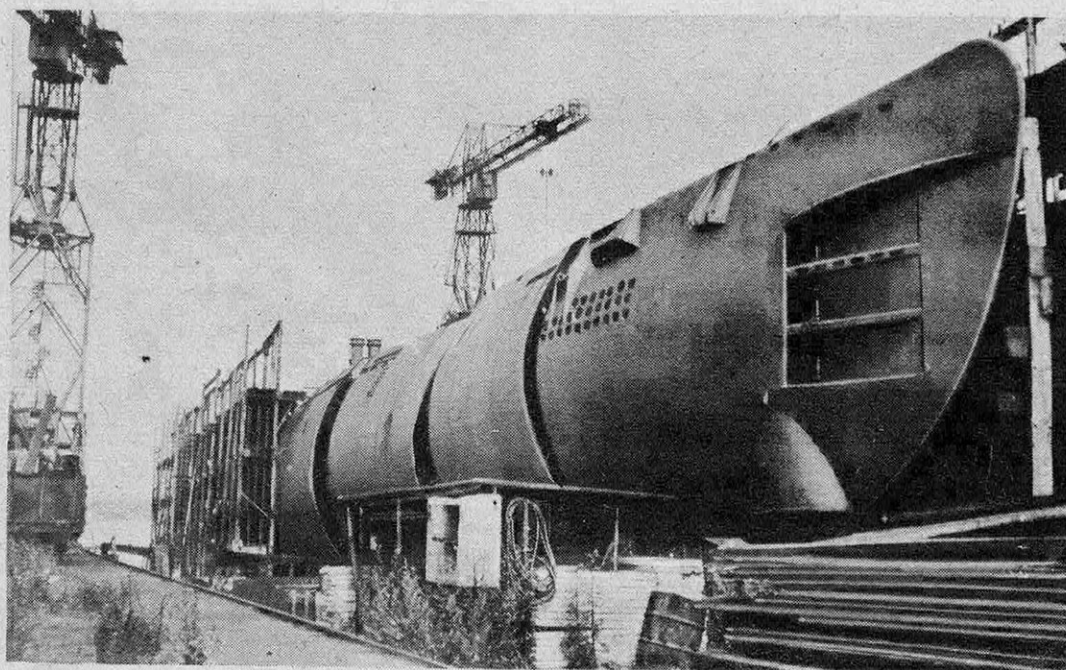
FIG. 9. — UNE SECTION « PRÉFABRIQUÉE » D'UN SOUS-MARIN ALLEMAND

*Les nouveaux sous-marins allemands étaient assemblés par sections, chaque section ayant été elle-même montée dans une ou plusieurs usines de l'intérieur.*

pleine guerre la construction de sous-marins (types XXI et XXIII) d'une conception très différente de celle des précédents. On n'éprouve aucune peine à imaginer l'ampleur de la tâche entreprise, car, non seulement il fallut mettre au point et tracer les plans de nouvelles unités, mais aussi arrêter les fabrications en cours, mettre en place un nouvel outillage et relancer ensuite les constructions, tout cela en pleine guerre et sous la pression des événements.

Le programme fut pourtant entrepris et réalisé, mais non sans d'immenses difficultés et de très grands retards dus aux bombardements aériens alliés qui apportèrent un trouble considérable dans l'organisation industrielle et le système des transports du Reich. Le ministère des Armements et des Fabrications de guerre avait, en effet, décidé de ne plus concentrer la construction des sous-marins et l'usinage de leur appareillage dans les chantiers navals et dans les quelques grandes usines de l'intérieur qui en avaient été chargés jusque-là, et ceci précisément pour diviser et pour répartir les risques. Il avait été décidé, en outre, d'appliquer au montage des nouveaux sous-marins les méthodes de préfabrication que les Américains ont mis en œuvre avec tant de bonheur pour la construction de leur immense flotte commerciale. Un très grand nombre d'usines — plusieurs centaines — se virent ainsi confier la tâche de fabriquer un élément déterminé rentrant dans la construction des nouveaux sous-marins et de le diriger sur une trentaine d'entreprises principales chargées d'assembler un tronçon de chaque type de sous-marin (huit pour les 1 600 t, quatre pour les 233 t). Ces tronçons étaient ensuite transportés dans des chantiers d'habillage, puis dans les

FIG. 10. — UN SOUS-MARIN « PRÉFABRIQUÉ » EN COURS D'ASSEMBLAGE DANS UN CHANTIER ALLEMAND



chantiers navals proprement dits où les tronçons étaient assemblés dans le plus court délai possible. Ce mode de construction faisait, par conséquent, intervenir des entreprises dispersées aux quatre coins du territoire allemand et supposait — pour fonctionner convenablement — un acheminement régulier de tous les éléments au fur et à mesure des divers étapes de la fabrication. Les nombreuses atteintes portées au réseau ferroviaire entravèrent à un degré inimaginable la réalisation et la bonne marche de ce programme, et les premiers sous-marins des nouveaux types ne purent être prêts qu'à la fin de 1944, avec un retard de plusieurs mois.

Ces sous-marins répondaient aux directives suivantes : plus grande rapidité de plongée, vitesse en plongée accrue, rayon d'action considérable, protection améliorée contre la détection. Les Allemands espéraient ainsi mettre en service une flottille ayant un potentiel offensif très supérieur à celui des U-Boote des types antérieurs, les nouvelles unités devant remplacer les anciennes au fur et à mesure de leur entrée en service.

### Les sous-marins océaniques de 1 600 t (type XXI)

Les sous-marins du type XXI (fig. 11) (voir tableau 1) sont remarquables par leur finesse hydrodynamique, leurs performances en plongée et leur mode de construction. Ils comportent huit tronçons construits et montés dans les conditions que nous avons exposées. La coque extérieure est particulièrement effilée à l'arrière et pourvue d'un très petit nombre d'appendices : le gouvernail est parfaitement encastré dans l'extrême arrière, les barres de plongée arrière et les arbres porte-hélice sont complètement enveloppés par des ailerons profilés de grandes dimensions, tandis que les barres de plongée avant sont éclipables. Le kiosque, de très grandes dimensions, est, lui aussi, très étudié et parfaitement dessiné du point de vue hydrodynamique ; il ne comporte aucune plate-forme ni appendice et les deux tourelles doubles de 37 mm AA qui constituent la seule artillerie de ces sous-marins sont encastrées l'une à l'avant, l'autre à l'arrière tandis qu'entre les deux s'ouvre une baignoire profonde comportant des abris blindés pour les vieillards.

Les moteurs électriques de plongée ont une puissance totale de 5 000 ch, égale à celle des Diesel, et assurent une vitesse de 15 à 16 nœuds qui peut être soutenue pendant près de deux heures et qui a été effectivement réalisée, alors que les autres sous-marins dans toutes les marines ont très rarement une vitesse de plus de 10 nœuds en plongée et se contentent la plupart du temps d'un chiffre inférieur. A vitesse réduite (4 nœuds), les sous-marins du type XXI pouvaient enfin demeurer au plongée plus de 3 jours en marche électrique.

La prise de plongée s'effectue sur ces bâtiments en moins de 25 secondes et les sous-marins du type XXI pourraient plonger sans inconvénient à plus de 300 mètres.

On voit, par conséquent, qu'en sortant complètement des sentiers battus les Allemands réalisèrent à la fin de la guerre un type de sous-marin capable d'entreprendre des croisières prolongées et qui aurait été certainement un adversaire dangereux, bien que ses qualités nautiques en surface fussent plutôt moins bonnes

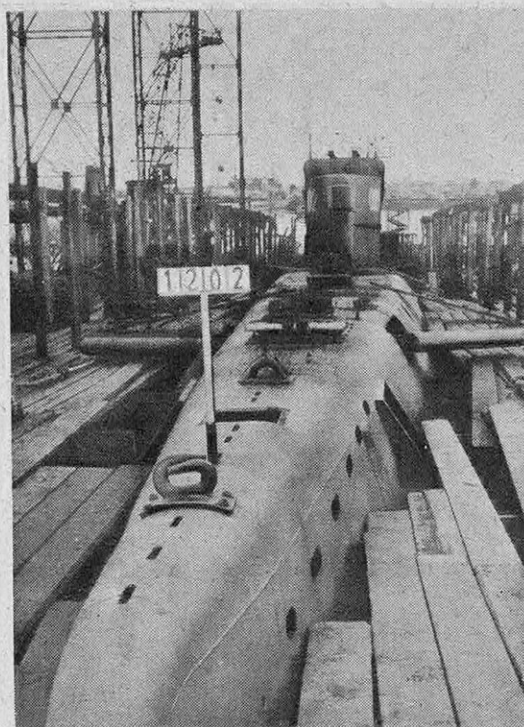


FIG. 11. — LE SOUS-MARIN DE 1 600 T V 1202 EN ACHÈVEMENT A BRÈME

*Ce bâtiment, appartenant au nouveau type XXI de 1 600 t, occupait une des cales sur lesquelles 16 sous-marins, à quelques jours de leur lancement, ont été trouvés lors de la capitulation allemande. Remarquer les lignes très profilées de la coque et du kiosque.*

que sur les types antérieurs, en raison des formes de coque qui ont surtout été étudiées pour réaliser les meilleures performances possibles en plongée.

### Les petits sous-marins, type XXIII

Les sous-marins du type XXIII présentent la caractéristique d'être à coque unique et à très faible flottabilité (10 %) ; ils comportent seulement quatre tronçons d'assemblage. Bien que plus rapides en plongée que les sous-marins allemands antérieurs qui ne pouvaient donner que 7 à 9 nœuds dans les circonstances les plus favorables, ils ne sont pas capables de performances aussi sensationnelles que le type XXI et leur vitesse en plongée est de l'ordre de 10 à 11 nœuds seulement. Ils ne possèdent qu'une ligne d'arbre et offrent cette autre particularité de posséder deux moteurs électriques dont un de croisière de 35 ch. Ce dernier est utilisé au moment du rechargement de la batterie ; tandis que le moteur principal accouplé au Diesel forme groupe électrogène, une partie de la puissance fournie par le moteur principal tournant en génératrice est absorbée par le moteur de croisière. On a pu, grâce à ce dispositif, simplifier la construction du moteur principal qui, n'ayant pas à parcourir une trop grande marge d'allure, puisqu'il ne sert jamais aux faibles vitesses, a pu n'être construit qu'avec un seul induit.

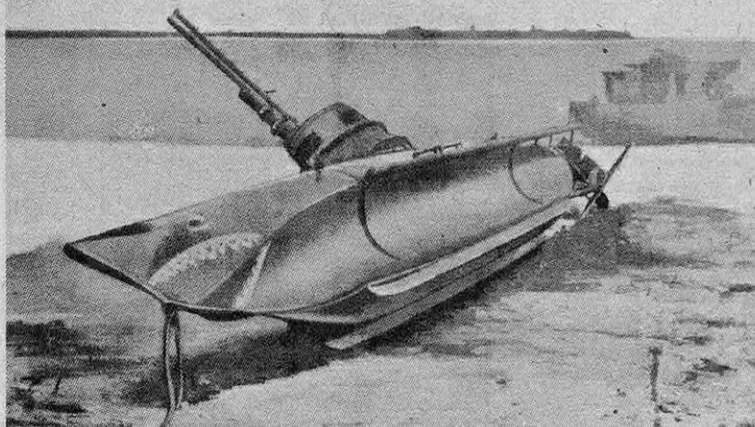


FIG. 12. — UN SOUS-MARIN MONOPLACE DU TYPE « BIBER »  
ÉCHOUÉ SUR LA CÔTE DES FLANDRES.

*Les torpilles étaient logées, une de chaque côté de la quille, dans des évidements et maintenues en place par des sortes de pinces-tenailles.*

### Les sous-marins de poche

Aussitôt après le débarquement allié en Europe, les Allemands mirent également sur cale de nouveaux types de petits sous-marins destinés aux opérations côtières.

Le tableau II indique les caractéristiques principales de ces petits bâtiments dont les

premiers parés sont entrés en service au début de l'automne 1944 et ont participé à de très nombreuses opérations sur les bancs de Flandres et dans l'estuaire de l'Escaut, aux abords d'Anvers.

Dans tous les cas, ces petits bâtiments emportent deux torpilles ou deux mines disposées, une de chaque bord, dans des évidements extérieurs à la coque, et ces engins sont maintenus en place au moyen de pinces-tenailles. Leur endurance, qui est assez considérable pour les « Seehund », comportant la propulsion par Diesel et par moteur électrique, est surtout fonction de l'endurance de l'équipage, qui, même en surface, est obligé, en raison du très faible franc-bord de ces petites unités, de rester enfermé à son poste dans le kiosque.

Près de 200 sous-marins de poche ont été mis en service pendant le premier trimestre 1945 et si beaucoup — sans doute une centaine — ont été mis hors de combat, soit qu'ils aient été coulés, soit qu'ils se soient sabordés ou qu'ils aient été rejetés à la côte, ces petits bâtiments ont remporté un certain nombre de succès dont quelques-uns l'ont été en vue de la côte orientale de la Grande-Bretagne. Ils ne doivent pas être confondus avec les torpilles humaines, que les Allemands appelaient « Marder », constituées

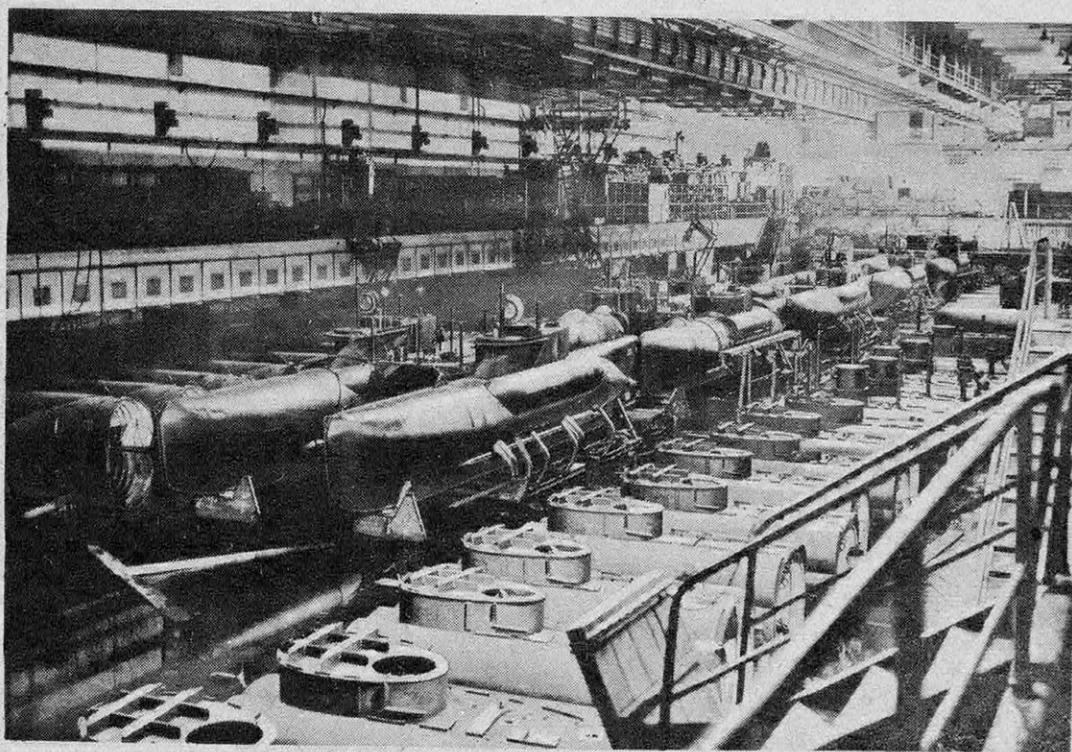


FIG. 13. — UNE CHAÎNE DE MONTAGE DE SOUS-MARINS BIPLACES DU TYPE « SEEHUND »

par deux torpilles automobiles superposées, la torpille supérieure ou porteuse logeant dans son cône le pilote de l'engin. Les « Marder » ne sont pas, au vrai sens du mot, des sous-marins et doivent être rangés dans la catégorie des engins d'assaut au même titre que les vedettes explosives, construites et utilisées en 1944 à l'imitation des Italiens.

### Les projets allemands à la fin de la guerre

Indépendamment des types de sous-marins que nous avons décrits sommairement, les Allemands expérimentèrent, au cours des derniers mois de la guerre, de nouveaux prototypes construits d'après des données entièrement nouvelles en matière de propulsion. Aucun renseignement officiel n'a encore été communiqué à leur sujet : on sait seulement que nos ennemis recherchaient de plus grandes vitesses tant en surface qu'en plongée et ils étaient arrivés dans ce domaine à des résultats fort intéressants puisque certains bâtiments d'essai auraient atteint près de 30 nœuds en surface. Ils auraient réussi à mettre au point un type de moteur unique (turbine alimentée par un mélange gazeux provoqué par une réaction chimique) utilisable aussi bien pour la marche en surface que pour la marche en plongée.

### Les pertes de la flotte sous-marine allemande

Nous terminerons ces notes rapides sur la flotte sous-marine allemande par quelques indi-

TYPE	BIBER (Castor)	SEEHUND (Chien de mer)
Déplacement.....	6 t	16 t
Longueur.....	9 m	11,9 m
Largeur.....	1,45 m	1,60 m
Vitesse en surface ..	6,5 nœuds	8 nœuds
— en plongée ..	6 nœuds	4,5 nœuds
Rayon d'action :		
En surface.....	100 milles	250 milles
En plongée .....	5 milles	à 5 nœuds 50 milles
Équipage .....	1 homme	2 hommes
Armement .....	2 torpilles ou 2 mines	2 torpilles ou 2 mines

TABEAU II. — CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES COMPARÉES DES DEUX TYPES LES PLUS RÉPANDUS DE SOUS-MARINS DE POCHE ALLEMANDS

cations sur les pertes éprouvées au cours de la guerre. D'après les chiffres communiqués par l'Amirauté britannique, 713 sous-marins au moins ont été coulés dont 562 sont attribués aux Anglais ainsi qu'aux marines alliées ayant opéré dans le cadre des formations anglaises (marines française, polonaise, hellénique, néerlandaise, norvégienne libres) et 151 aux Américains.

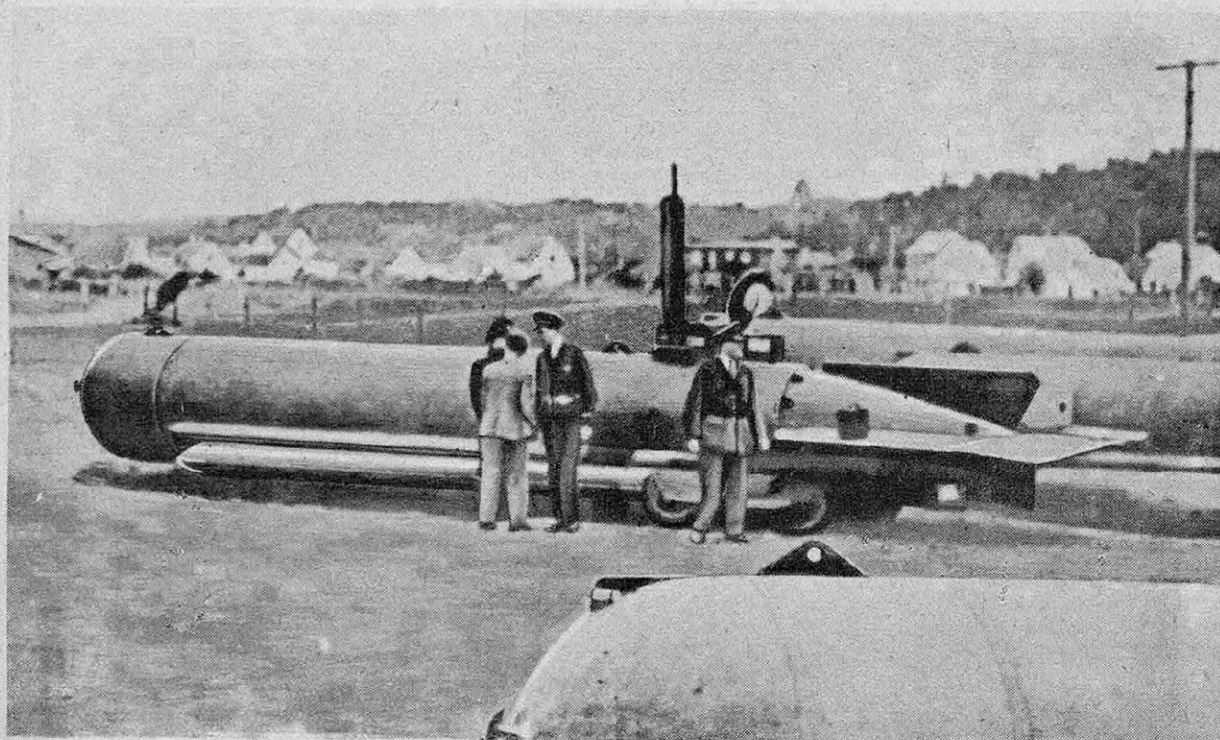


FIG. 14. — SOUS-MARIN MONOPLACE « BIBER » A FORT LYNÆS (DANEMARK)

De formes beaucoup moins étudiées que les « Seehund », les « Biber », sous-marins monoplace, ont été construits en très grand nombre. Remarquez le kiosque, la torpille et les plans des gouvernails de plongée et de direction.

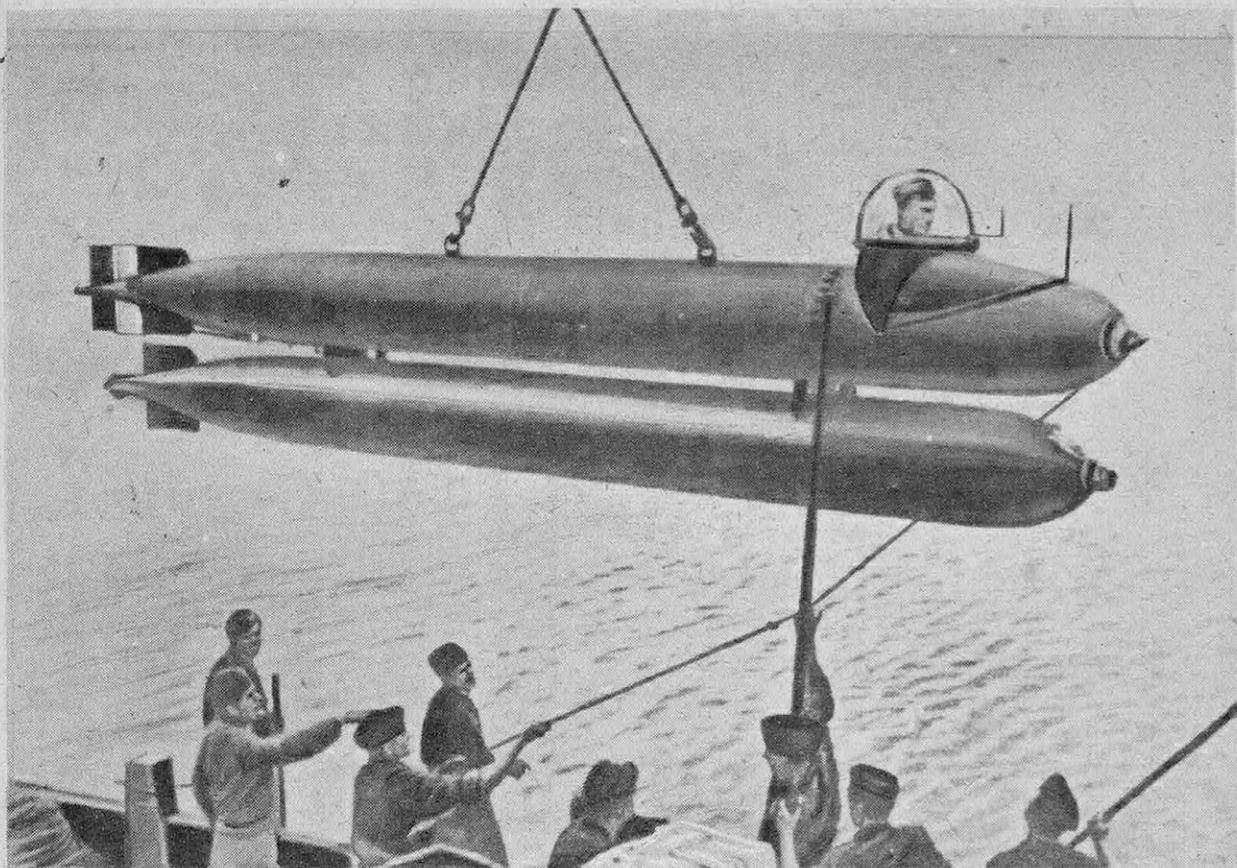


FIG. 15. — UNE TORPILLE MONOPLACE DE LA MARINE ALLEMANDE

*Indépendamment des « Biber » et des « Seehund », la Kriegsmarine a utilisé également des torpilles humaines appelées « Marder » et qui naviguaient en affleurement. Ces engins n'étaient donc pas de véritables sous-marins.*

Sur ces 713 sous-marins, 236 ont été détruits au canon, à la grenade ou à l'abordage par des navires de surface, 39 au cours d'opérations combinées entre navires de surface et avions, 26 par les sous-marins (torpillages) et une centaine ont sauté dans des champs de mines. Tous les autres ont été coulés ou capturés par l'aviation (U 570 par les Anglais, U 505 par les Américains) dont 275 en mer et 37 sûrement détruits au cours de bombardements dans les ports. En comptant pour moitié à l'avantage des avions les sous-marins coulés conjointement avec les navires de surface et en tenant compte du fait que les mines sur lesquelles ont sauté la plupart des sous-marins ont été mouillées dans les chenaux d'accès de leurs bases par les avions des Coastal Command et Bomber Command britanniques, on voit que l'aviation a été la cause directe ou indirecte de la perte de 350 à 400 sous-marins, soit au moins 50 % des disparitions enregistrées par les flottilles de la Kriegsmarine. En outre, près de 150 sous-marins se sont rendus intacts aux Anglo-Saxons; d'autres en nombre inconnu ont été capturés par les Russes dans certains ports baltes et un certain nombre se sont sabordés ou ont été rendus inutilisables par leurs équipages au moment de la capitulation du Reich. Il faut enfin tenir compte qu'un assez grand nombre de sous-marins ont dû être retirés par les Allemands du service actif au cours de la guerre, soit parce que démodés — les navires de guerre vieillissent terriblement vite en temps de guerre — soit parce que condamnés à la suite d'avaries ou d'incidents mécaniques

d'une gravité telle qu'il ne valait pas la peine de les remettre en état.

L'intervention de l'aviation dans la lutte anti-sous-marine fut donc véritablement décisive. On estime, en effet, qu'en 1943 l'aviation coula au moins 137 U-Boote sur les 200 qui furent détruits au cours de ces douze mois, alors qu'elle n'avait inscrit à son tableau des quarante mois précédents que 26 sous-marins. La fameuse « barrière infranchissable » du golfe de Gascogne fut vraiment, pendant de longs mois, une zone de mort presque certaine pour les sous-marinières du Reich et, en trois mois du printemps et de l'été 1943, l'ennemi perdit une moyenne mensuelle de 30 sous-marins, dont près de la moitié purent être comptés aux avions. Ces résultats, qui assurèrent le succès des Alliés dans la bataille de l'Atlantique, ne furent pas atteints sans pertes du côté des Nations Unies. Les Anglais, par exemple, admettent que plus des la moitié des avions du Coastal Command intervenus dans ces opérations furent atteints par la D. C. A. des sous-marins ou détruits par les formations aériennes allemandes envoyées à la rescousse et qui contre-attaquèrent en gros ses formations au départ des aérodromes du littoral français. Cette constatation ne fait que souligner la violence de la lutte engagée sur mer et de tels chiffres témoignent de l'ampleur des efforts alliés et de la ténacité dont ils durent faire preuve pour surmonter la terrible menace qui pesa si longtemps sur eux.

H. LE MASSON.



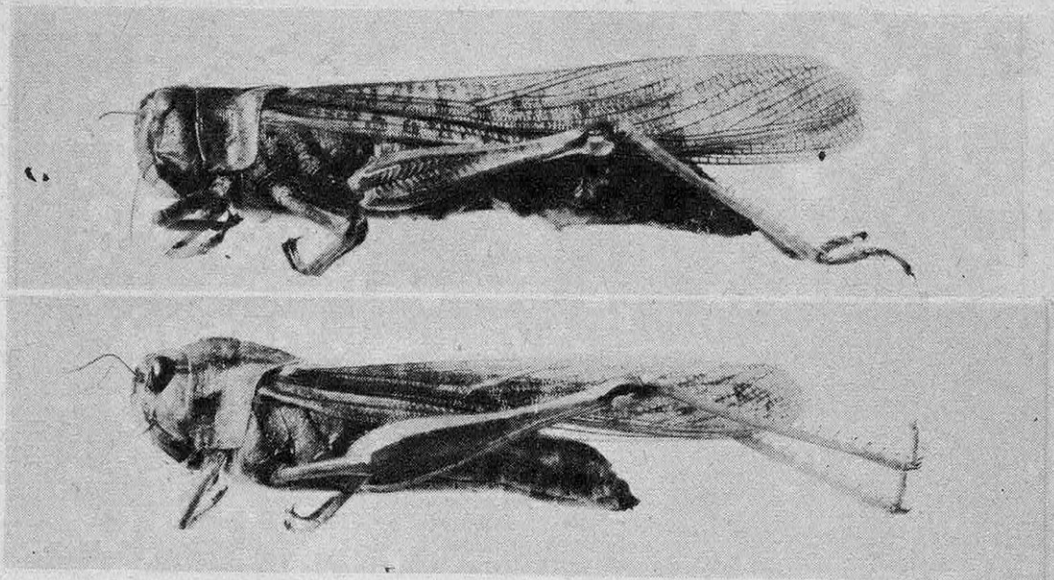


FIG. 1 ET 2. — LES MODIFICATIONS MORPHOLOGIQUES D'UN INSECTE LIÉES A LA VIE EN GROUPE : LES DEUX « PHASES » DE LA SAUTERELLE « LOCUSTA MIGRATORIA »

En bas, l'insecte solitaire (*Locusta danica*); en haut, l'insecte grégaire et migrateur.  
(Photos Le Charles.)

# ANIMAUX GRÉGAIRES ET ANIMAUX SOCIAUX

par Rémy CHAUVIN

Chargé de recherches au Centre National de la Recherche Scientifique

**C**ertains animaux, quand ils s'assemblent (pour des raisons qui nous échappent) en groupements parfois innombrables, ont un comportement différent de celui qu'ils ont à l'état solitaire et semblent animés d'une volonté collective. Les modifications qu'ils subissent ne sont d'ailleurs pas seulement psychiques, mais physiologiques et même anatomiques, l'animal grégaire et l'animal solitaire paraissant parfois appartenir à deux espèces distinctes. Chez les animaux sociaux (abeilles, fourmis, termites), l'action du groupe sur l'individu est encore plus profonde et celui-ci est aussi peu libre, aussi étroitement spécialisé et aussi incapable de vivre isolé qu'une cellule d'un organisme supérieur (animal, plante). Il est vraisemblable que les mécanismes physicochimiques qui commandent les modifications et le comportement des individus d'une société d'animaux ne sont pas extrêmement différents de ceux qui régissent les cellules d'un organisme supérieur, et on peut espérer que la science parviendra à les expliquer.

**L**ES rassemblements habituels ou accidentels des animaux frappent depuis longtemps l'imagination humaine. Les foules immenses d'un petit rongeur, le lemming, les cohortes innombrables des sauterelles, des papillons ou des libellules, etc., ont donné lieu à bien des légendes et des interprétations fantaisistes. Ces phénomènes sont d'autant plus apparents qu'ils s'accompagnent souvent de migration. Pendant des heures, ou même des journées entières, on voit défile, presque sans interruption, des animaux, tous de la même espèce, serrés les uns contre les autres, qui paraissent « hors d'eux-mêmes »,

dans une agitation démentielle. Leur comportement diffère beaucoup de celui de l'animal isolé. Ils paraissent perdre toute crainte, traversent l'eau et le feu et s'attaquent même à l'homme (comme le lemming). Pendant de très longues périodes, ils volent, marchent ou sautent dans la même direction, sans s'en laisser détourner par aucun obstacle. D'autres groupements moins spectaculaires sont tout aussi énigmatiques : comment expliquer, par exemple, les rassemblements de milliers de coccinelles sur les hautes montagnes, toujours sous la même pierre ou sur le même arbre, et cela pendant de nombreuses années consécutives ? Beaucoup



FIG. 3. — UNE SOCIÉTÉ D'INSECTES RELATIVEMENT PEU ÉVOLUÉE : LE NID DE GUÊPES

Ce groupement d'insectes n'est qu'une ébauche très imparfaite des grandes sociétés d'hyménoptères telles que les sociétés d'abeilles et de fourmis. Il n'offre ni un nombre comparable ni une spécialisation aussi poussée des individus qui le constituent.  
(Photo Le Charles.)

d'hommes de science les ont décrits sans pouvoir élucider la nature de la mystérieuse attraction qui amène tous ces animaux sous une pierre ou sur un arbre qui ne diffèrent en apparence en rien de ceux du voisinage. Le problème de l'attraction mutuelle, ou, comme l'a dit Rabaud, de l'*interattraction*, et celui de l'origine des migrations sont parmi les plus mal connus de la biologie. Notre dessein n'est pas de les discuter aujourd'hui, mais d'analyser un aspect nouveau de la physiologie du groupe, à l'ordre du jour dans le monde scientifique depuis ces dernières années.

Tous les animaux qui vivent dans une promiscuité anormale créent les uns pour les autres un milieu spécial : leur respiration, leurs déjections, les excitations sensorielles induites par la continue promiscuité de leurs congénères, tout cela doit influer sur leur croissance ou leur métabolisme. Deux savants français, Bohn et Drzewina, l'avaient pressenti jadis, mais leurs travaux ne rencontrèrent pas l'audience qu'ils méritaient. Il fallut attendre 1934 pour que les Américains, avec Allee, remissent la question sur le tapis ; mais ils n'en ont envisagé qu'un aspect accessoire (protection apportée par le groupement contre des agents toxiques introduits dans le milieu). C'est en France que l'école de Grassé a replacé le phénomène sur le terrain plus intéressant : les modifications physiologiques que subit l'organisme animal lorsqu'il est placé dans un espace restreint, en présence d'autres individus de la même espèce.

Ces modifications sont innombrables ; leur étude est à peine commencée, mais on peut déjà affirmer qu'aucun appareil organique ne

fonctionne de la même façon lorsque l'individu est seul et lorsqu'il fait partie d'un groupe.

### Les sauterelles et leurs transformations

On s'est d'abord intéressé aux animaux et spécialement aux insectes qu'on rencontre habituellement en foules immenses. Parmi ceux-ci, les sauterelles ont d'abord retenu l'attention, à cause de leur importance économique. Elles ont donné lieu, entre les mains d'Uvarov, à une des plus belles découvertes biologiques de ces dernières années.

Cet auteur travaillait, dans le Caucase, sur des sauterelles, les *Locusta migratoria*, qui dévastaient le Sud de la Russie cette année-là ; la campagne était pleine des gros acridiens bruns et noirâtres, à tous les stades. On trouvait aussi quelques larves vertes, beaucoup plus rares, d'un autre acridien très voisin, *Locusta danica*. Le savant avait placé des larves de *danica* dans une cage pour les observer plus commodément. Il dut s'absenter quelques jours sur ces entre-faites. Quelle ne fut pas sa surprise de retrouver à son retour, dans son élevage, quelques larves brunes et actives de *migratoria* se détachant parmi les gros insectes verts et paresseux qui formaient la majorité de l'élevage ! La première réaction d'Uvarov fut d'accuser son assistant d'avoir laissé pénétrer dans la cage quelques-unes des *migratoria* qui pullulaient au dehors. L'autre s'en défendit avec tant d'énergie qu'Uvarov se prit à réfléchir : c'est alors que l'étincelle, qui illumine tout à coup de nouveaux aspects de l'univers et que seuls les esprits préparés savent reconnaître, jaillit tout à coup en lui. Si *migratoria* et *danica* étaient en réalité une seule espèce, ou, comme il le dit plus tard, deux phases de la même espèce, transformables l'une dans l'autre par l'isolement ou le groupement ? L'expérience suivit de près l'hypothèse et la confirma. *Danica* donne *migratoria* par le groupement ; *migratoria* isolé redonne *danica*. Les deux espèces diffèrent par de très nombreux caractères, l'activité, l'appétit, la taille ; les particularités morphologiques, et surtout la pigmentation. La découverte d'Uvarov fut étendue par la suite à toutes les espèces d'acridiens migrants : on apprit ainsi que les espèces de sauterelles qui forment de par le monde des nuées dévastatrices existent sous deux formes : la migratrice ou grégaire est connue de tout le monde, mais on ne prêtait pas attention jusqu'ici à la forme isolée ou solitaire, verte, peu commune, et qui se dissimule habituellement dans les buissons de certaines aires bien délimitées, les aires grégariques. C'est des aires grégariques que partent les nuées de sauterelles. Sous l'action de facteurs inconnus (certains ont pensé aux taches du soleil), le solitaire pond subitement des quantités d'œufs ; les éclosions en masse rapprochent les jeunes sur un espace restreint ; ils deviennent alors grégaires et migrants et s'envolent dès que les ailes leur ont poussé au stade adulte pour aller porter la ruine à des centaines de kilomètres à la ronde. Les migrants ne se maintiennent pas indéfiniment ; les épidémies, les prédateurs, les intempéries les détruisent par millions ; les individus subsistants et clairsemés deviennent solitaires, mais, pour des raisons qui ne sont pas encore parfaitement claires, les solitaires ne peuvent se maintenir indéfiniment, sauf dans leur aire grégarique. Quelques mois après une nuée de sauterelles, il n'en reste donc plus une seule

dans les aires d'invasion. Malheureusement, le cycle peut recommencer très fréquemment, parfois pendant plusieurs années consécutives (c'est le cas en Afrique du Nord actuellement).

De quels facteurs physiologiques précis dépend la transformation d'une phase dans l'autre ? Il suffit de grouper deux ou trois jeunes solitaires dans un espace resserré pour observer, dès la mue suivante, la transformation en grégaires ; elle se produit même sous l'effet du groupement avec d'autres acridiens non grégaires d'espèce différente. Nous avons envisagé d'abord, pour expliquer le phénomène, l'hypothèse d'une émission, par les sauterelles, d'une radiation spéciale, analogue aux rayons « mitogénétiques » proposés par Gurwitsch, qui seraient émis par de nombreuses cellules vivantes et auraient la propriété d'exciter la prolifération cellulaire. Partant de cette supposition, nous avons isolé des sauterelles dans de petites cages très plates séparées par des cloisons de bois, de papier, de métal, de verre, de gélatine, etc. dans l'espoir d'arrêter la radiation problématique. Les résultats furent négatifs ; toutefois, les sauterelles séparées par des cloisons transparentes avaient une pigmen-

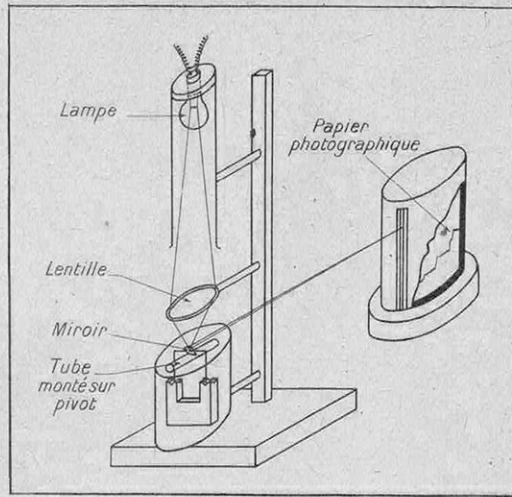


FIG. 4. — L'APPAREIL QUI « MESURE » L'ACTIVITÉ DES INSECTES : LE MICROACTOGRAPHE

Les insectes étudiés sont enfermés isolément ou en groupe dans un petit tube monté sur pivot. Leurs déplacements à l'intérieur du tube provoquent des oscillations de celui-ci. Grâce à un dispositif optique simple (faisceau de lumière réfléchi sur un miroir lié au tube), les oscillations sont amplifiées et enregistrées sur une bande de papier photographique.

mais seulement chez l'adulte, le sens antennaire. Les mâles adultes solitaires gris ou verdâtres prennent en effet une teinte jaune citron lorsqu'on les groupe ; cette couleur caractérise les mâles grégaires. Mais elle ne se développe plus chez les solitaires groupés après section des antennes.

Cependant, si la vue est très importante dans la genèse de la pigmentation grégaire, on peut se demander ce qu'il faut que l'insecte voie

tation plus proche du type grégaire que les autres. On peut recommencer l'expérience sous une autre forme, en plaçant un solitaire dans un manchon de verre au milieu d'une foule de grégaires. Il devient alors typiquement grégaire au bout de quelques mues. Mais l'expérience ne réussit pas dans l'obscurité complète. Faut-il donc conclure que la vue et la vue seule importe dans le déclenchement du grégairisme ? Une telle affirmation serait trop absolue : en effet, des solitaires groupés sans obstacle, dans l'obscurité complète, deviennent cependant grégaires. Un autre sens peut donc suppléer la vue, et diverses considérations, trop longues à développer ici, amènent à conclure que ce ne peut être que le tact. Il faut même y ajouter,

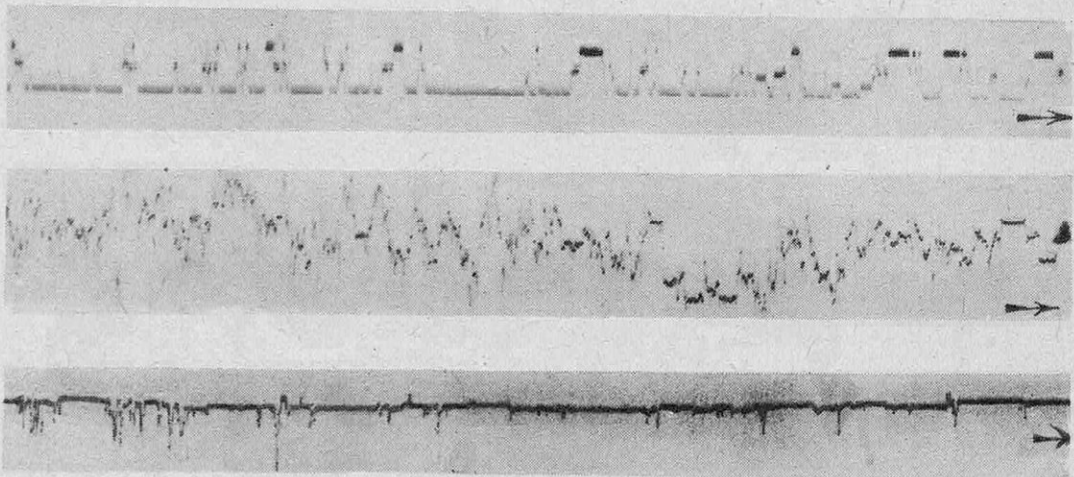


FIG. 5. — L'ACTIVITÉ DES FOURMIS DIFFÈRE SUIVANT QU'ELLES SONT ISOLÉES OU EN GROUPE

En haut, l'activité d'une fourmi isolée enregistrée au microactographe (fig. 4). Au milieu, l'activité de cinq fourmis, activité beaucoup plus intense que celle de l'individu isolé, mais désordonnée. En bas, courbe obtenue avec cinq fourmis auxquelles on a ajouté la reine. Les fourmis sont plus calmes et leurs déplacements sont mieux coordonnés.

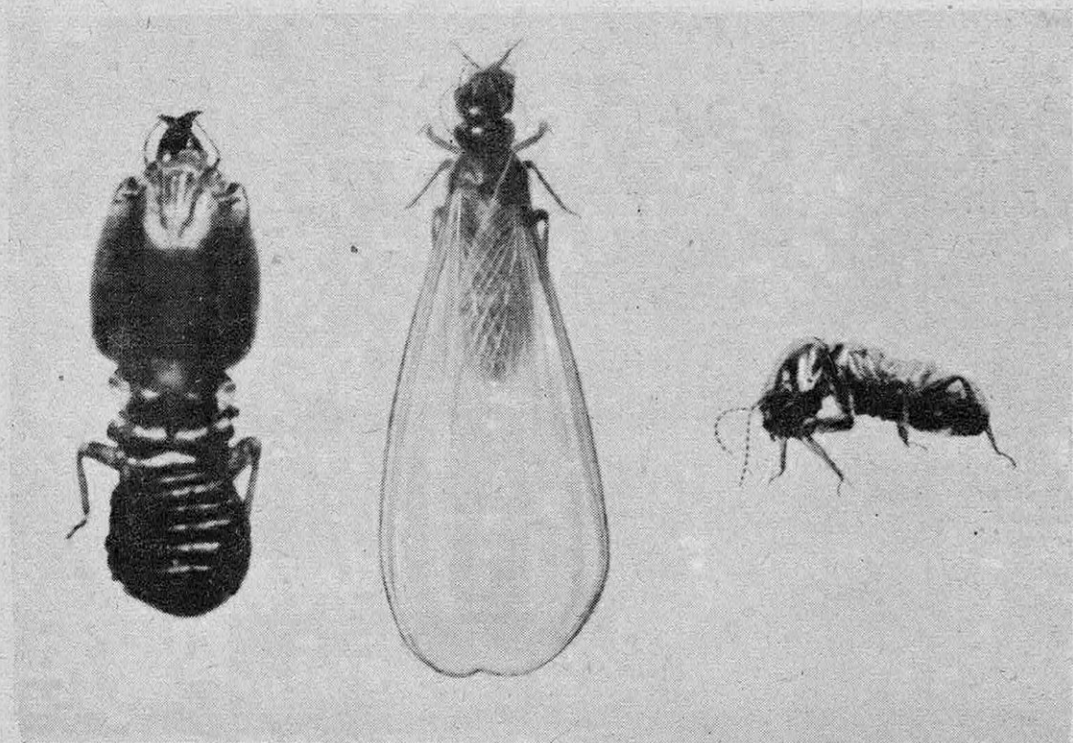


FIG. 6. — LA SPÉCIALISATION ÉTROITE DES DIFFÉRENTES « CASTES » D'UNE TERMITIÈRE S'ACCOMPAGNE DE MODIFICATIONS TRÈS PROFONDES DE LEUR ASPECT

En haut, de gauche à droite: un soldat, une ouvrière, un mâle ailé. La reine est représentée avec un grossissement moins fort à la figure 7. (Photo Le Charles).

pour changer de phase. Est-ce une forme, une couleur caractéristique ? Il ne le semble pas. D'abord la vue des insectes est, en général, assez mauvaise. Puis le groupement avec des individus d'autre espèce, de forme et de couleur différentes, produit le même résultat que le groupement homospécifique. Par contre, le criquet solitaire placé au milieu d'autres criquets grégaires, mais morts, reste solitaire. C'est donc

la vision du mouvement, d'un type particulier de mouvement non encore élucidé, qui provoque le grégarisme.

#### Le pigeon isolé

Ces phénomènes étranges ne se rencontrent pas seulement chez les sauterelles. Le pigeon commun va nous raconter une histoire aussi extraordinaire. Le mâle du pigeon peut nourrir



FIG. 7. — LA REINE D'UNE TERMITIÈRE DONT L'ABDOMEN BOURRÉ D'ŒUFS ATTEINT 7 CM DE LONGUEUR (Photo Le Charles.)

les petits, comme la femelle, à l'aide d'une sécrétion lactée qui se développe dans son jabot à maturité sexuelle. Mais elle ne se produit pas, pas plus que les œufs de la femelle ne peuvent mûrir, dans l'isolement absolu. La présence d'un congénère du même sexe ou d'un sexe opposé rétablit la sécrétion ; un miroir même suffit à ce résultat (chez les sauterelles, le solitaire isolé entre quatre miroirs reste solitaire).

### Le poisson rouge

On a retrouvé des faits très voisins chez les poissons rouges : leur consommation d'oxygène varie avec la présence ou l'absence de leurs congénères et, comme chez le pigeon, un simple miroir suffit à modifier leur métabolisme.

On voit que l'étude des « effets de groupe » ouvre un champ plein de promesses à la physiologie comparée ; mais nous allons rencontrer, en étudiant les sociétés animales, des phénomènes plus caractéristiques encore.

### La vie à l'état isolé impossible chez les insectes sociaux

Il était naturel de penser que l'effet de groupe devait être particulièrement marqué chez les insectes sociaux qui vivent sans cesse les uns près des autres à l'intérieur de la ruche, de la fourmilière ou de la termitière. L'expérience a montré en effet que l'action du groupe sur l'individu était si forte que l'abeille, la fourmi ou le termite ne peuvent vivre plus de quelques jours dans l'isolement absolu. A quoi est due leur mort rapide, nous l'ignorons encore, mais des expériences méthodiquement poursuivies finiront bien par nous l'apprendre. Nous saurons alors en quoi consiste véritablement le « lien social » et nous sortirons de la logomachie où se débattent actuellement trop de discussions sur les sociétés animales.

### La régulation de l'activité chez les fourmis

Le phénomène cité plus haut n'est que la résultante de multiples interactions sociales. On peut aller plus loin et tenter d'en reconnaître quelques-unes. L'activité des individus suivant les heures de la journée, ses variations avec le groupement sont faciles à étudier avec un petit appareil très simple, le *microactographe*. C'est un tube de rhodoïd très mince monté, comme le représente la figure 4, sur une boucle d'acier dont les deux extrémités reposent sans frottement dans une petite cupule creusée dans un bloc métallique. Un fragment de miroir est fixé à 45° sur la partie supérieure de la boucle, et on projette sur le miroir, à l'aide d'une lentille de quelques dioptries, l'image du filament d'une petite lampe ; cette image est renvoyée sur un papier photographique enroulé sur un cylindre enregistreur. Les moindres inclinaisons du tube, provoquées par la marche de l'insecte enfermé en son intérieur, sont amplifiées par les déplacements du spot et enregistrées sur le papier. On peut étudier ainsi l'activité spontanée d'animaux de quelques dixièmes de milligramme de poids ; l'étude de l'activité d'une puce n'est pas au-dessus des possibilités de l'appareil.

Les expériences ont principalement porté sur les toutes petites fourmis du genre *Leptothorax* qui vivent à l'intérieur de brindilles pourries. L'activité de l'ouvrière isolée ne présente rien de bien particulier (fig. 5) ; nous voyons qu'elle

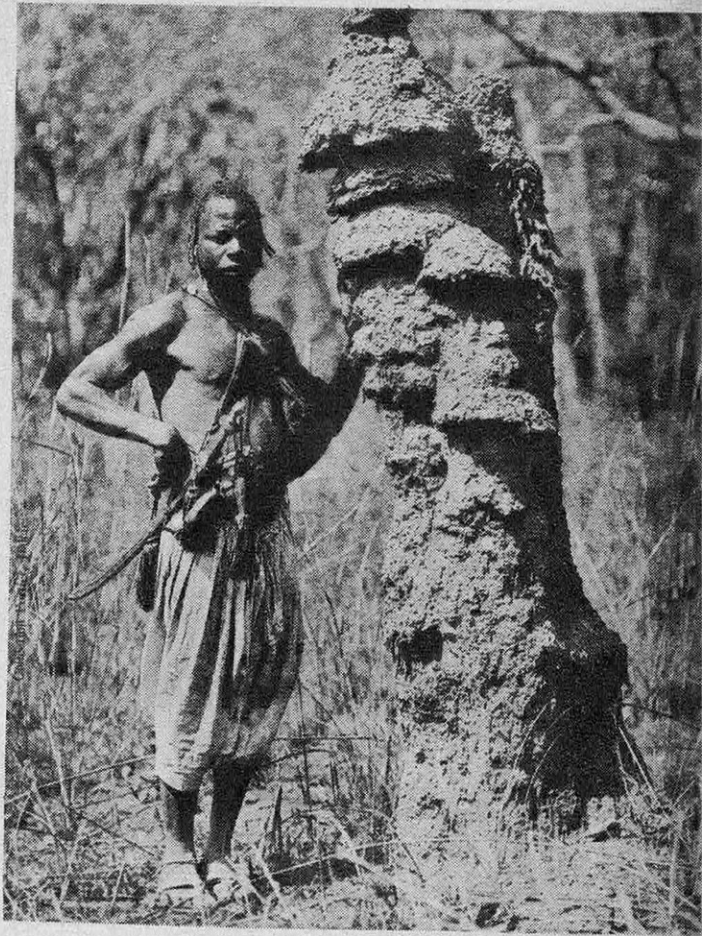


FIG. 8. — UNE TERMITIÈRE EN AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE

(Photo Le Charles.)

augmente sensiblement en cas de groupement avec plusieurs congénères. Mais la présence de la reine ou du couvain (ou mieux des deux à la fois) calme soudainement l'agitation et le papier photographique ne montre plus que de rares oscillations de peu d'amplitude. La reine joue le rôle d'un véritable *peace-maker*, on ne sait trop par quel mécanisme.

### Comment l'ordre s'établit dans la ruche

Nous sommes encore là à un niveau assez inférieur de l'activité sociale. Franchissons un degré de plus, et nous en arriverons à l'étude des réactions qui maintiennent l'ordre et la coordination dans la société. Il en est de bien curieuses. Rösch a remarqué, par exemple, que le travail était réparti dans la ruche suivant l'âge des ouvrières. Les jeunes à peine écloses se chargent de l'entretien de la ruche, puis deviennent nourrices du troisième au quinzième jour, puis bâtisseuses. Enfin, elles sortent de la ruche et butinent les fleurs jusqu'à leur mort. A l'aide d'ingénieux dispositifs, Rösch a pu exclure de la ruche toutes les nourrices, par exemple. Après un moment de trouble, une partie des butineuses restent à la ruche ; les glandes céphaliques spéciales qui secrétaient la pâtée des larves et qui s'étaient atrophiées recommencent à fonctionner, et le couvain

ne péricite pas ; si l'on élimine par contre toutes les butineuses, une partie des nourrices voient ces glandes régresser prématurément, sortent de la ruche et vont recueillir nectar et pollen avant l'âge normal. Il y a donc une régulation sociale qui permet à la ruche de franchir les moments difficiles. Quant aux moyens par lesquels elle s'exerce, la biologie expérimentale est bien loin de nous les faire soupçonner encore.

### Les piliers des termites

Mais il y a mieux, et la coordination sociale nous montre des faits plus étonnants, comme l'a remarqué Grassé chez les termites. Les « ouvriers » des termites sont tous aveugles et lucifuges, personne ne l'ignore. Ils construisent l'édifice compliqué de la termitière rigoureusement à tâtons, et pourtant arrivent à édifier à la partie inférieure du nid d'énormes piliers coniques très régulièrement arrondis, plusieurs milliers de fois plus volumineux que les minuscules insectes qui les ont construits. De même, si l'on isole la reine et une poignée de termites dans un cristallin avec de la sciure, les ouvriers ne tardent pas à abriter leur reine en lui construisant une loge spéciale dont la caractéristique est sa voûte parfaitement régulière. Or cette voûte est commencée de chaque côté de la reine (la reine du termitier envisagée ici est plusieurs milliers de fois plus grosse que les ouvriers) indépendamment, par des ouvriers aveugles, répétons-le, et cependant les deux moitiés de l'arche se rejoignent très exactement au-dessus de la reine. On reste confondu devant une pareille précision obtenue par des procédés qui nous sont rigoureusement inconnus. Nous mesurerons mieux, en présence de pareils faits, notre ignorance du déterminisme profond de la vie sociale.

### Le despotisme

L'effet du groupe a été moins étudié chez les vertébrés que chez les invertébrés. On s'est surtout attaché à préciser l'organisation élémentaire du groupe, caractérisée par l'apparition d'un phénomène nouveau, la *dominance*, ou *despotisme social*. Une troupe de poulets, par

exemple, paraît former une horde assez anarchique, où les membres se lancent des coups de bec continuels. Et, pourtant, Schjelderup-Ebbe, en comptant ces coups de bec, a mis en lumière un fait bien curieux : *ils ne sont pas donnés au hasard*. Un individu dominant, qui ne se distingue extérieurement en rien de ses congénères, leur donne à tous des coups de bec et n'en reçoit jamais. Au-dessous de lui un autre n'est attaqué que par le premier et attaque tous les autres. Un troisième est rossé par les deux premiers, mais s'en venge sur tous les autres. Il y a ainsi une hiérarchie complexe et relativement fixe, qu'on retrouve aussi au moment de la copulation.

Les phénomènes de dominance paraissent très répandus chez tous les vertébrés (il n'est pas impossible qu'ils existent aussi chez les invertébrés). On les connaît chez les poissons et chez les mammifères. Mais un autre aspect de l'organisation du groupe est la délimitation du territoire qui revient à chaque individu ou à chaque couple. Ce territoire est extrêmement bien connu de l'animal intéressé et défendu avec rage contre les intrusions des congénères. Les oiseaux et les mammifères ont été très bien étudiés à ce point de vue ; là, comme précédemment, les hormones sexuelles paraissent intervenir.

### Et chez l'homme

Et l'homme ? direz-vous. Ne rencontre-t-on point chez lui des traces de cette organisation spontanée et instinctive ? Les phénomènes de dominance chez l'homme, connus dès longtemps par le bon sens populaire, n'ont pas échappé aux psychologues d'outre-Atlantique. Mais, pour le reste, nos données sont désespérément fragmentaires. La biologie humaine nous est infiniment plus mal connue que celle des insectes, par exemple. Mais il n'est pas possible de douter que des recherches sur les modalités de l'effet de groupe chez l'homme n'apporteraient là aussi une riche moisson de faits inattendus et renouvèraient l'aspect traditionnel de la sociologie.

R. CHAUVIN.

Il y a un siècle déjà, Charles Darwin reconnaissait le pouvoir fertilisant pour le sol des vers de terre. Ce n'est que récemment toutefois que l'on a cherché à tirer pratiquement parti de ce pouvoir en « domestiquant » le ver de terre. On a pu constater en effet qu'à la densité de 350 par mètre cube (ce qui correspond à 2 500 000 par hectare) les vers de terre peuvent accroître les récoltes de 100 à 300 % et qu'avec un nombre de vers moins élevé on peut déjà obtenir des améliorations de rendement très sensibles. En un an, le nombre de vers précité peut transformer en la terre arable la plus riche que l'on connaisse 200 t de sol aride en transformant les déchets animaux et végétaux (cadavres d'insectes, racines mortes, etc.) en excréments qui renferment sous une forme concentrée les principaux éléments nutritifs favorisant la croissance des plantes.

Le ver de terre est extrêmement prolifique et facile à élever. Selon le Dr Thomas J. Barrett, spécialiste du ver de terre, on peut pratiquer cet élevage dans une simple boîte en fer-blanc. Les œufs ont une période d'incubation de quatorze à vingt et un jours. Les vers fraîchement éclos se développent pendant soixante à quatre-vingt-dix jours, puis commencent à pondre à leur tour.

La fertilisation par les vers de terre semble surtout avantageuse pour les cultures potagères et horticoles.

# SIGNAUX ET POSTES D'AIGUILLAGE

par M. A. LEMONNIER

Ingénieur en Chef Honoraire à la S. N. C. F.

**L**a sécurité de la circulation des trains sur le réseau des voies ferrées exige l'emploi de dispositifs capables d'indiquer à distance aux mécaniciens l'état de liberté des tronçons où ils vont engager leurs convois. D'où les divers signaux de voie libre, d'avertissement, d'arrêt permissif, d'arrêt absolu, qui résolvent le problème avec le minimum de perte de temps pour les trains rapides. Lumineux de jour comme de nuit, ces multiples signaux sont commandés par les postes d'aiguillage chargés, d'une part, de préparer par le jeu des aiguilles la voie pour le train attendu et, d'autre part, d'en assurer la sécurité en interdisant au moyen de signaux appropriés tout itinéraire dangereux. D'immenses progrès ont été réalisés dans ce domaine depuis l'ancien poste à leviers manuels simples jusqu'à celui comportant les enclenchements entre leviers, le transit, l'approche et le contrôle impératif, et où un profane pourrait, sans risque de provoquer un accident et sans autre inconvénient que d'arrêter inutilement certains trains, manipuler à sa guise les multiples leviers du poste. Si, à ces dispositifs remarquables, on ajoute ceux de la répétition des signaux à bord des locomotives, on ne s'étonnera pas que le pourcentage d'accidents sur la voie ferrée soit aujourd'hui extrêmement faible.

**L**a signalisation des chemins de fer apparaît, a priori, comme extrêmement complexe, et le nombre de signaux existant aux abords des grandes gares inquiète parfois quelque peu le voyageur qui, tout en admirant l'habileté professionnelle des aiguilleurs qui manœuvrent ces signaux et celle des mécaniciens qui les observent, redoute quelque défaillance de ces employés dont la tâche lui paraît surhumaine.

Il est incontestable que le métier d'aiguilleur, comme celui de mécanicien, ne peut être confié qu'à des agents instruits et consciencieux ; mais il convient néanmoins de rassurer les voyageurs, en montrant comment une très grande partie des dispositifs modernes de signalisation a précisément pour but d'aider ces hommes dans leur tâche délicate.

Nous allons donc passer en revue le sens des signaux de chemin de fer ; puis nous examinerons rapidement les mesures prises pour aider les aiguilleurs à manœuvrer correctement ces signaux et pour permettre aux mécaniciens de les observer. Nous terminerons enfin par une indication des résultats obtenus.

## Que signifient les signaux ?

Rappelons d'abord les principes, très simples, de la signalisation.

Un aiguilleur peut être dans la nécessité d'arrêter un train : il lui présente alors un signal d'arrêt, toujours rouge.

Il peut également avoir besoin de faire ralentir un train : il lui présente alors un signal de ralentissement, toujours jaune.

Il peut enfin n'avoir aucune objection à laisser passer le train à toute vitesse : il ne lui présente alors aucun signal, ou il lui montre un feu vert.

Et, plutôt que d'exposer ici une doctrine complète de la signalisation, nous allons tenter de « vivre » cette signalisation en accompagnant sur sa machine, par la pensée, le mécanicien

d'un train rapide circulant à grande vitesse sur une ligne bien équipée : Paris-Le Mans, par exemple, ou Les Aubrais-Saint-Pierre-des-Corps ; ces deux sections sont tout à fait comparables, puisque l'une et l'autre sont équipées exclusivement avec des signaux lumineux de jour et de nuit (nous dirons tout à l'heure l'intérêt de ces signaux) et que les trains, remorqués électriquement, peuvent y atteindre en temps de paix la même vitesse limite de 130 km/h. Nous rencontrons un signal lumineux (fig. 1), tous les 1 500 mètres environ. Pendant un long parcours, tous présentent un feu vert ; c'est pour nous l'assurance que la voie est libre devant nous et que nous pouvons continuer en vitesse.

Voici cependant un des signaux qui donne un feu jaune. Ce feu jaune est le signal « d'avertissement » ; il nous avertit à distance que, à 1 500 mètres environ devant nous, il ne nous est pas possible de passer en vitesse. Cet avertissement sera précisé par le signal suivant, qui va nous dire exactement ce que nous devons faire : nous arrêter si la voie est occupée, ou ralentir si l'itinéraire que nous suivons ne peut être parcouru sans danger qu'à petite vitesse. Notez bien que ce feu jaune d'avertissement qui, sur les lignes non équipées en signaux lumineux, est remplacé le jour par un losange de tôle peint en jaune (fig. 2) est toujours présenté à distance du point où l'arrêt ou le ralentissement doivent être observés. Cette notion de la signalisation à distance est tout à fait caractéristique du chemin de fer pour qui elle est une nécessité absolue. Il ne faut pas perdre de vue en effet que, si on le compare à l'auto dont les roues en caoutchouc roulent sur du macadam rugueux, le chemin de fer, dont les roues en acier roulent sur des rails également en acier, freine mal. C'est ainsi, par exemple, qu'un train rapide, dont tous les essieux sont pourtant freinés, peut avoir parfois besoin de 1 400 mètres environ pour obtenir l'arrêt, par exemple quand il marche

à 130 km/h sur une pente de 8 mm/m, par temps humide rendant le rail « gras ». On conçoit donc la nécessité d'avertir à distance le mécanicien d'un train qu'on veut arrêter ou faire ralentir à très faible vitesse. Ajoutons d'ailleurs que, si cette signalisation à distance est, comme nous venons de le voir, la conséquence d'une certaine infériorité technique du chemin de fer, elle constitue, par contre, pour lui un élément de sécurité très important, ne serait-ce que par le repos d'esprit qu'elle entraîne pour le mécanicien. Revenons, en effet, par la pensée sur la machine de notre train. Le mécanicien n'a aucunement besoin d'être en permanence prêt à exécuter d'extrême urgence un freinage très rapide ; quand il aperçoit le feu jaune d'avertissement, il se contente d'effectuer un freinage progressif, ramenant doucement la vitesse de son train à un taux assez bas pour qu'il puisse obéir facilement, le cas échéant, à l'ordre d'arrêt que va peut-être lui donner le signal suivant. Il est hors de doute que la tâche du mécanicien, même quand il conduit un train marchant pendant plusieurs centaines de kilomètres à une vitesse de l'ordre de 120 km/h, est, de ce fait, beaucoup plus aisée que celle d'un chauffeur d'automobile circulant à grande vitesse sur une route où, contrairement à ce qui se passe

sur la voie ferrée, les obstacles ne sont pas « protégés » à distance.

En fait, le mécanicien de notre train, qui avait abordé à 130 km/h le feu jaune d'avertissement, a ramené sa vitesse aux environs de 100 km/h. Il aperçoit alors dans le lointain le signal suivant qui donne également un feu jaune d'avertissement ; il n'y a donc aucune raison d'arrêter à ce signal suivant, ni même d'y passer à très faible vitesse, et le mécanicien continue sa route en maintenant simplement une vitesse quelque peu réduite. Trois ou quatre signaux lumineux sont ainsi franchis successivement à cette vitesse réduite, puis en voici de nouveau un qui donne le feu vert de voie libre. Dès qu'il l'aperçoit, le mécanicien reprend sa vitesse normale, ou, de préférence, la vitesse maximum autorisée, soit 130 km/h, pour regagner les quelques minutes que lui ont fait perdre les feux jaunes rencontrés.

Que s'est-il donc passé ? C'est que nous suivions à faible intervalle, de l'ordre de 5 minutes, un autre train marchant à la même vitesse que le nôtre. Pendant assez longtemps, cet autre train a, comme le nôtre, circulé tout à fait régulièrement à grande vitesse et il n'y avait aucune raison de ne pas nous laisser continuer nous-mêmes à cette grande vitesse ; les signaux étaient donc au vert. Mais, à un certain moment, ce premier train a, pour une raison quelconque, ralenti pendant 5 ou 6 km aux environs de 100 km/h, et nous nous serions rapprochés de lui d'une façon qui aurait pu devenir dangereuse, si nous n'avions pas nous-mêmes ralenti. Ce ralentissement nécessaire nous a été imposé par les feux jaunes rencontrés.

Mais, 50 km plus loin, voici un nouveau feu jaune d'avertissement ; nous freinons de nouveau, et quelques centaines de mètres plus loin, nous marchons environ à 100 km/h, quand nous apercevons le signal suivant au rouge, nous donnant donc un ordre d'arrêt. Nous continuons à freiner doucement et nous venons, sans difficulté, nous arrêter au pied de ce signal.

Le signal d'arrêt peut présenter deux indications différentes. L'une est constituée par deux feux rouges, l'autre par un seul feu rouge. La première, qui est un signal carré fermé, constitué le jour, sur les lignes non équipées en signaux lumineux, par une plaque rectangulaire ou carrée de tôle, peinte en damier rouge et blanc (fig. 2), est utilisée pour arrêter un train qui, en continuant sa route, risquerait de prendre en écharpe un autre train, ou d'être pris en écharpe par lui, par exemple à une bifurcation. Le carré fermé est donc rigoureusement infranchissable et le train qu'il a arrêté doit attendre son ouverture. L'autre indication possible d'arrêt comporte un seul feu rouge et elle constitue un sémaphore fermé. Cet autre signal d'arrêt, réalisé le jour, sur les lignes non équipées en signaux lumineux, par une aile horizontale peinte en rouge (fig. 8), est utilisé pour arrêter un train suivant de trop près un autre train parcourant le même itinéraire. Le sémaphore fermé est naturellement moins absolu que le carré fermé, puisque, en le franchissant, un mécanicien ne risque pas de prise en écharpe et qu'il lui suffit, pour éviter tout accident, de marcher avec assez de prudence pour éviter de rattraper le train précédent, peut-être arrêté sur la voie. Aussi le mécanicien est-il autorisé à franchir le sémaphore fermé après arrêt, dans des conditions qui varient quelque peu d'une ligne à l'autre, sui-

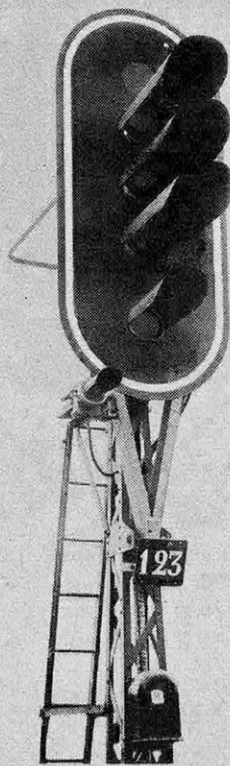


FIG. 1. — SIGNAL LUMINEUX MUNI DE BONNETTES AMÉLIORANT LA VISIBILITÉ DE JOUR

Ce signal peut présenter au mécanicien : un feu vert de voie libre, un feu jaune d'avertissement, un feu rouge (sémaphore fermé) ou deux feux rouges (carré fermé). (Photo S. N. C. F.)



vant le type de « block » (1) en service sur cette ligne, mais qui comportent toujours essentiellement l'obligation de marcher « à vue », c'est-à-dire à une vitesse que le mécanicien fixe lui-même dans chaque cas suivant les circonstances (tracé et profil de la voie, état de l'atmosphère, moyens de freinage du train...), mais qui doit être assez lente pour que le train puisse être arrêté sans heurter la queue du train précédent.

Et nous en terminerons avec le sens des signaux en indiquant qu'après un signal d'avertissement présenté, un mécanicien peut parfois rencontrer au signal suivant deux feux jaunes placés l'un au-dessus de l'autre : c'est le signal de « rappel de ralentissement ». Ce signal, constitué le jour, sur les lignes non équipées en signaux lumineux, par un triangle jaune, la pointe en bas, impose au mécanicien de ne pas dépasser la vitesse de 30 km/h sur les aiguilles qui suivent le signal. Il est utilisé en avant de certaines aiguilles abordées par la pointe quand le train est dirigé sur une voie déviée sur laquelle l'accès en vitesse entraînerait un déraillement.

### Les postes d'aiguilleurs : enclenchements

Nous connaissons maintenant le sens des signaux. Il nous reste à examiner les mesures prises pour permettre aux aiguilleurs de les manœuvrer correctement et aux mécaniciens de les observer à coup sûr.

Depuis longtemps, les signaux et les aiguilles de toute une zone sont manœuvrés à distance d'un « poste d'aiguillage » où sont groupés leurs leviers. C'est à l'aiguilleur qu'il appartient, avant chaque train, de préparer la voie pour ce train, c'est-à-dire de placer dans la position voulue les diverses aiguilles sur lesquelles doit passer le train, puis d'ouvrir ensuite les signaux convenables. Il ne doit, évidemment, procéder à cette ouverture qu'après avoir fermé ou maintenu à la fermeture certains autres signaux ; c'est ainsi, en particulier, qu'il doit évidemment fermer les carrés (et, bien entendu, les avertissements correspondants) qui permettraient le passage d'un autre train pouvant prendre en écharpe le premier. Il est bien évident que, si rien ne venait en aide aux aiguilleurs, cette manœuvre correcte des leviers serait extrêmement difficile dans les grands postes, qui, dans certaines gares aux aménagements compliqués, groupent souvent plus de cent leviers de signaux et d'aiguilles (fig. 3). Et même dans un tout petit poste d'aiguillage, celui d'une simple bifurcation située en pleine voie, par exemple, où une erreur de conception de l'aiguilleur est extrême-



FIG. 2. — SIGNAL CARRÉ ET SIGNAL D'AVERTISSEMENT GROUPÉS SUR LE MÊME MAT

On aperçoit, en avant de ce « signal combiné », un « tableau indicateur de vitesse » imposant à tous les trains une limitation de vitesse à 30 km/h. (Photo Goursat.)

mement peu probable, il resterait à craindre une erreur matérielle de la part de cet employé. Rien n'est, en effet, plus facile que de manœuvrer par erreur le levier voisin de celui qu'on veut manœuvrer. Et les conséquences d'une telle erreur pourraient être si graves que, depuis fort longtemps, tous les postes d'aiguilleurs français comportent des « enclenchements », c'est-à-dire des relations matérielles établies entre les divers leviers de signaux et d'aiguilles, dans des conditions telles que l'aiguilleur ne puisse pas matériellement réaliser une combinaison dangereuse. Si, par exemple, deux carrés permettent l'accès sur une même voie et que l'un d'eux soit ouvert, l'aiguilleur qui tenterait par erreur d'ouvrir l'autre sentirait le levier de cet autre signal résister matériellement à son effort et empêcher ainsi l'erreur qu'il est sur le point de commettre.

### Enclenchements de transit et d'approche

Les enclenchements *entre leviers* dont nous venons de parler constituent un élément de sécurité considérable et, pendant longtemps, il ont été parfaitement suffisants. Mais l'extension importante de la zone d'action de certains postes, résultant de la manœuvre à grande distance des aiguilles par moteur électrique (dont nous allons parler dans un instant) a conduit à compléter dans certains cas les enclenchements entre leviers par d'autres enclenchements d'une nature entièrement différente, qui sont les enclenchements de « transit » et « d'approche ».

Pour voir l'intérêt des enclenchements de

(1) On désigne sous le nom de « block », de « block-system », ou de « cantonnement », l'ensemble des appareils utilisés pour que, derrière un train, il y ait toujours au moins un sémaphore fermé, annoncé à distance convenable par un avertissement fermé.

*transit*, revenons au cas de deux signaux carrés donnant accès à une même voie formant tronc commun. Nous avons vu tout à l'heure que les leviers de ces deux carrés sont toujours enclenchés entre eux de façon que l'un des signaux étant ouvert, l'autre ne puisse pas matériellement l'être. Mais, dès que le carré ouvert pour le passage d'un train a été refermé derrière ce train, cela libère immédiatement le levier de l'autre carré qui peut, dès ce moment, être ouvert. Si les deux carrés sont à faible distance, de l'ordre d'une centaine de mètres par exemple, de l'aiguille origine du tronc commun, ces dispositions sont parfaitement suffisantes et une circulation quelconque franchissant le second carré dès son ouverture, ne pourra certainement arriver sur l'aiguille qu'après sa libération par le premier train. Mais il peut en être autrement si le premier carré est à grande distance de l'aiguille ; cette aiguille peut alors, en effet, n'être dégagée qu'assez longtemps après la fermeture de ce premier carré, et il devient dans ce cas intéressant d'empêcher l'ouverture du second carré pendant quelque temps après fermeture du premier. Nous voyons ainsi apparaître l'intérêt d'une nouvelle espèce d'enclenchement, appelée enclenchement de transit. On nomme ainsi un dispositif qui, même après fermeture d'un carré derrière un train, maintient enclenchés dans la position fermée, jusqu'à ce que le premier train ait dégagé une certaine zone, les leviers des divers signaux et aiguilles qu'il y aurait inconvénient à manœuvrer à ce moment. Il est clair que le transit, qui est en définitive l'enclenchement d'un levier par l'occupation d'une certaine partie de voie, est moins simple que l'enclenchement entre leviers. Il exige, pour sa réalisation, un verrou électrique d'enclenchement immobilisant, tant qu'il ne reçoit pas de courant, le levier sur lequel il est monté ; le courant alimentant ce verrou est, bien entendu coupé tant que le train occupe la partie de voie à protéger. Deux systèmes sont employés pour obtenir ce résultat. Dans le plus ancien, on utilise des « pédales » d'entrée et de sortie de transit, comportant des contacts introduits dans le circuit d'alimentation du verrou électrique. Le passage du train sur la pédale d'entrée coupe cette alimentation, qui n'est rétablie qu'après le passage du train sur la pédale de sortie. Dans l'autre système, on emploie un « circuit de voie ». On désigne ainsi un circuit électrique constitué par les deux rails de la partie de voie à protéger et par l'intermédiaire duquel est alimenté le verrou d'enclenchement de transit. Tant que cette partie de voie est libre, le courant arrive au verrou, et on peut ouvrir le signal ; mais, dès qu'un train pénètre sur cette voie, ses essieux métalliques « court-circuitent » la voie en réunissant électriquement les deux rails ; le courant qui alimentait jusque-là le verrou d'enclenchement passe par les essieux du train : le verrou cesse donc de recevoir le courant et le signal est enclenché, jusqu'à ce que tous les essieux du train aient quitté la partie de voie à protéger (1).

(1) Notons au passage que les appareils de *block*, qui, comme nous l'avons signalé plus haut, assurent l'espacement convenable entre les trains se suivant sur une même ligne par le maintien, derrière tout train, d'au moins un sémaphore et un avertissement fermés, peuvent être réalisés dans des conditions tout à fait analogues à celles du transit ; c'est ainsi, en particulier, que le *block automatique*, dans lequel les trains assurent eux-mêmes la manœuvre des séma-

phores et des avertissements, est toujours réalisé à l'aide de circuits de voie.

En fait, on trouve du transit, réalisé soit par pédales, soit par circuit de voie, dans tous les postes où les aiguilles sont manœuvrées électriquement à grande distance ; c'est-à-dire dans tous les postes où il est pratiquement nécessaire. Dans les autres postes, on ne trouve habituellement qu'un cas particulier du transit, spécialement intéressant d'ailleurs, constitué par l'immobilisation des aiguilles en pointe par zone isolée. Ces aiguilles sont toujours précédées d'un carré, dont le levier est enclenché avec celui de l'aiguille dans des conditions telles que, pour manœuvrer l'aiguille, il faille d'abord fermer le carré. Cet enclenchement est destiné à empêcher un train d'aborder l'aiguille pendant que ses lames sont en mouvement, c'est-à-dire à un moment où le train, n'étant dirigé correctement ni vers la voie de droite, ni vers la voie de gauche, dériverait nécessairement. Mais il est facile de voir que cet enclenchement n'est pas suffisant. Dès qu'un train a franchi le carré ouvert, l'aiguilleur peut, en effet, fermer ce carré, rendant ainsi possible la manœuvre de l'aiguille, dont le moindre déplacement entraînerait un déraillement puisqu'elle est encore occupée par le train.

Il est donc utile de compléter l'enclenchement entre leviers par un enclenchement de transit immobilisant le levier de l'aiguille jusqu'à dégagement total de l'aiguille par le train. Cet enclenchement des aiguilles par zone isolée est maintenant réalisé en France à toutes les aiguilles pouvant être prises en pointe en vitesse par un train.

L'approche est un enclenchement de même nature que le transit, justifié par les considérations suivantes :

Quand un aiguilleur ferme un carré pour protéger un passage quelconque dans la zone de son poste, il doit, nous l'avons vu, fermer également l'avertissement précédant ce carré. Pour éviter toute erreur de l'aiguilleur, le levier du carré et celui de l'avertissement correspondant sont, dans tous les postes, toujours enclenchés de telle sorte que, les deux signaux étant ouverts, il faille fermer d'abord l'avertissement et que, les deux signaux étant fermés, il faille ouvrir d'abord le carré. On empêche ainsi matériellement l'aiguilleur de réaliser la combinaison « avertissement ouvert — carré fermé » qui serait dangereuse puisque, nous le savons, un carré non annoncé n'est pas suffisant pour arrêter certainement un train. Mais il est clair que cet enclenchement entre leviers n'est pas suffisant pour éviter certainement qu'un mécanicien rencontre un carré non annoncé. Même avec l'enclenchement, cela peut se produire si un aiguilleur, fermant un avertissement au moment où un train vient de le franchir ouvert, ferme ensuite immédiatement le carré pendant que le train roule à toute vitesse entre les deux signaux. On peut se mettre à l'abri de cette éventualité à l'aide de l'enclenchement d'approche. Cet enclenchement remplit le plus souvent le programme suivant : il empêche matériellement l'aiguilleur de fermer un carré ouvert si un train, ayant franchi ouvert l'avertissement correspondant, se trouve entre cet avertissement et le carré.

Comme le transit, l'approche peut être réalisée, soit avec des pédales, soit avec un circuit

phores et des avertissements, est toujours réalisé à l'aide de circuits de voie.

de voie. Il est donc particulièrement indiqué de l'installer à un signal carré si la voie est, pour d'autres raisons, déjà équipée en circuit de voie en avant de ce carré, comme c'est, en particulier, le cas sur les lignes munies du block automatique, qui entraîne l'équipement de la totalité de la voie en circuit de voie. Aussi, est-ce sur ces lignes que l'enclenchement d'approche est particulièrement développé.

### Le contrôle des signaux

Les enclenchements entre leviers, complétés dans certains cas par le transit et par l'approche, nous donnent l'assurance que les leviers qui commandent à distance les signaux et les aiguilles seront, dans le poste d'aiguilleur, correctement manœuvrés. Cela n'est évidemment pas suffisant et n'aurait même aucun intérêt si les signaux et aiguilles *eux-mêmes* ne prenaient pas sur le terrain la position correspondant à celle de leur levier dans le poste.

Cela est avant tout une affaire de construction et d'entretien. Tous les appareils concourant à la sécurité doivent être — et sont effectivement — surveillés de très près. Mais, malgré tout, il semble impossible d'éviter absolument tout incident; on ne peut pas

affirmer, par exemple, que *jamais* la transmission d'un signal ne viendra à se rompre. Deux sortes de précautions sont prises pour éviter toute conséquence aux incidents de cette nature.

a. D'une part, la construction des appareils est étudiée pour que, dans toute la mesure du possible, les incidents que nous ne pouvons éviter ne puissent pas causer d'accident. C'est ainsi, par exemple, que les transmissions de signaux sont établies de telle façon que la rupture du fil ne puisse que mettre indûment le signal à l'arrêt (ce qui risque tout au plus d'arrêter inutilement un train), mais ne puisse jamais empêcher la fermeture du signal.

Malheureusement, il n'est pas possible d'éviter absolument tout incident pouvant compromettre la sécurité. C'est ainsi, par exemple, que très exceptionnellement, on a vu des transmissions de signaux coincées par la gelée maintenir indûment le signal à l'ouverture quand l'aiguilleur veut le fermer. Pour éviter cela, on supprime dans toute la mesure du possible toute transmission pouvant se coincer, en manœuvrant les signaux *électriquement* par l'intermédiaire d'un moteur situé au signal et commandé à distance par l'aiguilleur.

Mais on a vu, plus exceptionnellement encore,

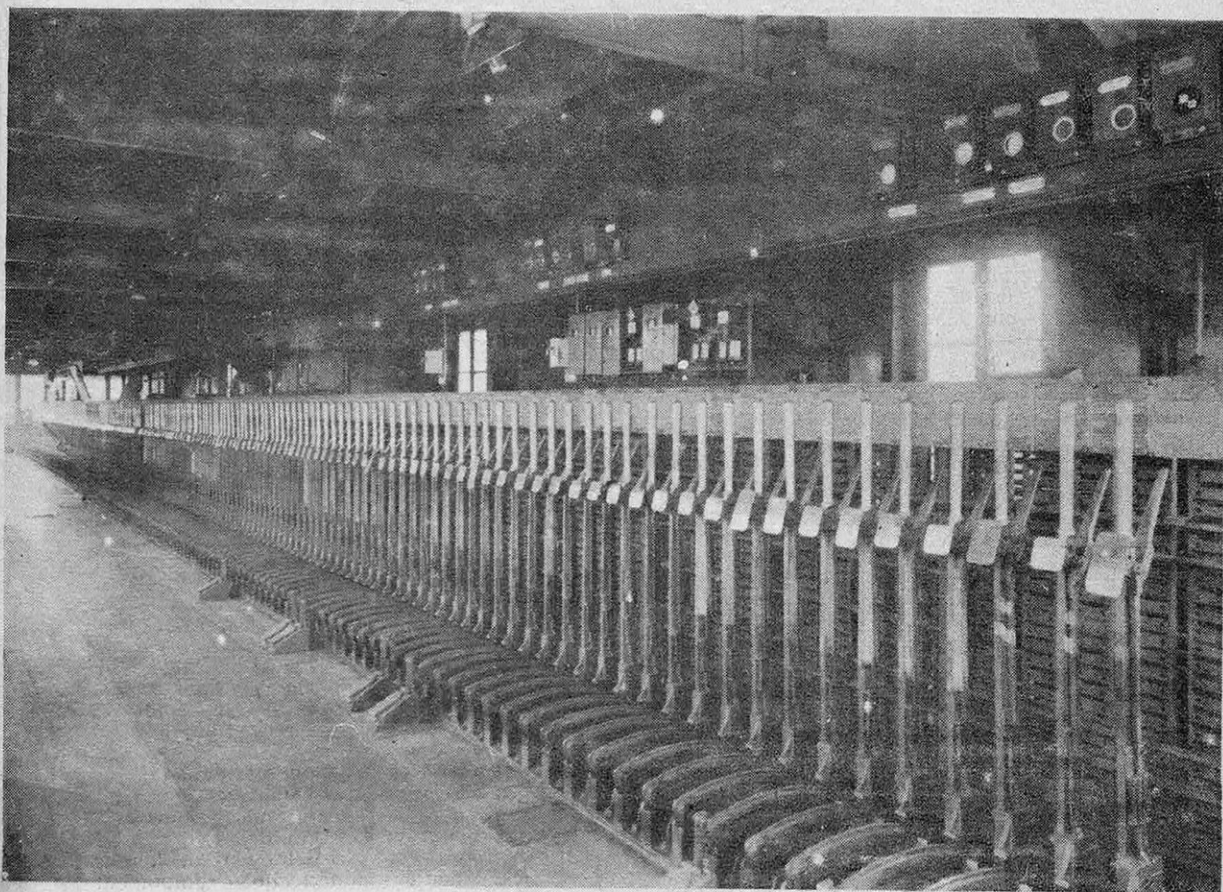


FIG. 3. — ANCIEN POSTE D'AIGUILLAGE MÉCANIQUE

Ce poste très important, qui manœuvrait les aiguilles et les signaux de la gare de Paris P.-L.-M., a été depuis longtemps remplacé par le poste électrique représenté par la figure 5. (Photo S. N. C. F.)

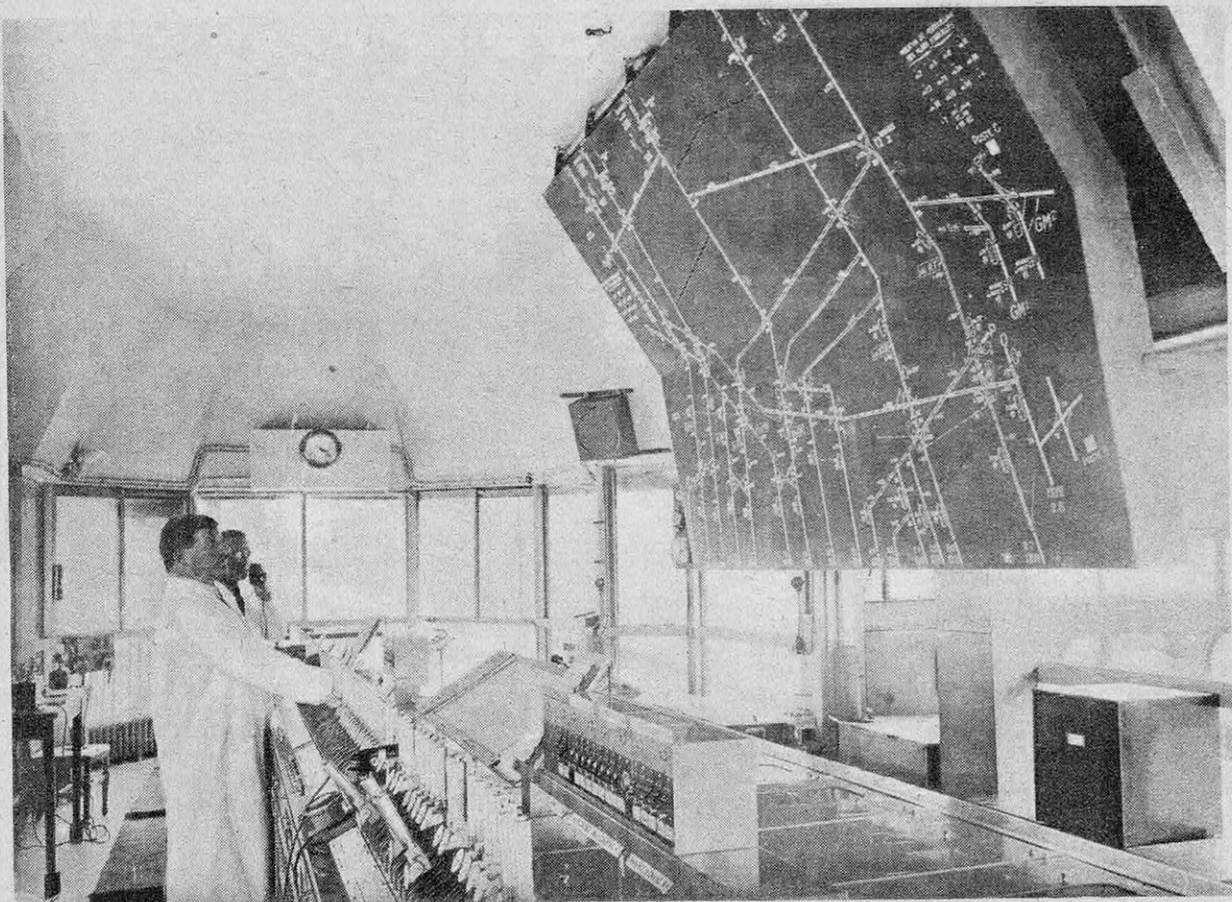


FIG. 4. — POSTE « A POUVOIR » A LEVIERS D'ITINÉRAIRES, EN SERVICE A PARIS-NORD (ASTER) (Photo S. N. C. F.)

des signaux eux-mêmes se coincer à l'ouverture. Aussi remplace-t-on dans toute la mesure du possible les signaux mécaniques, constitués avec des plaques de tôle mobiles, par des *signaux lumineux* (voir fig. 1) ne comportant, le jour comme la nuit, que des feux de couleur allumés sur une plaque de tôle noire fixe. Avec ce type de signaux, qui présente, par ailleurs, d'autres avantages sur lesquels nous reviendrons plus loin, du point de vue de leur observation par les mécaniciens, on est radicalement à l'abri de tout coincement pouvant compromettre la sécurité. Malheureusement, ne serait-ce que pour des raisons budgétaires, il ne peut être question de remplacer du jour au lendemain tous les signaux, et nous sommes dans l'obligation de conserver en service un très grand nombre de signaux mécaniques; c'est là qu'intervient le second ordre de précautions auquel nous avons fait allusion.

b. L'aiguilleur est en possession d'un appareil de « contrôle » lui donnant, par son fonctionnement, l'assurance que le signal ou l'aiguille a bien, sur le terrain, obéi à son levier. Ces appareils de contrôle sont souvent constitués par des voyants ou des feux qui changent de couleur quand le signal ou l'aiguille passe d'une position à l'autre. C'est, par exemple, habituellement l'apparition d'un voyant ou d'un feu rouge qui donne à l'aiguilleur la certitude que le signal correspondant est bien, sur le terrain, passé en position de fermeture. Ce résultat est obtenu

très simplement par l'intermédiaire d'une ligne électrique traversant un commutateur entraîné par le signal lui-même et ne laissant passer le courant que si ce signal est effectivement fermé. C'est un devoir strict pour tout aiguilleur qui met, par exemple, un levier de signal à la fermeture, de consulter l'appareil de contrôle correspondant; et, si, par aventure, cet appareil ne venait pas au rouge, il devrait considérer le signal comme dérangé et resté indûment à l'ouverture. Il est facile de voir, sur la figure 3, les voyants constituant les appareils de contrôle des signaux.

Les aiguilleurs, dans l'ensemble, observent très bien ces prescriptions, dont ils savent toute l'importance. Néanmoins, on a cherché à faciliter encore leur service à l'aide du « contrôle impératif ». On désigne ainsi des appareils de contrôle, d'aiguilleurs très variés, qui ne se contentent pas de *renseigner* l'aiguilleur comme ceux dont nous avons parlé jusqu'ici, mais qui *empêchent matériellement* d'exécuter une manœuvre quelconque qui pourrait être dangereuse du fait qu'un appareil — signal ou aiguille — n'a pas obéi à sa commande. Prenons un exemple de contrôle impératif choisi parmi les plus simples et les plus utiles: il s'agit du contrôle impératif des aiguilles prises en pointe. Nous savons déjà que toutes les aiguilles pouvant être franchies par la pointe sont précédées d'un carré, dont le levier est enclenché avec celui de l'aiguille de telle façon que l'aiguilleur doit fermer le carré

pour manœuvrer l'aiguille. Au moment de cette manœuvre, l'aiguilleur doit, comme nous venons de le dire, consulter l'appareil de contrôle de l'aiguille, pour acquérir l'assurance que cette aiguille a bien obéi à son levier. Et, s'il arrivait que l'appareil de contrôle ne lui donnât pas cette assurance, l'aiguilleur devrait maintenir son carré fermé jusqu'à ce qu'il ait pu réussir à amener l'aiguille en position convenable. Tout cela est parfaitement suffisant pour assurer la sécurité, mais il est toutefois évidemment encore mieux d'aller jusqu'au contrôle impératif de l'aiguille en pointe qui, en fait, est réalisé en France à toutes les aiguilles pouvant être franchies en vitesse. Si, pour une raison quelconque, une telle aiguille n'obéit pas complètement à la commande, un verrou électrique d'enclenchement dont le circuit d'alimentation passe par des commutateurs établis sur les lames mêmes de l'aiguille, empêche matériellement l'aiguilleur d'ouvrir le carré.

Dans certaines installations modernes, on est même allé encore plus loin, et on a remplacé le contrôle impératif de l'aiguille par le contrôle impératif permanent. Dans ce système, non seu-

lement l'aiguilleur ne peut pas ouvrir le carré si l'aiguille en pointe, suivant ce signal, n'a pas ses lames collées à fond de course, mais, de plus, si, le carré étant ouvert, les lames de l'aiguille venaient à cesser de coller dans la bonne position, le carré se refermerait automatiquement. Ce contrôle impératif permanent est en particulier normalement utilisé dans les postes « à pouvoir » dont nous allons parler dans un instant.

Et, avant de poursuivre cette rapide étude des postes d'aiguilleur, nous croyons intéressant de faire remarquer que, dans un poste comportant les enclenchements entre leviers, le transit, l'approche et le contrôle impératif, il serait possible, sans danger, d'autoriser une personne ignorant tout du chemin de fer, voire même un aveugle, à manipuler à sa guise les leviers du poste. Cette personne arrêterait vraisemblablement des trains qu'il aurait été possible de laisser circuler sans inconvénient, mais elle ne pourrait causer aucun accident.

### Classification des postes d'aiguilleur

Les postes d'aiguilleur sont de modèles extrêmement divers ; ils se classent en deux grandes

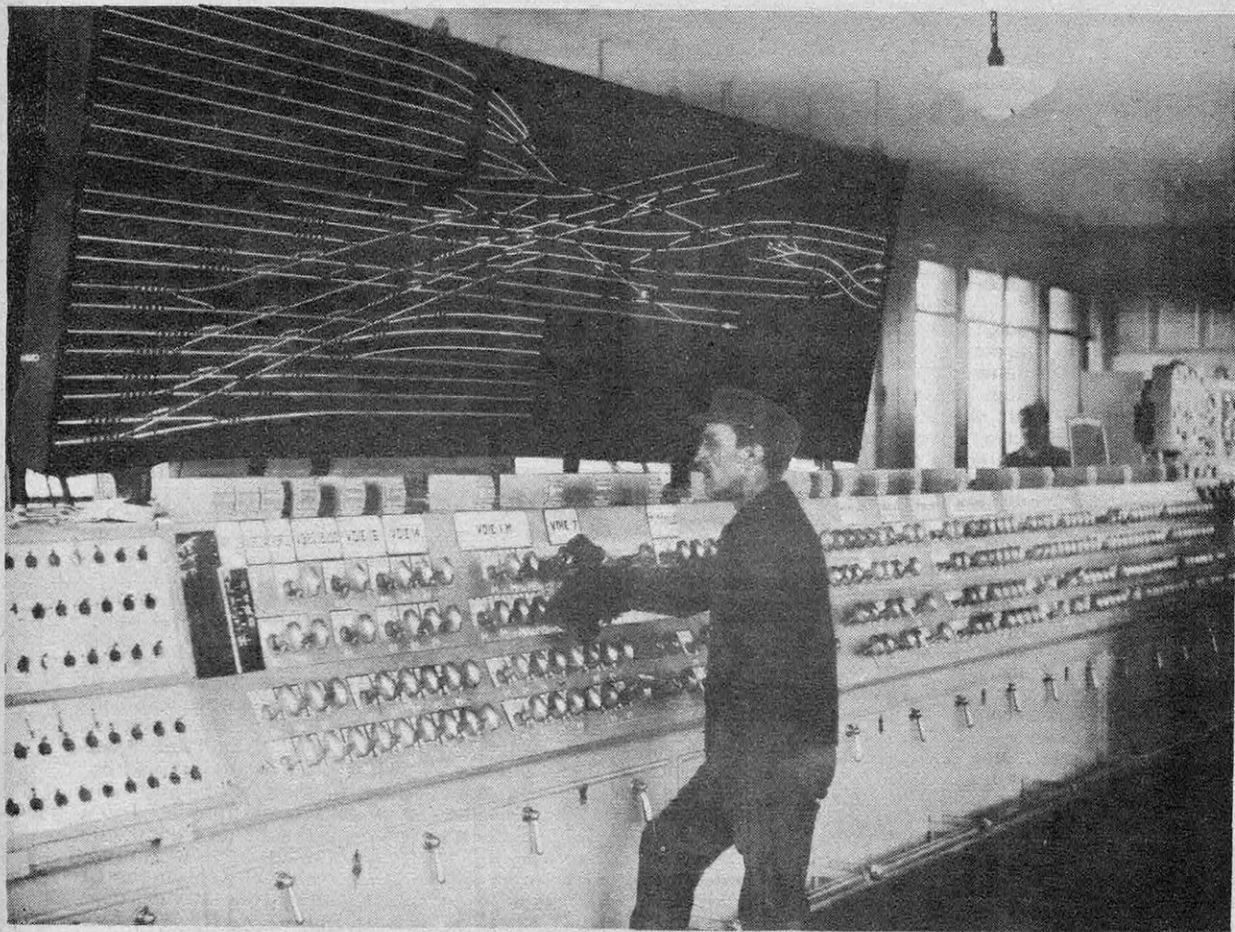


FIG. 5. — POSTE « A POUVOIR » A LEVIERS D'ITINÉRAIRES THOMSON-HOUSTON

Dans ce poste, actuellement en service à la gare de Paris P.-L.-M., où il a remplacé celui de la figure 3, les leviers sont constitués par des poignées que l'aiguilleur tire vers lui. (Photo Reystone).

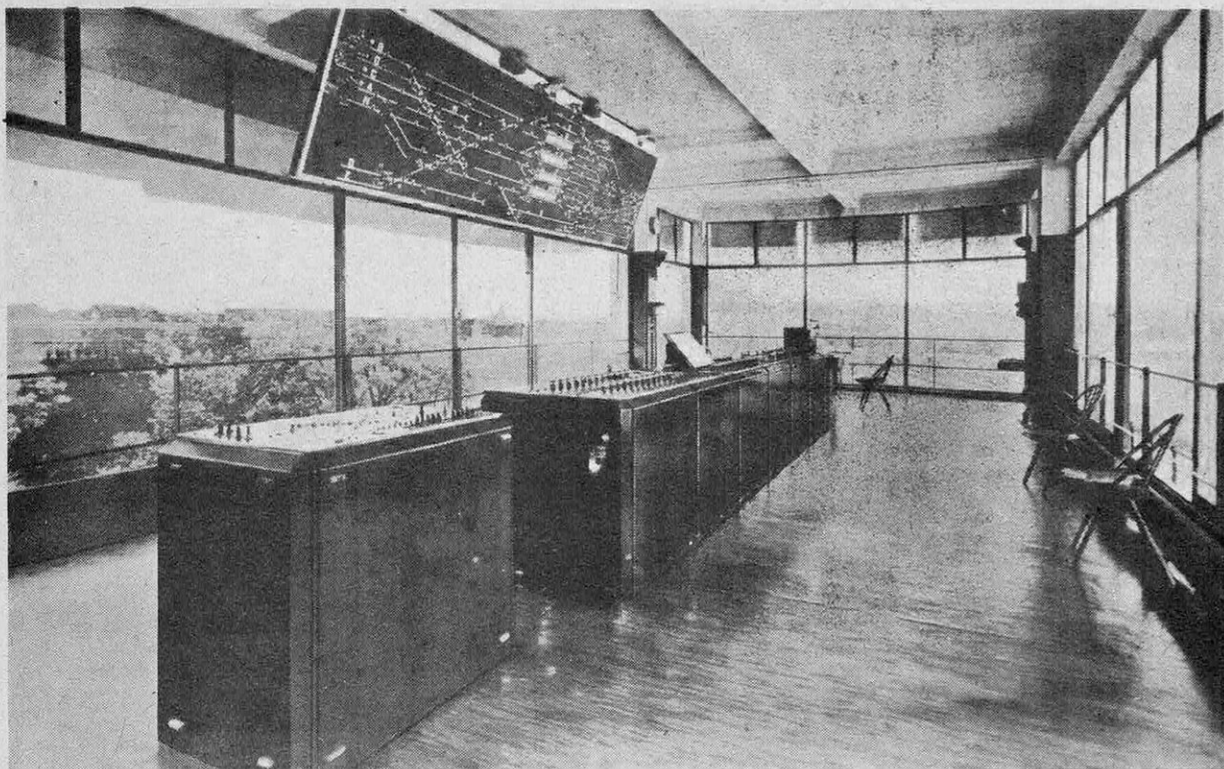


FIG. 6. — POSTE « A POUVOIR » A LEVIERS D'ITINÉRAIRES EN SERVICE A LA GARE DE VERSAILLES-CHANTIERS (MORS)  
 Les leviers sont constitués par des poignées que l'aiguilleur fait glisser sur une table horizontale. (Photo S.N.C.F.)

catégories : les postes *mécaniques*, dans lesquels les aiguilles sont entraînées par la force musculaire de l'aiguilleur, par l'intermédiaire d'une transmission rigide ou funiculaire (la figure 3 représente un grand poste mécanique) et les postes *à pouvoir*, dans lesquels les divers appareils sont entraînés par l'intermédiaire de moteurs, maintenant presque toujours électriques. Les postes « à pouvoir », dont les leviers mis à disposition de l'aiguilleur sont toujours de petites dimensions, puisqu'ils n'entraînent que des commutateurs électriques, se classent eux-mêmes en *postes à leviers individuels* et en *postes à leviers d'itinéraires*. Dans les premiers, on retrouve exactement les dispositions habituelles des postes mécaniques, c'est-à-dire un levier correspondant à chaque signal ou à chaque aiguille à manœuvrer ; la seule différence entre ces postes et les postes mécaniques est que la transmission entre chaque levier et l'appareil correspondant est électrique. Les postes à leviers d'itinéraires partent, au contraire, d'un principe très différent ; l'aiguilleur n'y dispose pas, comme dans les autres postes, d'un levier par appareil qu'il peut manœuvrer, mais bien d'un levier par itinéraire possible. Et c'est le renversement d'un seul levier qui placera dans la position convenable toutes les aiguilles que doit emprunter un train, puis ouvrira ensuite les signaux autorisant le passage de ce train. Bien entendu, ces postes, qui n'ont apparu que vers le début du siècle et qui sont pour la plupart très modernes, comportent tous les enclenchements désirables : enclenchements entre leviers empêchant de manœuvrer un levier d'itinéraire si un autre itinéraire incompatible

est déjà préparé, transit, approche, contrôle impératif permanent... Ils assurent donc admirablement la sécurité. Par ailleurs, ils sont extrêmement avantageux pour l'exécution du service, du fait que la manœuvre des appareils y est très rapide ; ils sont également très commodes pour les aiguilleurs.

Il est intéressant de signaler ici que les postes à leviers d'itinéraires sont essentiellement français. Ils sont, en effet, d'origine française, car c'est en France qu'ils ont apparu dans les premières années de ce siècle, et c'est seulement en France qu'ils ont pris un grand développement.

Leurs modèles sont très nombreux et il ne peut être question de les décrire en détail ici. Nous signalerons seulement que leurs aspects sont très différents. Dans certains d'entre eux — c'est le cas par exemple du poste de la figure 4 — les « leviers d'itinéraires » dont dispose l'aiguilleur sont de véritables leviers, de petite dimension, mais de forme analogue à celle des leviers des postes mécaniques. Parfois, au contraire, les leviers d'itinéraires revêtent une forme spéciale et sont plutôt de simples poignées : c'est le cas, par exemple, des postes des figures 5 et 6. Dans d'autres cas, ces leviers sont réduits à de simples boutons ou à des manettes de toute petite dimension ; ils peuvent alors — c'est le cas du poste de la figure 7 — être répartis sur un plan schématisé des voies de la zone du poste, rendant ainsi particulièrement facile le service de l'aiguilleur.

#### Observation des signaux : visibilité

Il nous reste à exposer les mesures prises pour faciliter aux mécaniciens l'observation

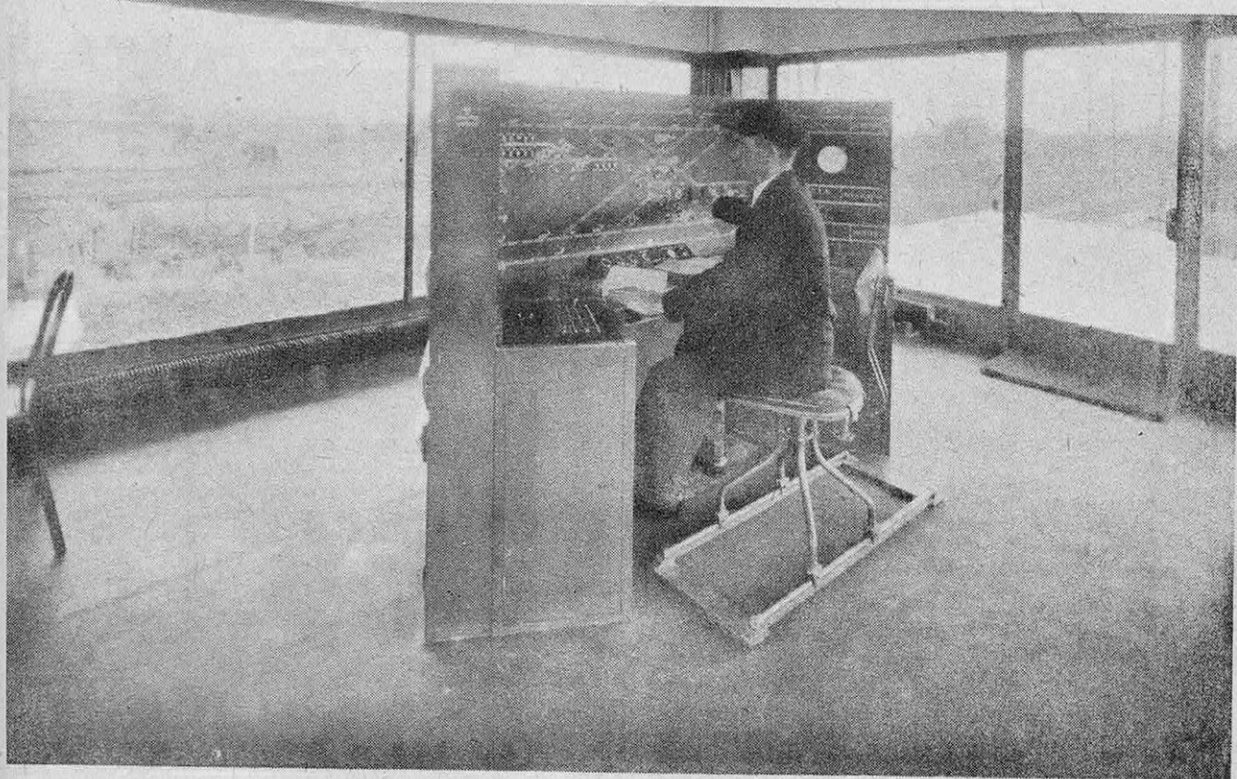


FIG. 7. — POSTE « A POUVOIR » A LEVIERS D'ITINÉRAIRES EN SERVICE A LA GARE D'ARGENTEUIL (ASTER)

Les leviers sont réduits à des manettes de toute petite dimension réparties sur un plan schématique des voies commandées par le poste. (Photo S. N. C. F.)

correcte des signaux. A l'origine des chemins de fer, cette observation était relativement facile, mais l'accroissement des dimensions des machines, l'augmentation de la vitesse, et celle du nombre des signaux a rendu petit à petit très délicate cette partie du service des mécaniciens.

Il faut évidemment d'abord que les signaux soient matériellement aussi visibles que possible. Cela exige qu'ils soient en bon état : peintures fraîches, lentilles ou verres propres... et que, par ailleurs, ils soient implantés en des points de la voie où aucun obstacle (maison, arbres, tranchées en courbe)... ne vienne empêcher matériellement leur observation par le mécanicien. Malheureusement, cette dernière condition est, sur certaines sections de lignes, très difficile à réaliser et certains signaux ne sont visibles qu'à 200 m, ce qui, à 130 km/h, laisse moins de 6 secondes pour les apercevoir. On voit combien la moindre distraction du mécanicien pourrait être grave, si rien ne lui venait en aide dans la circonstance.

Dans le même ordre d'idées, il est évidemment désirable de réduire au minimum le nombre de signaux à observer par le mécanicien. Nous trouvons un des moyens les plus efficaces de faire cette réduction dans l'usage des signaux lumineux, dont nous avons signalé plus haut les qualités remarquables en ce qui concerne la régularité de fonctionnement. Il est, en effet, facile de voir qu'un signal lumineux unique, ne donnant par conséquent à un moment déterminé qu'une seule indication au mécanicien, peut parfaitement remplacer plusieurs signaux mécaniques. C'est ainsi, pour prendre un exemple particulièrement simple, que, dans un

poste de pleine voie, on trouve fréquemment, au voisinage l'un de l'autre, le sémaphore du poste et l'avertissement du poste suivant. En signaux mécaniques, donnant chacun une indication, le mécanicien observe donc deux indications, entre lesquelles il doit choisir la plus sévère, qu'il doit évidemment seule respecter. Si, par exemple, il aperçoit le sémaphore fermé lui imposant l'arrêt, il n'a à tenir aucun compte de l'avertissement voisin, que cet avertissement soit ouvert ou fermé, et le mieux est évidemment, dans la circonstance, de faire disparaître purement et simplement l'avertissement. C'est ce qu'on fait en remplaçant le groupe sémaphore-avertissement par un seul signal lumineux à trois indications, pouvant donner :

— Un feu rouge, quand le sémaphore est fermé, quelle que soit la position de l'avertissement ;

— Un feu jaune quand le sémaphore est ouvert et l'avertissement fermé ;

— Un feu vert quand les deux signaux sont simultanément ouverts.

Mais les signaux lumineux, comme les signaux mécaniques, sont parfois difficiles à implanter dans de bonnes conditions de visibilité. Par ailleurs, le brouillard peut réduire considérablement la visibilité des signaux. Ainsi, depuis fort longtemps, les ingénieurs de sécurité se sont demandé s'il ne convenait pas d'aider les mécaniciens dans cette partie si délicate de leur tâche, en les avisant qu'ils approchent d'un signal fermé. En nous rappelant le début de cet exposé, nous comprendrons que le signal fermé au voisinage duquel il convient alors d'aviser le mécanicien n'est pas le carré (ou le sémaphore).

mais bien l'avertissement. Au carré, en effet, le train est en général beaucoup trop près de l'obstacle pour que le mécanicien puisse encore, s'il n'a pas vu l'avertissement, obtenir l'arrêt en temps utile. Les dispositifs sonores — pétards, sonneries... — fonctionnant sur la voie au voisinage immédiat du signal, se sont révélés à l'usage très médiocres et fort gênants pour les habitants du voisinage. Ainsi, depuis fort longtemps, on a tenté de réaliser des appareils de *répétition des signaux* installés à bord de la machine et avisant le mécanicien qu'il franchit un avertissement fermé.

Aucun dispositif de sécurité n'a été la cause de plus de discussions. C'est que le principe même de cet appareil donne lieu à la grave objection suivante. En l'absence de tout dispositif de répétition sur sa machine, il est hors de doute que le mécanicien apporte toute sa vigilance à l'observation des signaux, par conscience professionnelle d'abord, et aussi évidemment par souci de sa propre sécurité, car il est clair, que s'il ne voit pas un signal, il risque d'être la première victime de l'accident qui va peut-être en résulter. Par contre, il est vraisemblable que la présence d'un dispositif de répétition peut dimi-

nuer quelque peu la vigilance du mécanicien, qui s'habitue à compter sur lui. Si ce dispositif était parfait, cela n'aurait pas d'autre inconvénient, et son adoption se traduirait certainement par une amélioration de la sécurité; mais nous allons voir dans un instant qu'il est extrêmement difficile de réaliser un dispositif de répétition absolument satisfaisant et, dans ces conditions, son adoption ne risque-t-elle pas d'entraîner, en définitive, une diminution, et non une amélioration de la sécurité?

Nous allons voir grâce à quelles précautions le problème de la répétition des signaux a pu être résolu.

### Répétition des signaux

La première idée qui est venue à l'esprit des inventeurs a été d'utiliser des appareils à *transmission mécanique*, dans lesquels une pédale mécanique reliée au signal est abaissée quand le signal est ouvert et relevée quand il est fermé. Si le signal est ouvert, rien ne se passe sur la machine au passage du signal; si, au contraire, le signal est fermé, la pédale relevée vient heurter un « pendentif » situé sous la machine et déplace une transmission mécanique attelée

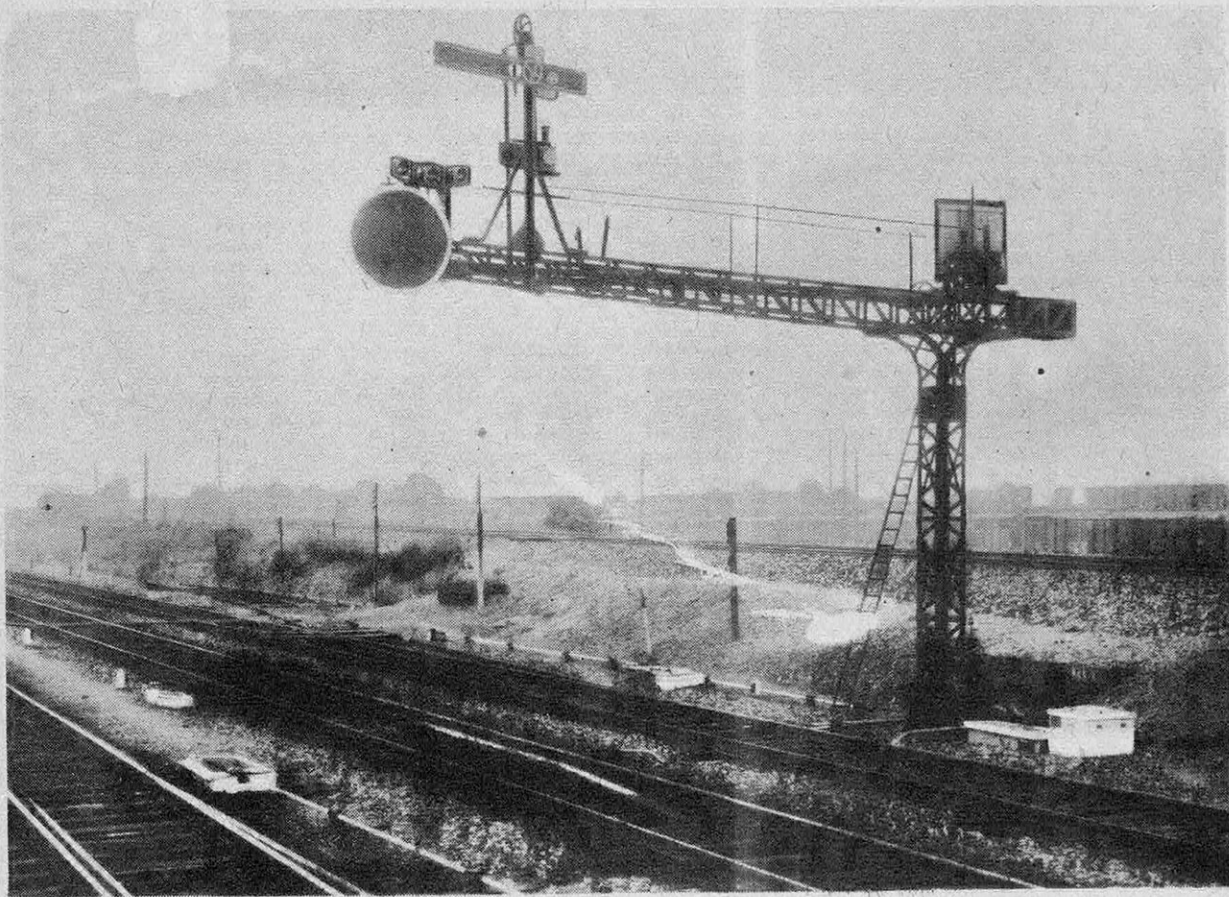


FIG. 8. — LE CROCODILE ET LA RÉPÉTITION DES SIGNAUX SUR LA LOCOMOTIVE

On voit clairement entre les rails de la voie du milieu le « crocodile » du disque rouge situé à l'extrémité de la potence, auprès d'un sémaphore. Le disque rouge est un signal qui commande la marche à vue et l'arrêt différé dont il n'a pas été parlé dans cet article parce qu'il tend à disparaître sur les grandes lignes. (Photo S. N.C.F.)



sur ce pendentif. C'est le déplacement de l'autre extrémité de la transmission, située sous les yeux du mécanicien, qui actionne le dispositif de répétition. Aucun de ces appareils n'a résisté à l'épreuve de la pratique.

C'est vers 1880 qu'est apparu, sur le Nord français, un dispositif de répétition fonctionnant par *contact électrique*, dans les conditions suivantes : on dispose sur la voie, entre les rails, au voisinage de l'avertissement à répéter, une pièce métallique fixe, appelée « crocodile », parce qu'elle ressemble un peu, avec beaucoup d'imagination, à un crocodile se chauffant au soleil sur les traverses (fig. 8). Ce crocodile est relié à une pile électrique par l'intermédiaire d'un commutateur entraîné par le signal, de telle sorte qu'il est en charge quand le signal à répéter est fermé. Par ailleurs, la machine porte à sa partie inférieure, entre les roues, une brosse métallique fixe (fig. 9), qui, à chaque passage, frotte sur le crocodile. Si le signal est ouvert, il ne se passe rien sur la machine ; si, au contraire, il est fermé, la brosse recueille du courant qui est utilisé sur la machine à déclencher une sirène spéciale qui avertit le mécanicien.

Ce dispositif fonctionne habituellement bien ; mais il présente l'inconvénient de principe de donner l'indication « signal fermé » par une *émission* de courant. Il en résulte nécessairement une possibilité relativement grande de ratés. Il suffit en effet que, pour une cause quelconque, pile cassée, fil coupé, mauvais contact entre brosse et crocodile à cause du givre..., le courant n'arrive pas sur la machine bien que le signal soit fermé, pour que la répétition n'ait pas lieu ; et rien n'attire l'attention du mécanicien s'il n'a pas vu le signal. Pendant longtemps, on n'a pas trouvé la solution de ce problème et c'est seulement après la guerre de 1914-1918 que ce système de répétition par crocodile a été généralisé en France, avec les précautions suivantes :

Le mécanicien doit, quand il approche d'un avertissement fermé, prouver qu'il a vu ce signal avant de le franchir, en agissant sur un « levier de vigilance » (fig. 10) dont l'actionnement est inscrit par un signe spécial sur la bande de papier de l'enregistreur de vitesse dont sont munies toutes les machines. Par ailleurs, le franchissement de chaque avertissement fermé est également inscrit par un autre signe, différent du signe de vigilance, sur la même bande de papier. Ces bandes sont vérifiées à la rentrée de la machine à son dépôt, et, si on trouve sur la bande un signe de franchissement non précédé d'un signe de vigilance, le mécanicien est puni. Cet agent garde donc un intérêt personnel certain à bien observer les signaux, et l'expérience montre d'ailleurs de la façon la plus nette que la répétition des signaux par crocodile, ainsi complétée, donne les meilleurs résultats. On en pourra juger par les chiffres cités plus loin.

Il est intéressant d'ajouter que la France (sui-  
vie depuis par la Belgique) est le premier pays qui ait généralisé sur toutes ses machines la répétition de tous les signaux à distance.

Peut-on faire encore mieux, et est-il possible de réaliser des appareils de répétition supérieurs au crocodile ? Certainement oui, et il existe des appareils dans lesquels aucun contact matériel ne se produit entre le dispositif placé sur la voie et celui de la machine, qui agissent l'un sur l'autre, sans contact, par induction, d'où le nom de « crocodiles d'induction » qu'on leur

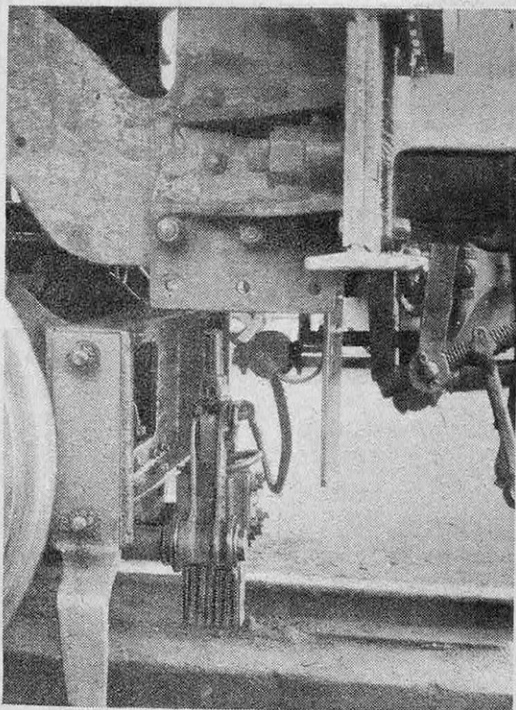


FIG. 9. — SOUS LA LOCOMOTIVE, UNE BROSSURE ASSURE AU PASSAGE LE CONTACT AVEC LE CROCODILE

On distingue nettement, à droite de la roue et du chasse-pierres, la brosse constituée par des lames métalliques qui frottent au passage sur tous les crocodiles. On aperçoit également à droite et au-dessus de cette brosse le fil électrique qui conduit au dispositif de répétition le courant recueilli sur le crocodile. (Photo S. N. C. F.)

donne parfois en France. Ces appareils sont très coûteux et, compte tenu des bons résultats donnés maintenant par le crocodile ordinaire, il ne peut être question de les substituer pour le moment sur la S. N. C. F. aux appareils actuels. La question de leur adoption peut, au contraire, se poser sur des réseaux qui n'ont encore en service aucun dispositif de répétition. C'est ainsi que le Métro de Paris en a installé récemment sur la ligne de Sceaux ; c'est ainsi encore qu'on en trouve en service sur certaines lignes étrangères.

Peut-on aller encore plus loin, et ne peut-on songer à freiner *automatiquement* le train dans les cas, évidemment extrêmement rares, où le mécanicien prévenu par le dispositif de répétition que son train franchit un avertissement fermé, ne freinerait pas pour une raison quelconque ? Nous allons dire quelques mots rapides des appareils qui ont été réalisés dans ce but.

### Freinage automatique

Comme la répétition elle-même et pour les mêmes raisons, le freinage automatique au franchissement du carré fermé est sans intérêt, et c'est au franchissement de l'avertissement fermé qu'il convient de déclencher ce freinage. Si un train franchissant un avertissement fermé devait toujours s'arrêter avant d'atteindre le carré, le problème serait facile à résoudre ; mais

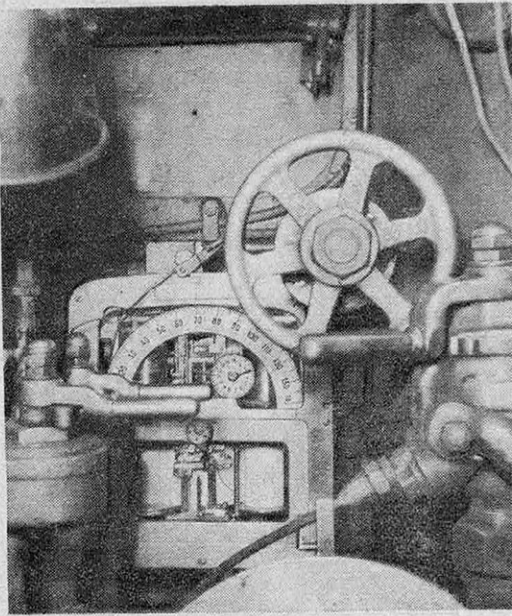


FIG. 10. — INDICATEUR-ENREGISTREUR DE VITESSE, SYSTÈME FLAMAN

Monté sur une machine, sous les yeux du mécanicien, derrière les divers robinets de manœuvre du frein à air, cet appareil comporte à sa partie supérieure un petit « levier de vigilance » que le mécanicien doit actionner avant chaque franchissement de signal. On voit au-dessous le cadran du tachymètre indiquant la vitesse du train et tout au bas de l'appareil la bande de papier sur laquelle s'inscrivent automatiquement la vitesse du train à tout instant, le franchissement des signaux fermés et l'actionnement du levier de vigilance. (Photo Le Boyer.)

il n'en est pas ainsi, et, bien souvent, un train qui a franchi le feu jaune de l'avertissement doit pouvoir reprendre sa vitesse en apercevant de loin le carré ou le sémaphore suivant présentant le feu vert de voie libre. On est donc amené à l'une des deux solutions suivantes :

a. Laisser au mécanicien un moyen d'annuler purement et simplement le freinage automatique déclenché au franchissement d'un avertissement fermé, quand cet agent estime, par l'examen des signaux suivants, que son train peut reprendre sa vitesse. Mais on est alors entièrement à la merci d'une erreur du mécanicien, et le seul cas où un tel système de freinage automatique soit supérieur à la seule répétition est celui où le mécanicien et le chauffeur sont tous les deux morts, ou malades au point de ne pas pouvoir freiner quand la répétition fonctionne. Il ne s'est, à notre connaissance, jamais produit d'accident de cette nature sur les chemins de fer français et, dans ces conditions, on peut penser que ce freinage automatique présente plus d'inconvénients que d'avantages en raison des incidents de route qu'entraîne nécessairement son existence et de la dépense qu'il exige, dépense que nous pouvons certainement appliquer à des besoins plus urgents. Il est d'ailleurs intéressant de signaler ici que certains réseaux américains qui avaient installé de tels appareils les déposent

maintenant, en général, en même temps qu'ils améliorent le dispositif de répétition des signaux en usage sur leurs machines ;

b. Contrôler la marche du train depuis le passage de l'avertissement fermé jusqu'aux abords du carré ou sémaphore suivant ; ne pas faire intervenir l'appareil si le mécanicien freine correctement et ne déclencher le freinage automatique, jusqu'à l'arrêt du train, que dans le cas exceptionnel où le mécanicien ne freine pas suffisamment. Un tel programme est évidemment bien supérieur à celui de l'autre type de freinage automatique ; mais il n'est pas besoin d'ajouter que les appareils correspondants sont extrêmement compliqués, très coûteux, et d'un fonctionnement délicat. Il en existe quelques-uns en service en Amérique du Nord, et le seul pays européen qui en ait décidé l'adoption est l'Allemagne, qui l'installait en 1939 sur ses machines (l'Allemagne n'avait d'ailleurs, à cette époque, aucun dispositif de répétition sur ses machines). Il est évidemment indispensable d'attendre quelques années avant d'avoir un avis définitif sur la valeur de ces appareils, mais il est hors de doute que la S. N. C. F., qui, comme nous l'avons vu, dispose depuis longtemps sur toutes ses machines d'un dispositif de répétition donnant toute satisfaction, ne peut songer à entrer pour le moment dans la voie du freinage automatique.

## Résultats

Et, maintenant, un dernier mot s'impose, comme conclusion à cette rapide étude. Nous avons vu quels étaient les efforts des cheminots pour assurer la sécurité des voyageurs qui se confient à eux ; quel est le résultat de ces efforts ?

Nous pouvons affirmer sans hésiter que ce résultat est remarquable et que les cheminots de tout grade ont le droit d'être fiers. Il ne faut pas oublier que les trains transportent les voyageurs par masses considérables et qu'un seul accident peut, hélas ! faire un grand nombre de victimes. Mais, si l'on rapporte le nombre d'accidents au nombre de voyageurs transportés, ou mieux au nombre de voyageurs transportés pendant 1 km (car il est évidemment plus méritoire de conduire 1 000 voyageurs à bon port de Paris à Marseille que de Paris à Asnières), nous arrivons à des chiffres vraiment très faibles. Si, par exemple, nous prenons la statistique des cinq dernières années précédant la guerre, de 1934 à 1938 inclus, nous voyons que le nombre de voyageurs tués en France par accident de train de quelque nature que ce soit (rattrapage, rencontre, prise en écharpe, déraillement)... est légèrement inférieur à 1 voyageur tué par milliard de voyageurs/kilomètre. Et peut-être n'est-il pas inutile de préciser ce qu'est un milliard de kilomètres. Pouvons-nous penser, ou, plus exactement, les aviateurs peuvent-ils penser (car ce sont les seuls pour lesquels la question puisse se poser) que nous approchons de l'époque où, dans sa vie, un être humain pourra parcourir un milliard de kilomètres ? Il semble bien que nous en soyons encore loin ; car, si un aviateur était capable de faire tous les jours, sans aucune exception, le tour de la terre suivant un méridien, soit 40 000 km, il devrait voler plus de soixante ans pour abattre le milliard de kilomètres...

A. LEMONNIER.

# LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

## L'eau de mer, lest pour dirigeables

LE dirigeable, que l'on croyait bien mort en 1939, a retrouvé aux U. S. A. un regain de vitalité au cours de cette guerre, sous la forme d'un petit semi-rigide

appelé « Blimp », chargé de la surveillance des côtes et de leur protection contre les sous-marins. L'un des problèmes que pose le plus léger que l'air est la perte de lest qui résulte de la combustion du carburant par les moteurs. Pour compenser cette perte, on employait avant la guerre un certain nombre de moyens plus ou

moins ingénieux : évacuation d'une partie de l'hydrogène ou de l'hélium sustentateur, condensation de la vapeur d'eau contenue dans les gaz d'échappement, utilisation d'un carburant gazeux de même densité que l'air (gaz bleu), etc.

Une solution originale a été expérimentée à bord des « Blimp », utilisant le fait que ces appareils sont destinés à croiser au-dessus de l'eau. Elle consiste à puiser l'eau de la mer à l'aide d'une petite pompe mue par un moteur électrique. La pompe et son moteur sont placés dans une sorte de petite nacelle en forme de poisson, remorquée par le « Blimp » à l'aide d'un câble. Le câble supporte le tuyau qui sert à élever l'eau au dirigeable et les fils électriques qui donnent le courant au moteur de la pompe. La photographie ci-contre (fig. 1) prise au-dessus du lac Érié, montre le « Blimp » traînant derrière lui, comme un poisson au bout d'une ligne, sa pompe d'alimentation en eau.

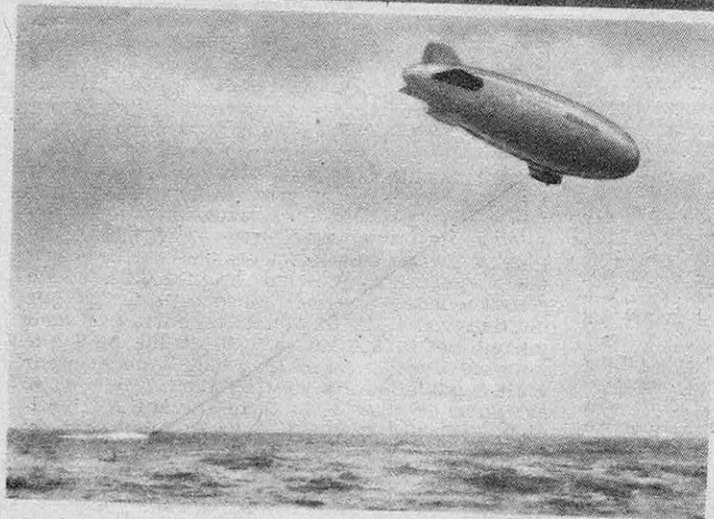
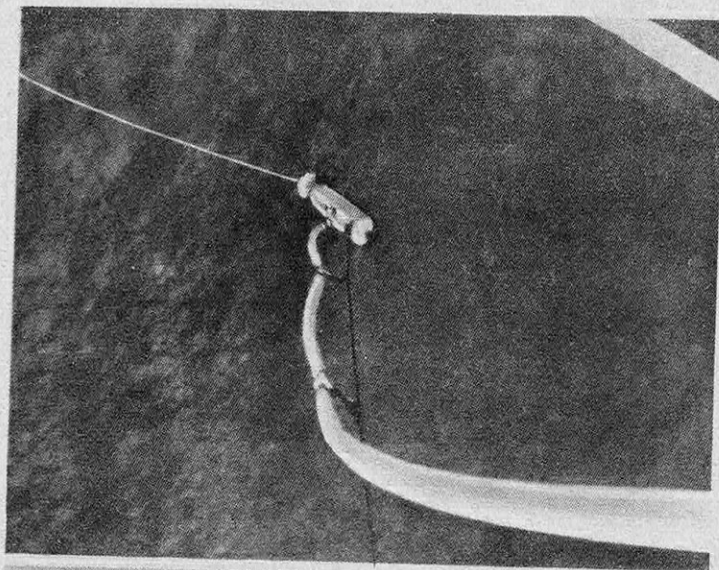


FIG. 1 LE DISPOSITIF DE POMPAGE DE L'EAU DE MER D'UN DIRIGEABLE « BLIMP »

## Les ablations intestinales

COMME la précédente, la guerre 1939-1945 a fourni à la chirurgie l'occasion de perfectionner notablement ses méthodes et surtout d'étendre considérablement son champ d'action. L'urgence des cas oblige, en effet, souvent les chirurgiens à tenter des opérations d'une audace inouïe, et ils sont souvent eux-mêmes surpris du succès de leurs interventions, tant est considérable la capacité de l'organisme humain à supporter des opérations portant atteinte à certains organes vitaux. On peut même dire que l'étonnante étendue de cette capacité, notamment en ce qui concerne les ablations intestinales, est l'une des plus importantes révélations de l'expérience chirurgicale contemporaine.

Il a été ainsi établi, au cours de ces dernières années, que des ablations de 3 m d'intestin grêle n'affectent en général pas le bon fonctionnement du tube digestif. Il arrive même assez souvent que l'ablation de plus de la moitié de l'intestin grêle soit supportée sans inconvénient, et l'on cite le cas d'une femme qui a pu reprendre une vie quasi normale après une opération qui ne lui a laissé que 90 cm d'intestin grêle (sur un total de plus de 8 m). Une autre femme a subi coup sur coup l'ablation des organes génitaux, d'un sein et de 6 mètres d'intestin grêle sans que son équilibre organique en fût gravement perturbé.

### Les retouches aux « Superfortresses » d'après les enseignements du combat

**Q**UEL que soit le soin apporté à la mise au point du prototype d'un avion de combat et les espoirs que l'on ait pu fonder sur les résultats de la mise en ligne des premiers appareils de série, la pratique régulière du vol et les rencontres avec l'adversaire mettent toujours en évidence

un certain nombre d'imperfections plus ou moins graves dans son équipement. D'ailleurs, les techniques se perfectionnent sans cesse, les méthodes d'attaque et de défense évoluent, des matériels nouveaux apparaissent chez l'adversaire et des tâches imprévues s'imposent au bout d'un temps plus ou moins long. Des perfectionnements incessants sont donc nécessaires, et les services techniques des constructeurs doivent aussitôt que possible les introduire dans les « chaînes » de fabrication en série. Mais modifier une telle chaîne est une opération grave que, pour des raisons de rendement, on préfère différer tant qu'elle ne s'impose pas d'une manière inéluctable, quitte à retoucher les appareils fabriqués au fur et à mesure de leur sortie de l'usine. Il faut également et très rapidement modifier les appareils existants, qu'ils soient en opération ou en cours de livraison.

Le problème ainsi posé pour les Boeing B-29 « Superfortress », dont on sait le rôle qu'elles ont joué dans la guerre contre le Japon, se compliquait du fait que plusieurs milliers de kilomètres séparaient les bases d'opération des usines productrices. Il fut heureusement résolu grâce à une organisation minutieuse nécessairement ulimitée, quant aux transformations à entreprendre, à certaines parties de l'équipement n'exigeant

pas des remaniements trop profonds, pour éviter une immobilisation exagérée du matériel.

C'est à Denver et à Birmingham (Alabama) que se trouvaient installés les principaux centres où les transformations urgentes reconnues indispensables étaient apportées aux appareils qui sortaient des usines Boeing. C'est là, par exemple, que les lourdes plaques de blindage qui, dans les premiers modèles de B-29 « Superfortress », comme sur les B-17 « Fortress », couvraient le dos du pilote et de son adjoint étaient remplacées par des tôles plus légères en duralumin, protégeant les parois et le plancher du fuselage ainsi que les moteurs, ceci en conformité avec les résultats des premiers vols au-dessus du Japon, où l'on avait observé que les attaques des chasseurs ne se produisaient pas, comme on l'avait admis, exclusivement par l'arrière, et que les points les plus vulnérables étaient le poste de pilotage et les moteurs.

C'est là aussi qu'étaient remplacées les pompes destinées à puiser le carburant des réservoirs auxiliaires logés dans la soute à bombes et qui furent reconnues défectueuses, provoquant des atterrissages forcés par suite de l'épuisement du carburant contenu dans les réservoirs normaux.

D'autres modifications de détail portaient sur le remplacement du dôme du radar

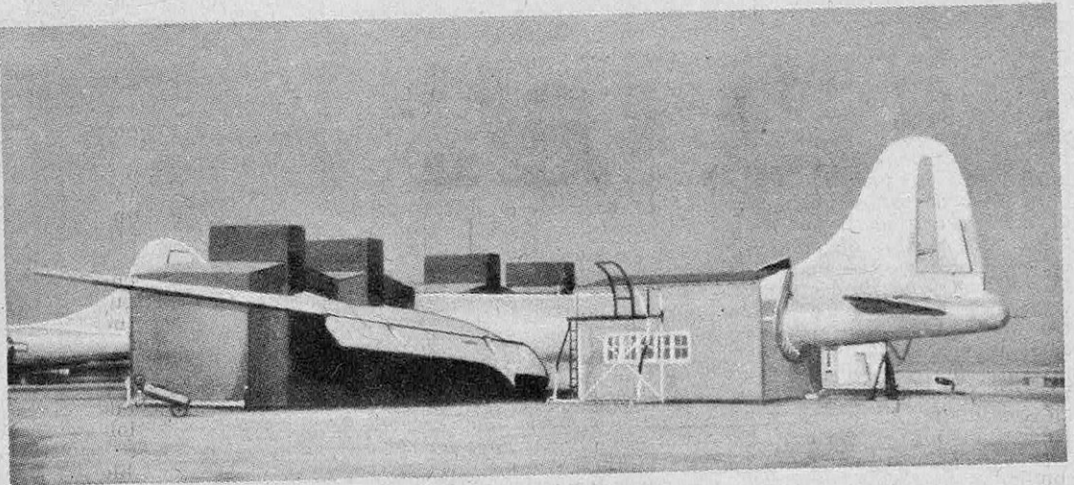


FIG. 2. — UN BOEING B-29 « SUPERFORTRESS » SUR LE TERRAIN DE DENVER (ÉTATS-UNIS) OU, SOUS LE COUVERT DE CONSTRUCTIONS LÉGÈRES, EST INSTALLÉE UNE CAMERA DANS LE FUSelage, TANDIS QUE LES MOTEURS SUBISSENT LEUR ULTIME MISE AU POINT

par un autre modèle mieux profilé, le changement du dispositif d'ouverture des volets de la soute à bombes, etc.

Enfin, c'est dans ces centres que des équipements spécialisés étaient installés sur certains appareils, tels que les cameras pour les reconnaissances photographiques. Une telle opération revient pratiquement à couper le fuselage en deux et doit être entreprise sous le couvert d'une construction légère, comme on le voit sur la figure ci-contre, qui montre une « Superfortress » sur le terrain de Denver, spécialisé dans ces travaux de mise au point.

## Les ultrasons décèlent les défauts des tôles

Les tôles sont des pièces laminées dont les défauts consistent le plus souvent en des dédoublements ayant une forme allongée dans le sens du laminage et qui semblent provenir de l'écrasement d'une soufflure du lingot. Ces défauts se présentent donc dans des plans sensiblement parallèles à la surface de la tôle et sont, par suite, difficilement décelables par les méthodes habituelles de contrôle des pièces métallurgiques telles que l'examen aux rayons X ou  $\gamma$ . Pour la même raison, la méthode du champ magnétique, qui consiste à arroser la pièce avec de l'huile contenant en suspension de la limaille de fer, en même temps qu'on la soumet à l'action d'un champ magnétique, est ici inopérante, car le « spectre magnétique » ainsi formé ne fait apparaître l'existence d'une fissure que si celle-ci aboutit au bord de la tôle. Par contre, on pourrait utiliser avec succès une méthode électrique fondée sur la différence de résistance opposée au passage d'un courant entre divers couples de points pris de part et d'autre de la tôle ; les résultats sont aléatoires du fait de la présence possible d'impuretés superficielles, telles que la rouille.

Aussi a-t-on imaginé de recourir aux ultrasons suivant le procédé dont le principe est

illustré par la figure ci-dessous. Un faisceau d'ultrasons est dirigé perpendiculairement à la surface de la tôle, à travers un matelas d'eau destiné à éviter la réflexion des ultrasons. Les quelques bulles d'air qui pourraient demeurer adhérentes au métal sont éliminées par le courant d'eau qui s'échappe par l'intervalle ménagé entre l'émetteur porté par des galets et la tôle. Si un défaut, même minime, divise la tôle en deux couches, l'intervalle d'air infime ainsi existant constitue un obstacle presque insurmontable à la propagation des ultrasons, et le dispositif récepteur, presque identique à l'émetteur, placé en vis-à-vis de l'autre côté de la tôle, met

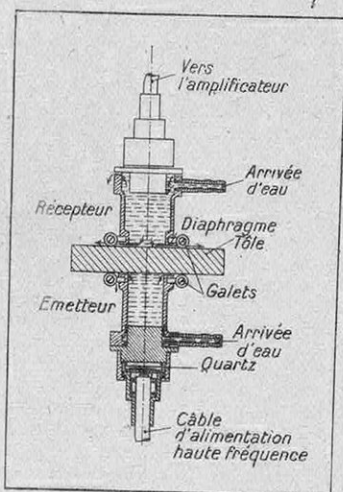


FIG. 3. — LE PLUS PETIT DÉFAUT DE LA TOLE S'OPPOSE A LA PROPAGATION DES ULTRASONS ET LE RÉCEPTEUR DÉCÈLE IMMÉDIATEMENT LA DIMINUTION DE L'INTENSITÉ ULTRASONORE TRANSMISE.

en évidence la diminution de l'intensité ultrasonore transmise. L'affaiblissement de la réception permet de se rendre compte de la gravité approximative du défaut.

En pratique, récepteur et émetteur sont placés aux extrémités d'une fourche et des ressorts les appliquent sur les deux faces de la tôle. L'émetteur est alimenté par un câble haute fréquence modulée, pour éviter la formation d'ondes stationnaires dans les colonnes d'eau, ce qui fausserait les mesures.

## Le curare en chirurgie

QUI ne se souvient d'avoir lu dans sa jeunesse des romans d'aventures dans lesquels les Indiens empoisonnaient leurs flèches en les enduisant de ce toxique à l'effet si rapide et si puissant, le « curare » ? Bien peu de gens pourtant savent comment se prépare et par quel mécanisme physiologique agit ce terrible produit, sur lequel les récents travaux de deux savants canadiens viennent d'attirer l'attention des milieux médicaux.

L'existence du curare a été signalée pour la première fois par Walter Raleigh en 1595. La Condamine en rapporta un échantillon en France en 1745. Mais ce ne fut que par les travaux de Claude Bernard, au siècle dernier, que fut connue l'action physiologique de ce poison célèbre.

Le curare, également appelé « woorari », est préparé par les Indiens de l'Orénoque et du Haut Amazone à partir de plusieurs plantes du genre « Strychnos » (famille des Loganiacées). L'écorce de ces plantes est râpée, puis bouillie dans l'eau et concentrée. Le produit final, une fois refroidi, est solide et présente un aspect résineux noirâtre ou brun rougeâtre. Il est en presque totalité soluble dans l'eau. Sa saveur est très amère.

Les trois principales variétés de curare sont le curare en Calebasses et le curare en pots. Seule la première, également appelée curare de Para, se trouve dans le commerce. Elle est présentée dans des entre-nœuds de bambou.

Les substances actives du curare sont principalement des alcaloïdes tels que la curarine, proche parente de la strychnine, la curine, la protocurine et la tubocurarine. Ces corps sont si toxiques que, bien qu'ils ne constituent qu'une faible partie du produit, il suffit pour tuer un lapin d'un milligramme de curare par kilogramme de poids vif.

L'action physiologique du curare consiste principalement en un blocage des connexions neuro-musculaires (plaques motrices), se traduisant par une paralysie motrice sans perte de sensibilité ni de

Conscience. Les indigènes d'Amérique du Sud connaissent fort bien cette action, et ceux qui sont blessés par une flèche empoisonnée au curare se couchent sous un arbre pour attendre la mort qui surviendra infailliblement (car il n'y a pas d'antidote) lorsque la paralysie atteindra les muscles respiratoires.

Une particularité remarquable du curare réside dans son innocuité lorsqu'il est absorbé par voie buccale. L'absorption par l'intestin est, en effet, très faible et le poison n'agit que par contact avec le sang. La chair des animaux tués par des flèches curarisées est donc parfaitement comestible.

On a tenté depuis fort longtemps de trouver des applications médicales au curare. En vertu de données théoriques, on l'a essayé contre le tétanos, la chorée, l'épilepsie, les empoisonnements strychniques, etc., mais les résultats ont été nuls ou fâcheux. Ce n'est qu'avec les récents travaux de deux savants canadiens, les D<sup>rs</sup> Griffiths et Johnson, que l'action paralysante du curare a trouvé une application pratique en chirurgie.

En effet, les anesthésiques ordinaires, s'ils suppriment la sensibilité, laissent cependant toujours les muscles plus ou moins contractés, et, pour diminuer la contraction musculaire résiduelle, on est très souvent obligé de pratiquer une anesthésie plus profonde, qui peut être dangereuse dans certains cas. Ce risque est éliminé par l'injection d'une dose minimum d'anesthésique conjuguée avec une piqure de curare destinée à provoquer la détente totale des muscles.

Le D<sup>r</sup> Whittaker est même allé plus loin. En administrant à ses patients de fortes doses de curare, il provoque une paralysie totale allant jusqu'à l'arrêt de la respiration et la perte de conscience (mort apparente) et effectue ensuite ses opérations tout en pratiquant la respiration artificielle. Il ne semble toutefois pas que ce soit sous cette forme que l'emploi du curare en chirurgie doive se répandre, car cette drogue doit être employée avec précaution et à faible dose seulement.

Par contre, l'injection de doses faibles destinées à com-

pléter l'action des anesthésiques ordinaires selon la méthode de Griffiths et Johnson peut être appelée à révolutionner la pratique de l'anesthésie en chirurgie. La science aura ainsi transformé le poison mortel en drogue bienfaisante.

## Contre le « mal de l'air »

LE mal de l'air, comparable dans ses manifestations au mal de mer, a eu des conséquences militaires extrêmement fâcheuses, en particulier lors de la mise en ligne d'infanterie aéroportée non encore habituée aux vols en planeur.

Le Service de Santé de la R. A. F. britannique a, depuis plusieurs années, étudié les causes du mal de l'air et les possibilités de le prévenir. Ces recherches ont abouti à l'emploi d'un antidote à base de *scopolamine* grâce auquel, d'après les expériences faites jusqu'ici, quatre cinquièmes des cas de mal de l'air ont pu être prévenus ou guéris.

Il semble qu'il s'agisse là d'une application particulièrement heureuse de notions déjà établies. Le mal de l'air, comme le mal de mer, est dû aux changements de position incessants du corps entraînant des excitations anormalement répétées du vestibule, partie de l'oreille interne qui perçoit les changements d'orientation de la tête et joue un rôle primordial dans l'équilibration. Ces excitations du vestibule provoquent un ensemble de maux dont les plus importants sont dus à l'exagération de l'action du nerf pneumogastrique, nerf moteur du tube digestif et modérateur du cœur (nausées, vomissements, ralentissement du pouls, baisse de la tension artérielle). Aussi a-t-on cherché à corriger ces effets par l'emploi de drogues empêchant de façon plus ou moins élective l'action du pneumogastrique. L'atropine, principal alcaloïde de la belladone, a déjà donné dans ce sens des résultats appréciables; la scopolamine, alcaloïde de la jusquiame, agit de façon analogue, mais avec une tendance plus marquée à paralyser le centre nerveux moteur du pneumogastrique alors que l'atropine bloque plutôt l'action des ter-

minaisons du nerf dans les viscères.

L'antidote adopté par la R. A. F. est donc l'application particulièrement bien mise au point de principes sur lesquels sont basés d'innombrables remèdes plus ou moins actifs contre le mal de mer.

## Les balles de tennis dans l'industrie de guerre

L'INTERRUPTION des relations économiques avec la Grande-Bretagne pendant l'occupation allemande a fait connaître au continent européen une pénurie totale de balles de tennis. La Grande-Bretagne, au contraire, se trouva, en 1940, à la tête d'un stock de 23 millions de balles qu'elle était dans l'impossibilité d'exporter. On eut alors l'idée d'utiliser ces balles pour la fabrication des câbles électriques flottants nécessaires pour faire sauter les mines magnétiques mouillées dans les eaux côtières, câbles dont la fabrication se heurtait jusqu'alors à de grosses difficultés: le problème fut résolu d'une façon aussi originale qu'ingénieuse en enfilant des balles de tennis sur les câbles électriques, comme de perles sur un collier.

## Les oiseaux et les poisons colorés

LE fait que les oiseaux sont extrêmement sensibles aux couleurs et se méfient de celles qui leur semblent incongrues rend possible la destruction des rats, mulots, etc., sans danger par la gent ailée. Telle est la conclusion qui résulte des expériences d'E. S. Kambach, qui a constaté que les moineaux, pinsons, etc., ne touchaient pas à des graines colorées en jaune vif, orange, vert ou rouge, tandis que les rats les mangeaient sans méfiance. Des graines empoisonnées et colorées pour éviter toute confusion par les usagers, permettent donc de détruire les quadrupèdes nuisibles sans porter atteinte aux oiseaux.

V. RUBOR.

**VOUS AVEZ BESOIN DE SAVOIR RÉDIGER**

A côté du don littéraire qui demeure le privilège de quelques-uns et qui, d'ailleurs, ne peut être fécondé que par le travail et l'expérience, 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 ou occasionnellement, 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 multiplierez vos chances de succès. Écrivez à A. B. C. (Rédaction C. B.), 12, rue Lincoln (Champs-Élysées), Paris, qui vous renseignera de façon complète sur l'attrait et la nouveauté de cette méthode.

**LE TARTRE VAINCU SANS PRODUITS CHIMIQUES PLUS DE RADIATEURS ENTARTRÉS**

Tous les radiateurs d'auto s'entartrent, ce qui provoque une élévation anormale de température des moteurs et une altération de l'huile de graissage, d'où : usure rapide, ovalisations, grippages.

**L'ANTI - TARTRE - DÉTAR - TREUR POLYRADIA**, simple petit tube radioactif placé en permanence, hiver comme été, dans un radiateur, empêche toute formation d'incrustations et élimine les anciennes. En vente dans les maisons d'accessoires d'automobiles et garages. Notice technique S. V. sur demande à POLYRADIA, 88, av. de Suffren, Paris (15<sup>e</sup>).

**LOCATION DE FILMS**

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

JOUETS SCIENTIFIQUES  
CAMERAS PROJECTEURS



lement à cette adresse des **JOUETS SCIENTIFIQUES MODERNES, DES PROJECTEURS ET DES CAMERAS**

**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.

**INKWELL LE STYLO DE GRANDE CAPACITÉ**

Primé au concours d'inventions de la Foire de Paris, le stylo INKWELL réunit trois brevets, d'où résultent trois avantages principaux :



1<sup>o</sup> Grande capacité : remplissage intégral par un piston évidé qui assure une capacité maximum : 3 cm<sup>3</sup> ;

2<sup>o</sup> Etanchéité absolue par une bague de caoutchouc moulé ;

3<sup>o</sup> Propreté : le filetage, placé au voisinage immédiat de la plume, n'a plus aucun contact avec les doigts.

Toutes papeteries. Concessionnaire exclusif : C. G. P. A. B., 7, avenue Firmin-Marbeau, Brive. — Tél. 321.

**LE RADIATEUR ÉLECTRIQUE NORDIA A ACCUMULATION**

Le chauffage électrique par accumulation est la formule d'avenir, ne brûlant que du courant de nuit, dont le prix est le tiers du tarif normal et dont le débit n'a jamais été limité.

La conception des radiateurs NORDIA les place en tête du marché pour leur rendement et leur économie.

1<sup>o</sup> Ils sont composés d'éléments indépendants pouvant être juxtaposés ou répartis selon les nécessités ;

2<sup>o</sup> Peu encombrants et maniables, ils sont livrés tout montés et prêts à fonctionner ;

3<sup>o</sup> L'obturation parfaite par cône évite toute perte pendant la charge ;

4<sup>o</sup> Le calorifugeage à double paroi assure un débit régulier pendant la décharge ;

5<sup>o</sup> La résistance, placée dans une cheminée centrale, peut être revisée ou remplacée facilement ;

6<sup>o</sup> Ils sont vendus avec garantie. Expéditions rapides en province. Renseignements et prix sur demande. Etablissements NORDIA, ATELIER 30, 4, cité Griset, PARIS (XI<sup>e</sup>).



**L'AVIATION VOUS INTÉRESSE**

**CONSTRUISEZ DES MAQUETTES**

des avions de guerre aux échelles, de 1/20, 1/50, 1/100. Mosquito, Spitfire, Forteresse, Thunderbolt, Lightning, Marauder, etc.

Un plan pour construire la maquette ;

Un document technique sur l'avion. Demandez la liste des éditions contre 4 francs en timbres.

LES PLANS GUILLEMARD, 33, rue Gros, PARIS (16<sup>e</sup>).

**ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE**

Madame,

Si votre enfant respire mal, consultez votre praticien.

Suggérez-lui d'utiliser un écarteur LUCINOX. Breveté S. G. D. G. technique LE GUEVEL, qui, sans douleur et en quelques semaines augmentera le volume respiratoire en réduisant toutes les malpositions dentaires. Brochure sur demande.

Laboratoires LUCINOX. Prothèse dentaire orthodontique LE GUEVEL, 72, Grande-Rue, Carrières-sur-Seine (S.-et-O.). — Tél. 89.

**LA RÉGÉNÉRATION DES HUILES DE GRAISSAGE**

L'Ultra-Filtration des huiles de graissage usagées élimine toutes les particules solides qui les souillent et restitue 90 % de l'huile neuve.

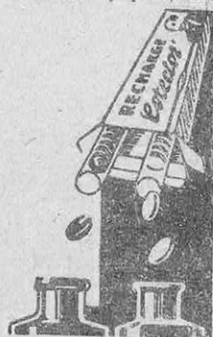
L'Ultra-Filtre Maxéi petit modèle traite 20 litres par jour. Son prix est de l'ordre de 6 000 francs, vite amortis. Colmatage impossible. Pas de main-d'œuvre spécialisée.

Partout où tournent quelques moteurs, un Ultra-Filtre Maxéi paie.

Notice S. V. sur demande à la Société Maxéi, 25 bis, boulevard de Courbevoie, Neuilly (Seine).

**ON EFFACE COMME ON ÉCRIT**

Sur le papier, le bois, les mains, les



étouffes 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 chloré, ne jaunit pas et ne brûle pas. En vente partout.

## Multipliez les COUPS GAGNANTS

La vie est une suite d'efforts dont chacun entraîne un succès ou un échec. Les carrières brillantes, fécondes en réussites successives, ne sont pas un effet du hasard, et, parallèlement, les échecs répétés ne doivent pas être imputés à un sort contraire. Chaque homme est à même de maîtriser son destin. Apprenez, dès maintenant, à diminuer la proportion d'efforts stériles. Vous pouvez enrayer les échecs en combattant les défauts qui en sont la cause : indécision, timidité, dépression, pessimisme, oubli, distraction, manque d'idées, paresse, disparaîtront après quelques mois de la gymnastique mentale à laquelle entraîne la **MÉTHODE PELMAN**.

En même temps qu'elle vous débarrassera de ces défauts, la **MÉTHODE PELMAN** développera rapidement en vous toutes les qualités intellectuelles et morales indispensables au succès, assurance, ténacité, force de caractère, jugement, mémoire, initiative, sens du réel, autant d'atouts qui assurent les coups gagnants. La **MÉTHODE PELMAN** a déjà rendu des services nombreux et incomparables aux Pelmanistes du monde entier. Hommes, femmes, jeunes gens, demandez à l'**INSTITUT PELMAN** sa documentation VI 7 sur son entraînement par correspondance et ses profitables applications dans la vie, les études, la profession. Cinquante-cinq ans d'expérience mondiale exclusivement consacrés au développement des qualités de l'intelligence et du caractère.

### INSTITUT PELMAN

176, bd Haussmann, PARIS

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

## 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  
INDÉPENDANTES ASSURÉES

Pour tous renseignements gratuits écrire à l'

ÉCOLE TECHNIQUE  
DE REPORTAGE

8, boulevard Michelet, 8  
TOULOUSE

*Le Cordon Élastique  
de téléphone*  
**ELASTOPHONE**



**BREVETÉ**  
**300%**  
**Extensible**  
est tellement pratique !  
un câble  
et  
c'est tout

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

*Cables pour tous appareils*

*Chez vous*  
sans quitter vos occupations actuelles vous apprendrez

**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>)



**TOUS LES  
OUVRAGES  
ET DE  
VULGARISATION  
SCIENTIFIQUE**

AUTOMOBILE - AVIATION - CINEMA - COMMERCE - VENTE  
ET PUBLICITÉ - CUISINE - DESSIN - DICTIONNAIRES ET  
ENCYCLOPÉDIES - ÉLECTRICITÉ - ÉLEVAGE - ENSEIGNEMENT  
GÉNÉRAL - FINANCE - BOURSE - JARDINAGE  
JEUX DE SOCIÉTÉ - MAGNÉTISME - ASTRONOMIE - MÉTÉOROLOGIE - MARINE  
ET YACHTING - MÉDECINE - GÉNÉTIQUE - HYGIÈNE  
MENUISERIE - MODÈLES REQUISITS - PÊCHE - PHILATÉLIE  
- PHILOSOPHIE - PHOTO - PHYSIQUE ET CHIMIE  
RADIO - TÉLÉVISION - TRAVAUX D'AMATEURS - SCIENCES NATURELLES - ARTISANAT

**SCIENTIFICS ET LOISIRS**  
17, AV. DE LA RÉPUBLIQUE, PARIS (XI<sup>e</sup>)

CATALOGUE GÉNÉRAL CONTRE 10<sup>FRS</sup> EN TIMBRES

CROQUIS  
D'ÉLÈVE

**L'ÉCOLE INTERNATIONALE**  
PAR CORRESPONDANCE  
**DE DESSIN ET DE PEINTURE**  
SERVICE R.T. PRINCIPAUTE 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'AMITIE ET DE CONFIANCE

## LES MEILLEURES ÉTUDES PAR CORRESPONDANCE

se font à l'ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS, où les meilleurs maîtres, appliquant les meilleures méthodes d'enseignement par correspondance, forment les meilleurs élèves.

**ÉTUDES PRIMAIRES OU SECONDAIRES.** — Des centaines de brillants succès au B. E., au B. E. P. S., au Baccalauréat, établissent la haute efficacité des méthodes de l'École des Sciences et Arts. — Brochure gratuite n° R 25820.

**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 25821.

**LES COURS DE FORMATION SCIENTIFIQUE** vous permettront de compléter vos connaissances en Mathématiques, Physique, Chimie, etc. — Notice gratuite n° R 25822.

**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 25823.

**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 25824.

**INDUSTRIE.** — Certificats d'aptitude professionnelle. — Notice gratuite n° R 25825.

**RADIO.** — Certificats de Radio de bord, 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> classe. — Notice gratuite n° R 25826.

**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 25827.

**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 25828.

**PHONOPOLYGLOTTE** vous apprendra, par le phonographe, à parler, à comprendre, lire, écrire l'Anglais, l'Espagnol, l'Allemand, l'Italien. — Notice gratuite n° R 25829.

**LE COURS D'ÉLOQUENCE** vous mettra en mesure d'improviser une allocution émouvante, de composer un discours persuasif. — Notice gratuite n° R 25830.

**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 25831.

**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 25832.

**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 25833.

**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 25834.

**ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS**

16, rue du Général-Mallette, PARIS (16<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

RADIO-  
TECHNICIEN



DESSINATEUR  
D'ÉTUDES



COMPTABLE  
AGRÉÉ



PUBL. DOULGET

*sans quitter votre emploi*

EN SUIVANT LES COURS  
PAR CORRESPONDANCE DE

## L'ÉCOLE TECHNIQUE DE RADIO-ÉLECTRICITÉ ET DE SCIENCES APPLIQUÉES

2, RUE DU SALÉ - TOULOUSE

## INSTITUT ELECTRO-RADIO

6, RUE DE TEHÉRAN, PARIS 8<sup>e</sup>

prépare  
PAR CORRESPONDANCE  
à toutes les carrières de  
L'ÉLECTRICITÉ :

RADIO  
CINÉMA - TÉLÉVISION

VOTRE AVENIR  
EST DANS CE  
LIVRE

L'ÉLECTRICITÉ  
ET SES  
APPLICATIONS



GRATUITEMENT

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

## Chez vous

sans quitter vos occu-  
pations actuelles vous  
apprendrez



## 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>)



**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.

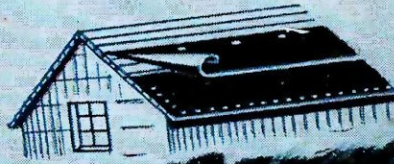
Tous nos cours comportent des exercices pratiques chez soi : lecture au son, manipulation, montage et construction de poste.

Envoi de programme contre 10 francs en timbres.

Contre la pluie  
et l'humidité...

# ASFEUTROÏD

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



# L'ASFEUTROÏD

le feutre asphalté solide

USINE À MONTSOULT (S.-&O.)

216, RUE LÉCOURBE  
PARIS 15<sup>E</sup>