

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie". La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection, la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection privée de M. Pierre Cubaud.

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 67. n. 329. Février 1945
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1945
Collation	1 vol. (IV p.-p.[45]-88) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 329
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.329

SCIENCE ET VIE

FÉVRIER 1945

N° 329

15 FRANCS



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

VOTRE AVENIR est dans LA RADIO

Inscrivez-vous à nos
cours du JOUR, du SOIR
ou par CORRESPONDANCE



ECOLE CENTRALE DE T.S.F.
12, Rue de la Lune - Paris -

PUBLICITÉS RÉUNIES



COURS DE DESSIN PAR CORRESPONDANCE

Depuis 34 ans Marc SAUREL enseigne le dessin par correspondance. Il possède en cette matière une expérience très complète qui lui a permis d'inventer des méthodes entièrement nouvelles, jeunes et vivantes, adaptées à tous les genres de dessin, comme le démontre l'exposition de DESSIN FACILE où étaient exposés, pendant le mois de décembre, près de cinq cents dessins exécutés par les élèves. C'est une véritable joie d'apprendre le dessin par la méthode Marc SAUREL qui permet de très rapides progrès dès le début. De magnifiques planches photographiques, établies spécialement dans un but éducatif, sont fournies gratuitement avec le cours, ce qui permet d'étudier chez soi, sans perdre de temps à rechercher d'introuvables modèles.



Pour les Adultes :

"LE DESSIN FACILE"

Croquis, paysages, portrait, caricature. Beaux modèles fournis avec le cours, leçons à l'essai.

Pour les Enfants :

"JE DESSINE"

en dix leçons abondamment illustrées.

Cours techniques :

Dessin Industriel	Dessin de Publicité
Dessin de Mode	Dessin d'illustration
Dessin Animé de Cinéma	Dessin de lettre



Demandez la brochure illustrée en spécifiant le cours qui vous intéresse. Joindre 4 fr. 50 en timbres et le bon ci-contre.

"LE DESSIN FACILE"

11, R. KEPPLER - PARIS (16^e)

CECI INTÉRESSE

tous les jeunes gens et jeunes filles
et tous les pères et mères de famille

Une occasion unique de vous renseigner de la façon la plus complète sur toutes les situations quelles qu'elles soient et sur les études à entreprendre par correspondance pour y parvenir vous est offerte par

L'ECOLE UNIVERSELLE

par correspondance de Paris

Elle vous adressera gratuitement sur demande celle de ses brochures qui vous intéresse :

BROCHURE L. 20.722. — ENSEIGNEMENT PRIMAIRE : Classes complètes depuis le Cours élémentaire jusqu'au Brevet supérieur, Bourses, Brevets, C. A. P., etc.

BROCHURE L. 20.723. — ENSEIGNEMENT SECONDAIRE : Classes complètes depuis la onzième jusqu'à la classe de Mathématiques spéciales incluse, Certificat d'études classiques ou modernes, Baccalauréats, etc.

BROCHURE L. 20.724. — ENSEIGNEMENT SUPERIEUR : Licences (Lettres, Sciences, Droit), tous les professorats (classes élémentaires, lycées, collèges, etc.).

BROCHURE L. 20.725. — GRANDES ECOLES SPECIALES.

BROCHURE L. 20.726. — CARRIERES de l'INDUSTRIE, des MINES et des TRAVAUX PUBLICS, etc.

BROCHURE L. 20.727. — CARRIERES de l'AGRICULTURE et du GENIE RURAL, etc.

BROCHURE L. 20.728. — CARRIERES du COMMERCE, de l'INDUSTRIE HOTELIERE, des ASSURANCES, de la BANQUE, de la BOURSE, etc.

BROCHURE L. 20.729. — ORTHOGRAPHE, REDACTION, VERSIFICATION, CALCUL, DESSIN, ECRITURE.

BROCHURE L. 20.730. — LANGUES VIVANTES, TOURISME (Interprète), etc.

BROCHURE L. 20.731. — AIR, MARINE : Pont, Machine, Commissariat, T. S. F., etc.

BROCHURE L. 20.732. — SECRETARIATS BIBLIOTHEQUES, JOURNALISME.

BROCHURE L. 20.733. — ETUDES MUSICALES : Instruments, Professorats, etc.

BROCHURE L. 20.734. — ARTS DU DESSIN : Professorats, Métiers d'art, etc.

BROCHURE L. 20.735. — METIERS de la COUTURE, de la COUPE, de la MODE, de la LINGERIE, de la BRODERIE, etc.

BROCHURE L. 20.736. — ARTS de la COIFFURE et des SOINS DE BEAUTE, etc.

BROCHURE L. 20.737. — CARRIERES du CINEMA.

BROCHURE L. 20.738. — TOUTES LES CARRIERES ADMINISTRATIVES.

Grâce aux cours par correspondance de l'Ecole Universelle, chacun peut acquérir chez soi, quelle que soit sa résidence, à ses heures de loisir, quelles que soient ses occupations, facilement, quelles que soient ses études antérieures, avec le minimum de frais et dans le minimum de temps, toutes les connaissances utiles pour occuper la situation dont il se sent digne. Ceux des cours par correspondance de l'Ecole Universelle qui préparent aux examens et aux concours publics assurent chaque année à leurs élèves

DES MILLIERS DE SUCCES

Outre la brochure qui vous intéresse, demandez tous les renseignements et conseils spéciaux dont vous pouvez avoir besoin. Ils vous seront fournis à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

ECOLE UNIVERSELLE

12, place Jules-Ferry, LYON - 59, boulevard Exelmans, PARIS

Apprenez l'ANGLAIS

C'est aujourd'hui plus que jamais votre devoir, alors que la bataille implacable se poursuit aux côtés de nos Alliés et que nos relations d'amitié reconnues indispensables deviennent chaque jour de plus en plus étroites.

Apprenez l'anglais, c'est aussi votre intérêt, car bientôt, dans tous les domaines, commerce, tourisme, sport, politique, diplomatie, etc..., nous aurons besoin de l'anglais et celui qui ne saura pas cette langue sera terriblement handicapé.

Mais apprendre l'anglais c'est encore acquérir des joies nouvelles, d'abord celle de mieux connaître la vie anglaise, les grands journaux, les magnifiques magazines de Londres, d'écouter et de comprendre les concerts de la radio; enfin le plaisir de goûter dans la langue originale les bons films qui, « doublés », perdent la moitié de leur valeur.



Sachez maintenant que par la Méthode de LINGUAPHONE quelques mois suffisent pour apprendre l'anglais. A

l'aide de disques et de livres, par le son, par l'image et par le texte, cette méthode de réputation mondiale vous enseigne chez vous la langue parlée et la langue écrite. Votre accent est parfait et vous écrivez correctement après seulement quelques semaines; vous êtes très vite étonné de pouvoir vous débrouiller avec des Anglais ou des Américains.

La preuve... il vous suffit de nous demander notre brochure C. B. 2 qui vous donnera tous renseignements sur notre méthode (joindre 5 frs en timbres pour tous frais) ou mieux, si vous habitez Paris, venez à notre Institut, nous vous ferons une démonstration personnelle.

LINGUAPHONE

Service (C B 2) 12, rue Lincoln, PARIS

N'importe qui peut apprendre à **DESSINER** ...il suffit de savoir écrire.

PAS plus que l'écriture, le dessin n'est réservé à une élite, à des privilégiés.

Mais si vous saviez que par la simple utilisation des lignes que vous tracez en écrivant, vous devez pouvoir reproduire ce que vos yeux ont vu, vous ne résisteriez pas plus longtemps au désir que vous avez souvent manifesté de dessiner.

C'est en effet si simple : Les lignes que vous tracez ne sont-elles pas les mêmes que celles qui composent les lettres de l'alphabet les mêmes droites, les mêmes courbes ? Il suffit de les voir. En somme, ce n'est qu'une question de méthode, et vous avez tout intérêt à connaître celle de l'Ecole A. B. C. qui vous permettra d'utiliser pour dessiner l'habileté graphique que vous avez acquise en écrivant.



(Croquis enlevé à la plume par un de nos élèves)

A ce propos, la brochure que l'Ecole A. B. C. de dessin met gracieusement à votre disposition vous révélera que c'est dans les deux premières heures de vos études que vous apprendrez comment on dessine.



Deux heures : puis, avançant pas à pas, vous réaliserez chaque jour de nouveaux progrès avec plus de sûreté, avec une joie toujours plus grande. Après avoir pris comme modèles les objets, les décors qui vous sont familiers, vous reproduirez les traits, les attitudes de ceux qui vous sont chers et, de progrès en progrès, vous connaîtrez le bonheur de créer des œuvres où vous pourrez donner toute la mesure de votre personnalité.

BROCHURE GRATUITE

Demandez la brochure de renseignements C. B. 28 (joindre 5 frs en timbres pour tous frais). Spécifiez bien le cours qui vous intéresse : Cours pour Adultes ou Cours pour Enfants.

ECOLE A. B. C. DE DESSIN
12, rue Lincoln, PARIS



ÉCOLE TECHNIQUE
DE
RADIOÉLECTRICITÉ
2, RUE DU SALÉ, 2
TOULOUSE

JEUNES FRANÇAIS...

choisissez une situation

D'AVENIR

en apprenant

LA RADIO

sans quitter vos occupations courantes,
saluez les

Cours par correspondance
de notre École,

CELLE DE LA CAPITALE DE LA RADIO

La Direction et les Professeurs de l'Ecole ont continuellement entreint les ordres de l'envahisseur pendant la période d'occupation, en enseignant toute la radio et l'émission, malgré les risques encourus.

**Fournitures scolaires et chassis
d'études assurés gratuitement**

TOUTES CES ÉTUDES PEUVENT ÊTRE
ENTREPRISES AVEC, A LA BASE, UNE
INSTRUCTION DU NIVEAU DU C. E. P.

Conditions spéciales aux F. F. I.

BON 131 à joindre à toute demande
de renseignements gratuits.

SCIENCE ET VIE

Tome LXVII - N° 329

Février 1945

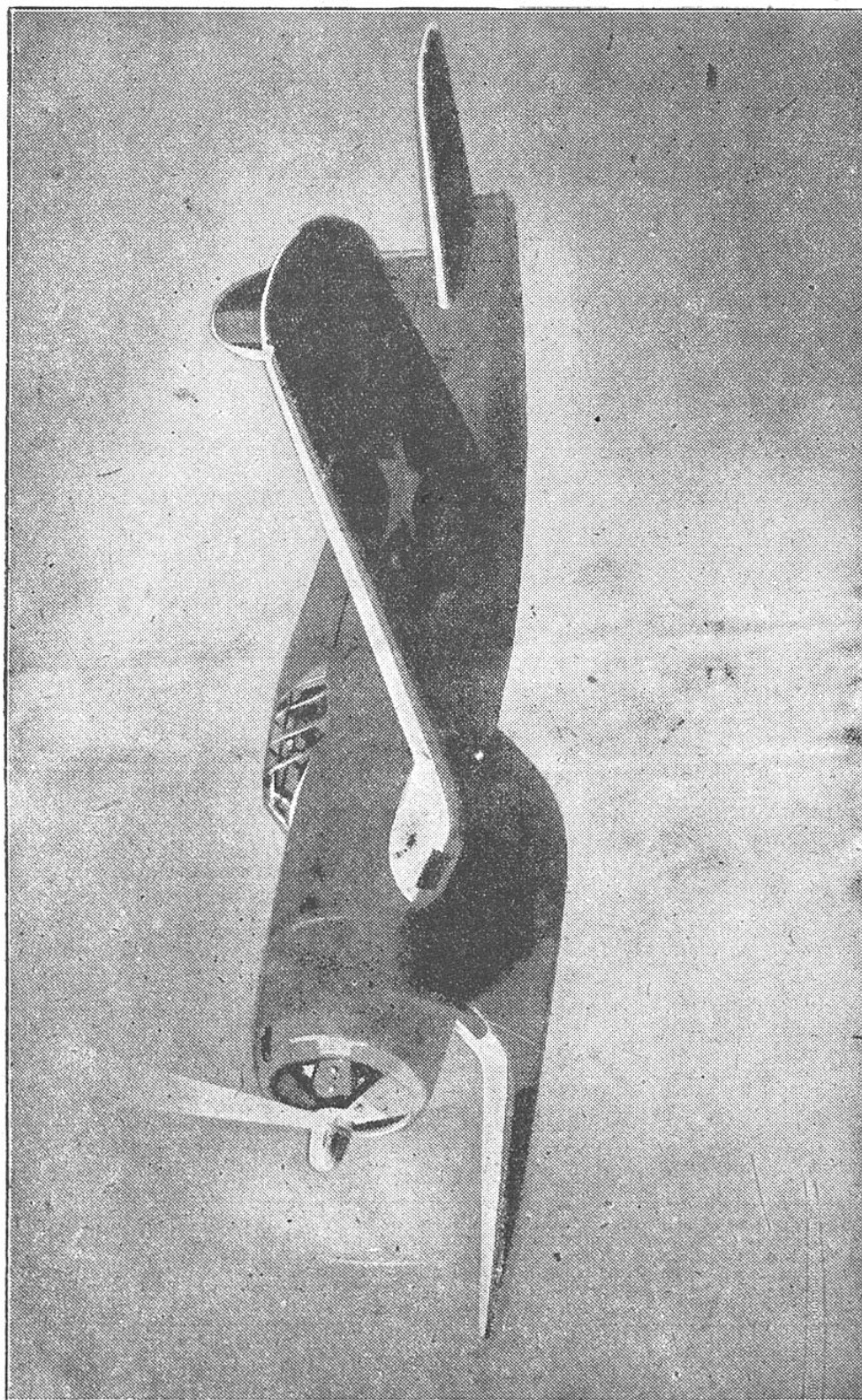
SOMMAIRE

- ★ L'évolution du porte-avions pendant la guerre, par François Courtin 47
- ★ Dans la construction automobile, l'avenir est au changement de vitesse automatique, par Henri Petit 55
- ★ L'hélicoptère et l'escorte des convois, par Pierre Lamancine 67
- ★ La vitesse des avions : ses progrès, ses limites, par Pierre Sarlac 71
- ★ Un carrousel pour pilotes, par J. B 83
- ★ Pour détecter les mines enfouies dans le sol, par André Laugnac 84
- ★ Les A Côté de la Science, par V. Rubor 86



L'aviation joue un rôle de premier plan dans la protection des convois marchands contre l'ennemi sous-marin. A distance relativement faible des côtes, les appareils basés à terre patrouillent les abords des ports et leur action peut s'étendre à plusieurs centaines de kilomètres. Hors de la limite de leur rayon d'action, en haute mer, force est d'avoir recours aux appareils embarqués, soit sur porte-avions d'escorte, soit sur les cargos et navires-citernes du convoi d'où ils sont catapultés en cas de besoin. L'hélicoptère fournit une nouvelle solution au problème capital de la sécurité des convois, par la facilité avec laquelle il prend son envol sur le pont le plus exigü et vient s'y reposer à nouveau, sa mission accomplie. La couverture du présent numéro montre comment on pourra concevoir l'attaque d'un sous-marin par un de ces appareils à voilure tournante quand les progrès de sa construction auront permis de le doter d'un armement comparable à celui des avions de combat modernes. (Voir l'article sur l'hélicoptère page 67 de ce numéro.)

« Science et Vie », magazine mensuel des Sciences et de leurs applications à la vie moderne.
Rédaction, Administration, Publicité : actuellement, 3, rue d'Alsace-Lorraine, Toulouse. Chèque postal : n° 184.05 Toulouse. Téléphone : 230-27. Adresse télégraphique : SIENVIE Toulouse.
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by « Science et Vie », Février mil neuf cent quarante-cinq. Registre du Commerce : Toulouse 3235 B.
Abonnements : France et Colonies, un an : cent cinquante francs.



LE CHASSEUR AMÉRICAIN POUR PORTE-AVIONS VOGHT-SIKORSKY F 4 U-2 « CORSAIR »

Cet appareil est doté d'un moteur Pratt et Whitney « Double Wasp » de 2 000 ch au décollage, qui lui donne une vitesse maximum supérieure à 600 km/h. Son envergure est de 12,30 m et sa longueur 9,60 m. Le train d'atterrissage, la roue de queue et le crochet de freinage pour l'atterrissage sur le pont sont escamotables. L'armement comprend six mitrailleuses lourdes de 12,7 mm et le poids total de l'appareil est de 5 500 kg.

L'ÉVOLUTION DU PORTE-AVIONS PENDANT LA GUERRE

par François COURTIN

Les escadres modernes ont besoin d'être appuyées en toutes circonstances par l'aviation. Lorsqu'elles opèrent à de trop grandes distances pour que l'aviation puisse intervenir au départ de bases terrestres, le commandant de ces forces navales doit disposer en permanence d'aérodromes accompagnant fidèlement les formations qu'il commande : ces aérodromes, ce sont les porte-avions que l'on peut définir ainsi : terrains d'atterrissage flottants et mobiles d'une flotte. En septembre 1939, l'Angleterre, les Etats-Unis et le Japon, dont les flottes étaient les plus puissantes du monde, armaient respectivement six, cinq et six porte-avions. Cinq ans plus tard, la marine américaine en comptait cent vingt à cent cinquante en service ou en construction, la marine anglaise une cinquantaine en service et la marine japonaise probablement une trentaine. Les événements ont ainsi donné raison à ceux qui avaient prédit le rôle primordial de l'aviation dans la guerre navale. Certes, il n'est pas prouvé que l'aviation ait chassé des mers le bâtiment de combat, et en particulier le navire de ligne; mais le danger aérien existe, aujourd'hui, à tout instant pour un navire de guerre et l'on peut vérifier, tous les jours, cette affirmation de l'amiral Castex, écrite en 1927 : « La supériorité aérienne est devenue une condition nécessaire de la pleine supériorité sur mer et elle en fait partie intégrante. »

Les porte-avions en Méditerranée et dans le Pacifique

C'EST au cours des importantes opérations qui se sont déroulées dès l'automne 1940 dans la Méditerranée que les porte-avions ont commencé par affirmer leur utilité. En effet, pendant tout le temps où il a pu être survolé par les escadres italo-allemandes basées en Sardaigne, en Sicile, en Tripolitaine, puis en Tunisie, l'étranglement du Canal de Sicile a coupé la Méditerranée en deux. Chaque fois que les Anglais, obligés de replier leurs escadres à Gibraltar et à Alexandrie, voulaient passer d'Ouest en Est ou inversement, il leur fallait forcer le passage. Dans l'impossibilité où les formations britanniques se trouvaient d'être soutenues sur toute la longueur du trajet par des escadrilles basées à terre, elles devaient compter nécessairement un ou plusieurs porte-avions dont les appareils s'efforçaient d'assurer la maîtrise de l'air au moment de l'attaque par les formations aéronavales de l'Axe. Dans tous les engagements qui se sont déroulés en Méditerranée, les porte-avions ont joué, par conséquent, un rôle de premier plan : ce sont des escadrilles d'avions torpilleurs décollant de porte-avions qui infligèrent à la flotte italienne mouillée en rade de Tarente un des coups les plus sérieux qu'elle ait reçus (novembre 1940). C'est grâce à ces bâtiments également que Malte, l'île imprenable — véritable porte avions que l'on aurait mouillé à demeure au cœur de la Méditerranée —, fut, à maintes reprises, ravitaillée en aviation de chasse. En mai 1941, par contre, les graves avaries infligées, dès le début de l'attaque contre la Crète, au porte-avions *Formidable* furent une des raisons du revers subi par les Britanniques dans cette zone.

La valeur des porte-avions devait s'affirmer, à nouveau, et avec plus de force encore, dès le début du gigantesque conflit nippo-américain (décembre 1941). A Pearl-Harbor, les bombes et les torpilles de cent cinq avions japonais, décollant de quatre porte-avions, mirent hors de combat, pour plus d'un an, huit cuirassés sur les douze que comportait l'escadre yankee du Pacifique (7 décembre 1941). Deux jours plus tard, au large de la Malaisie, ce furent encore des avions transportés à pied d'œuvre par la marine japonaise qui détruisirent en quelques quarts d'heure les deux seuls navires de ligne de l'escadre anglaise de Singapour. Il en fut de même pour la plupart des unités disparues dans le balayage du Golfe de Bengale par les Japonais (9 avril 1942), au cours des deux batailles de la mer de Corail (4 et 7 mai 1942), pendant les combats de Midway (10 juin 1942) et de Guadalcanar, dans l'archipel des Salomon, enfin.

L'escorte des convois

C'est à la même époque (1942) que les porte-avions prouvèrent également leur utilité comme escorteurs de convois marchands. Le porte-avions permet, en effet, à l'aviation d'assurer pendant toute la durée des traversées des patrouilles aériennes chargées de découvrir sur l'avant et sur les flancs des convois les assaillants sous-marins qui effectuent nécessairement en surface la recherche de leurs objectifs. L'intervention de l'aviation a un double effet : un avion qui découvre un sous-marin ne se borne pas, en effet, à l'attaquer. Il alerte tout d'abord le convoi dont la route est aussitôt modifiée; puis il dirige contre les submersibles une attaque des escorteurs de surface accourus à la rescousse et dont les moyens offensifs sont beaucoup plus redoutables

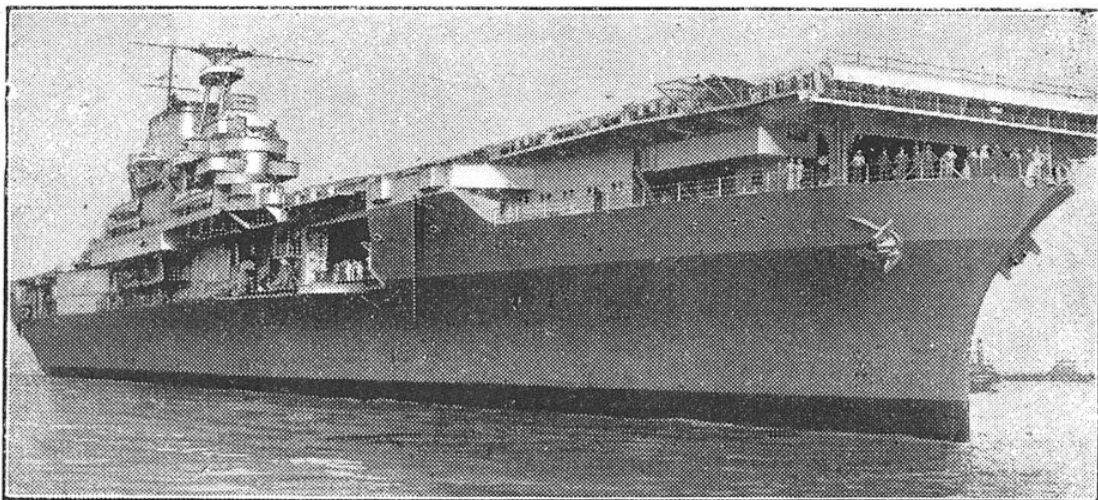


FIG. 1. — LE « HORNET », PORTE-AVIONS DE LA MARINE AMÉRICAINE, MIS EN SERVICE FIN OCTOBRE 1941 ET PERDU UN AN PLUS TARD DANS LES BATAILLES DES ILES SALOMON

Déplacement, 19 900 t; puissance, 120 000 ch; vitesse, 32,5 nœuds. Il portait 77 avions et était armé de VIII canons de 127 mm AA, et de nombreuses mitrailleuses et canons automatiques.

que les siens. Il n'est pas toujours nécessaire, d'ailleurs, d'en arriver là pour fausser le mécanisme de l'attaque des *U-Boote*. La simple apparition d'éclaireurs aériens les oblige généralement à s'immerger pour ne pas être signalés et les contraint à faire route en plongée à une allure réduite (3 ou 4 nœuds), inférieure à celle du convoi, ce qui les empêche souvent de se placer en position d'attaque en temps utile. Il est hors de doute que les à-coups subis, depuis 1943, par les sous-marins allemands et qui ont abouti à un échec complet de la guerre sous-marine au printemps 1944, ont été occasionnés conjointement par l'aviation embarquée ainsi que par l'intervention de nouveaux et très perfectionnés moyens de détection.

Les nouvelles unités

En 1942, les marines belligérantes, et en particulier les marines alliées, se trouvèrent donc

dans la nécessité d'accroître considérablement le nombre de leurs porte-avions. C'est de cette époque que date la distinction que l'on fait aujourd'hui entre les porte-avions de combat ou d'escadre et les porte-avions d'escorte.

Les premiers sont des bâtiments plus rapides — plus de 30 nœuds — destinés à accompagner les forces navales composées de navires de ligne, de croiseurs et de destroyers, tous bâtiments rapides. Les seconds, qui n'accompagnent que des formations lentes se déplaçant à moins de 15 nœuds, n'ont pas besoin d'être rapides et c'est ce qui explique que l'on a pu utiliser pour leur construction des coques et des ensembles moteurs de bâtiments marchands pouvant être montés par des chantiers non spécialisés et, comme tels, construits en série et dans un délai beaucoup plus court que les porte-avions d'escadre dont les machines développent jusqu'à 150 000 ch.

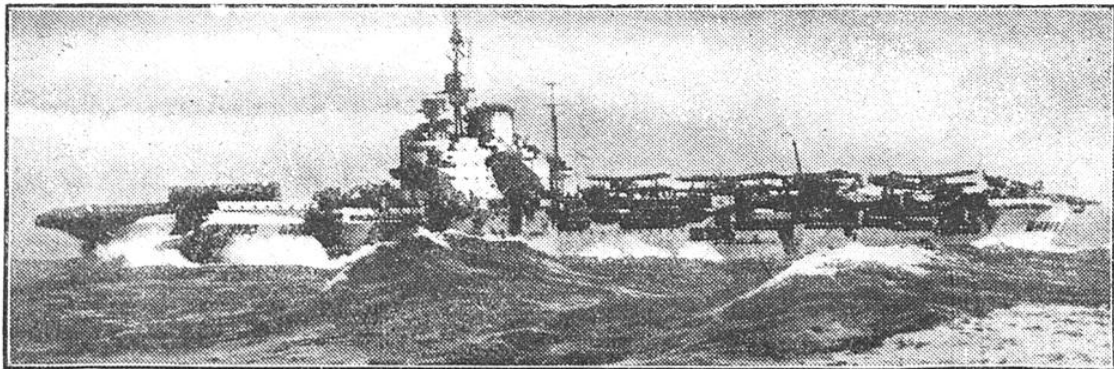


FIG. 2. — LE PORTE-AVIONS BRITANNIQUE « VICTORIOUS » : 23 000 T, 110 000 CH, 31 NŒUDS, 60* AVIONS
Les caractéristiques générales des bâtiments de ce type s'inspirent de celles de l'Ark Royal, armé en novembre 1938 et coulé par un sous-marin allemand le 13 novembre 1941, après deux années d'une carrière extraordinairement active. Remarquer sur la plage avant l'écran qui facilite les manœuvres des appareils sur le pont.

Porte-avions d'escadre

Il ne resté plus qu'un petit nombre des porte-avions d'escadre qui étaient en service au début de la guerre. Des six bâtiments de ce type dont l'Amirauté britannique disposait en septembre 1939, il n'en subsiste plus qu'un aujourd'hui : le *Furious*, le plus ancien (1916). De même, en moins d'un an de guerre, la marine américaine, qui comportait sept porte-avions en service le 7 décembre 1941, en a vu disparaître quatre et, sans qu'il soit possible d'établir avec la même certitude le bilan des pertes japonaises, on peut cependant affirmer qu'au moins quatre et peut-être cinq porte-avions nippons disparurent dans le même temps.

A l'exception de l'anglais *Glorious*, détruit par le tir conjugué des navires de bataille allemands *Scharnhorst* et *Gneisenau*, le 8 juin 1940, pendant la campagne de Norvège, tous les porte-avions disparus ont été victimes de torpilles sous-marines ou de bombes, quelquefois des deux. Ce n'est pas que leur protection antisous-marine se soit toujours montrée insuffisante; mais on n'avait pas réalisé, avant la guerre, les dangers particuliers auxquels seraient exposés ces bâtiments, en raison même des services des qui leur sont inhérentes. Les renseignements publiés après la perte des américains *Hornet*, *Yorktown* et *Wasp* et des porte-avions japonais détruits au cours de la bataille de Midway confirment que ces bâtiments ont tous assez bien encaissé plusieurs explosions de torpilles sous-marines; mais les déflagrations ont entraîné des ruptures dans les canalisations approvisionnant les postes d'essence répartis dans les hangars d'aviation, et la disparition de ces unités résulte beaucoup plus des incendies qui les ont ravagés, et que l'on n'a pu maîtriser, que des voies d'eau provoquées par les torpillages.

Six nouveaux porte-avions de combat anglais au moins sont entrés en service et ont remplacé nombre pour nombre, les bâtiments disparus. Trois ont été parés entre juillet 1940 et mai 1941, l'*Illustrious*, le *Victorious* et le *Formidable*, un quatrième, l'*Indomitable*, a dû effectuer ses essais à la fin de 1942 deux autres, l'*Implacable* et l'*Indefatigable*, devaient être armés en 1943 : ils déplacent 23 000 tonnes, leur vitesse atteint 30,5 nœuds, et ils procèdent du porte-avions *Ark Royal*, terminé en novembre 1938, mais coulé par un sous-marin allemand après un peu

plus de deux ans d'une carrière très remplie. La protection, en particulier la protection antisous-marine et celle du pont blindé, a été spécialement étudiée et renforcée. L'armement défensif est exclusivement antiaérien et comporte : huit jumelages de 114 mm AA, huit pompoms quadruples de 40 mm AA et un grand nombre de mitrailleuses lourdes de 20 mm et de 13 mm sur affûts multiples. Bien qu'elles puissent tirer également contre objectif flottant, les pièces de 114 mm sont surtout efficaces contre les bombardiers volant à haute altitude. A côté de ces canons, dont la portée verticale excède 10 000 mè-

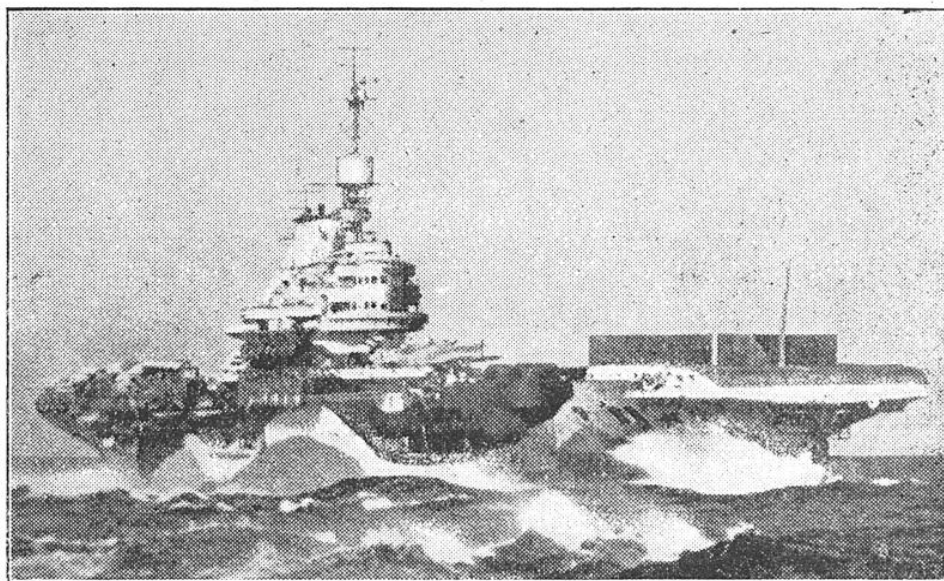


FIG. 3. — LE PORTE-AVIONS BRITANNIQUE « INDOMITABLE » QUI A EFFECTUÉ SES ESSAIS A LA FIN DE 1942

De la classe du *Victorious* (23 000 t, 110 000 ch, 31 nœuds), ce bâtiment emporte 60 avions (combat, 40; surveillance et torpillage, 20). Son armement exclusivement antiaérien comprend : XVI canons de 114 mm (jumelés 2 par 2); VIII pompoms quadruples de 40 mm; un grand nombre de canons de 20 mm et de mitrailleuses de 13 mm sur affûts multiples. On voit, comme sur le *Victorious*, l'écran de la plage avant destiné à faciliter les manœuvres.

tres, la défense rapprochée est assurée par les pièces de petit calibre et par les mitrailleuses. Leurs projectiles, débités par milliers, forment un écran difficilement pénétrable par les avions ennemis, attaquant en piqué ou qui voudraient arriver à bonne portée de lancement de torpilles : quelques centaines de mètres. Ces porte-avions ont des hangars à deux étages, desservis par trois ascenseurs en ligne, permettant l'emmagasinement d'une soixantaine d'appareils. Toujours à l'instar de l'*Ark Royal*, il existe à l'avant de la plate-forme d'envol deux « accélérateurs », sortes de grandes catapultes fixes destinées à faciliter l'envol des appareils lourdement chargés. Sur les photographies de ces bâtiments, on peut observer l'existence de grands écrans mobiles, disposés à l'avant du pont d'envol pour faciliter la circulation du personnel et la manœuvre des appareils en les abritant du vent, pendant la marche à grande vitesse. D'autres porte-avions d'escadre anglais sont sur cale, mais on n'a encore diffusé aucun renseignement à leur sujet.

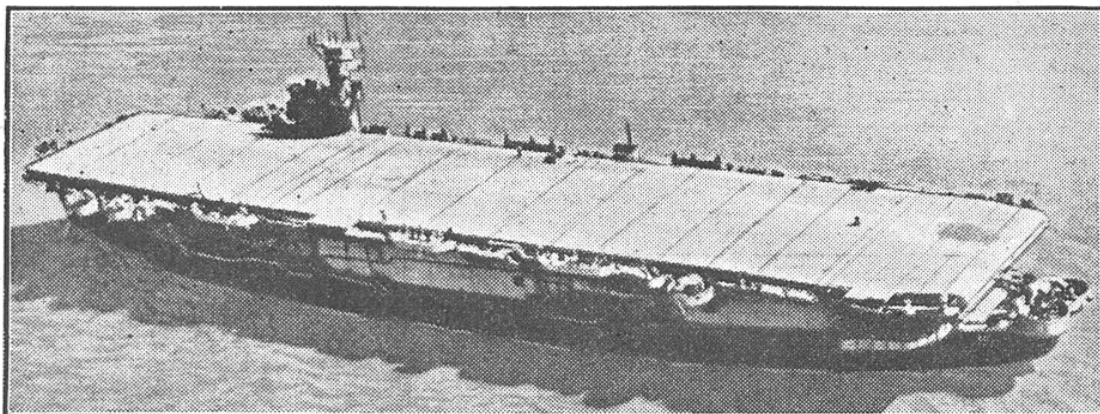


FIG. 4. — LE PORTE-AVIONS AMÉRICAIN D'ESCORTE « CARD »

Il fait partie d'une série d'une soixantaine de navires de ce type, déplaçant en moyenne 17 000 t, d'une longueur de 150 m, et propulsés par un ou deux Diesel de 8 000 à 9 000 ch à une vitesse pratique de 16 à 17 nœuds. Leur rayon d'action considérable atteindrait 14 000 milles (25 000 km).

Grâce à la puissance de leurs moyens industriels, les Etats-Unis ont pu faire un effort plus considérable que celui de la Grande-Bretagne pour compenser leurs pertes et accroître leur flotte de porte-avions. Au moins 45 porte-avions d'escadre ont été mis sur cale, outre-Atlantique, entre 1940 et 1944 et une vingtaine d'entre eux étaient déjà en service au début de l'été 1944, ou se trouvaient en cours d'armement pour essais.

Les deux tiers de ces bâtiments appartiennent au type *Essex* de 25 000 tonnes dont le premier, l'*Essex*, a été lancé le 30 juillet 1942 et suivi depuis par le *Lexington II* (ex-*Cabot*), lancé le 26 novembre 1942, le *Bunker Hill* (17 décembre 1942), le *Yorktown II* (ex-*Kearsage*), lancé le 20 janvier 1943, l'*Intrepid* (26 avril 1943), le *Wasp II* (ex-*Oriskany*) lancé le 17 août 1943, le *Hornet II* (ex-*Bonhomme Richard*) lancé le 29 août 1943, le *Ticonderoga* (7 février 1944), etc.

On remarquera que les Etats-Unis, voulant conserver le souvenir de porte-avions coulés, ont donné leurs noms à plusieurs unités neuves. On sait peu de choses sur ces bâtiments qui auront une plate-forme d'envol de 250 mètres de long au moins sur 40 mètres de large et une vitesse d'environ 30 nœuds, ce qui suppose des machines d'une puissance de 140 000 à 150 000 ch. Les porte-avions américains en service

en décembre 1941 embarquaient tous un chiffre d'avions plus élevé que celui de n'importe quel bâtiment de même catégorie dans les autres marines : 72 à 84 appareils; mais on aurait renoncé à transporter un aussi grand nombre d'avions sur les nouveaux, afin de renforcer la protection contre les incendies, grâce à la place et au poids gagnés.

Treize autres porte-avions américains des programmes de guerre sont des croiseurs de 10 000 tonnes mis sur cale à partir de 1941, et dont la transformation a été décidée au début de 1942. A l'exception du premier, rebaptisé *Independance* (ex-*Amsterdam*), ils ont en général reçu des noms de batailles célèbres dans les fastes militaires des Etats-Unis, ou repris ceux de quelques-uns des porte-avions du type *Essex*, débaptisés dans les conditions indiquées plus haut. Au début de 1944, neuf au moins avaient déjà été lancés, le *Princeton*, l'*Independance*, le *Belleau Wood*, le *Cowpens*, le *Monterey*, le *Cabot*, le *Langley*, le *Bataan*, le *San Jacinto*. La correspondance de ces noms avec ceux des croiseurs transformés n'a pas été indiquée, mais 13 des 32 croiseurs du type *Cleveland* ayant été commandés à la New York Shipbuilding Corporation, il est plausible d'admettre que ces treize bâtiments ont été choisis de préférence à d'autres,

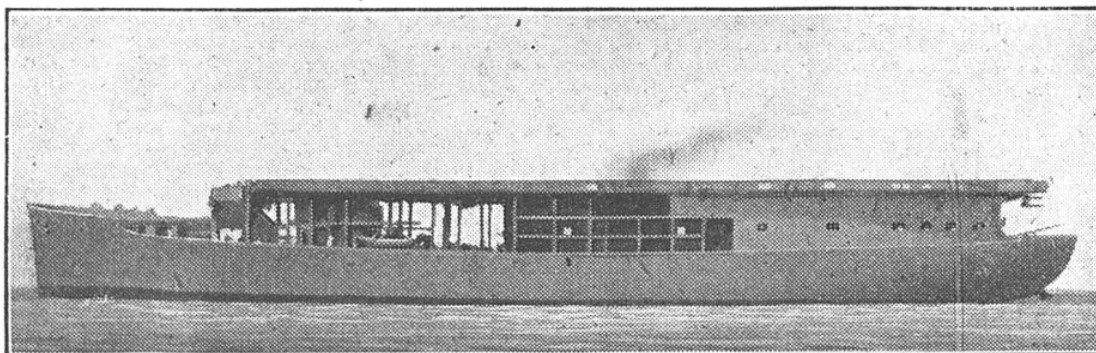


FIG. 5. — LE PORTE-AVIONS AUXILIAIRE « LONG ISLAND » DE LA MARINE AMÉRICAINNE, DE LA MÊME SÉRIE QUE LE « CARD », MAIS DÉPOURVU DE SUPERSTRUCTURES

car il est logique que l'on n'ait pas voulu bouleverser le programme des travaux de plusieurs chantiers. Les seuls détails connus concernant la série *Indépendance* sont les caractéristiques de coque : 183 mètres de longueur et 19 mètres de largeur, le déplacement-type : 10 000 t et la vitesse prévue : 32,5 nœuds.

Fin 1943, enfin, des chantiers américains ont reçu la commande de trois porte-avions géants de 45 000 tonnes dont le premier, le *Coral Sea* (Mer de Corail) doit être lancé dans le courant du printemps 1945.

On possède encore moins de renseignements précis sur les constructions neuves japonaises que sur les constructions américaines, si ce n'est

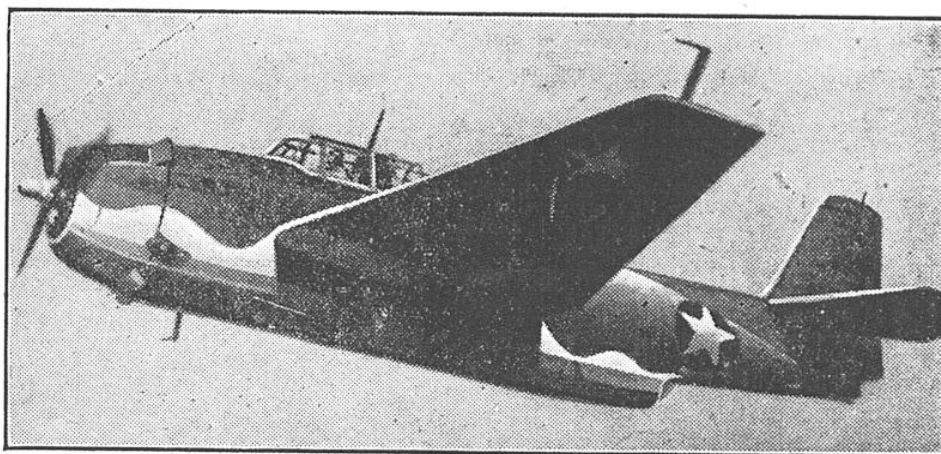


FIG. 7. — L'AVION TORPILLEUR ET DE COMBAT GRUMMAN TBF-2

Cet appareil est appelé « Avenger » aux Etats-Unis et « Tarpon I » en Grande-Bretagne. Il est en service en particulier dans l'Océan Pacifique. Il possède un moteur Wright « Cyclone 14 » de 1 600 ch au décollage et son équipage est de trois hommes. Son envergure est de 16,15 m, sa longueur de 11,30 m et son poids de 5 400 kg. Il emporte dans son fuselage une bombe de 1 000 kg ou une torpille de 533 mm. L'armement comprend deux mitrailleuses synchronisées pour le tir à travers l'hélice à l'avant du fuselage, une mitrailleuse mobile au poste arrière, et deux mitrailleuses sous une coupole pivotante sur le dos de l'appareil (non visible sur cette photographie). La vitesse maximum est de 435 km/h, la vitesse de croisière de 344 km/h et le rayon d'action de 2 300 km. Les ailes sont repliables vers l'arrière le long du fuselage.

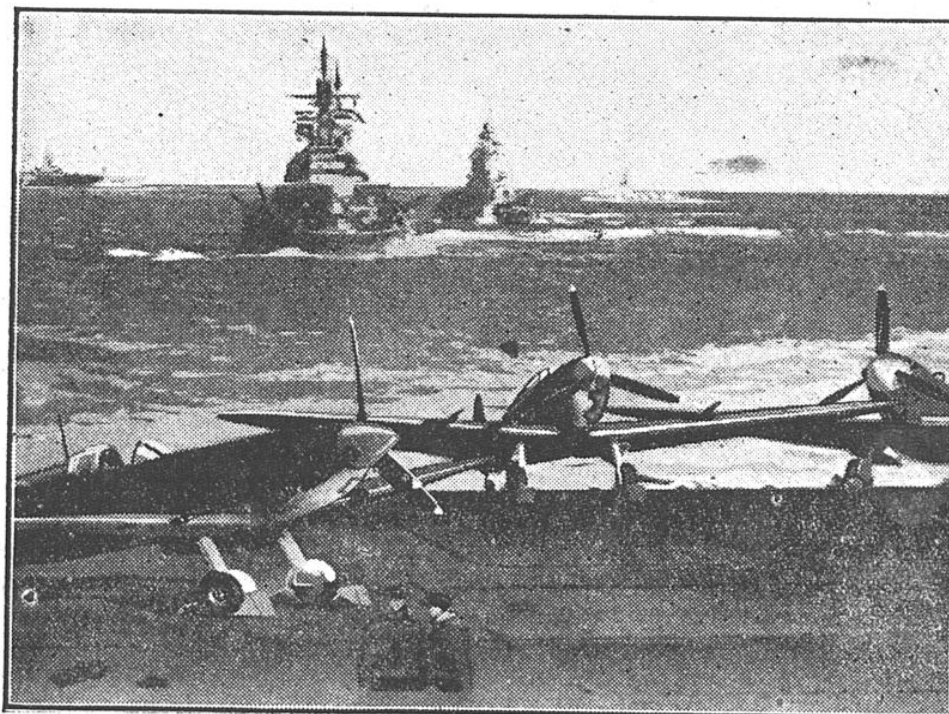


FIG. 6. — EN MÉDITERRANÉE, A BORD D'UN PORTE-AVIONS BRITANNIQUE, DES CHASSEURS VICKERS-SUPERMARINE « SEAFIRE »

Le « Seafire » est la version pour porte-avions du « Spitfire Mark III » qui atteint 640 km/h. Il est armé de deux canons de 20 mm dans l'aile et de plusieurs mitrailleuses légères de 7,7 mm.

qu'en avril 1942, un communiqué de l'agence Domei a annoncé la prochaine entrée en service de quatre porte-avions. Ces porte-avions ont probablement un déplacement plus élevé que celui de la plupart de leurs prédécesseurs dont quelques-uns ne déplaçaient que 7 000 à 10 000 tonnes. Pendant longtemps, en effet, les Japonais ont adopté des déplacements modérés; à tonnage égal, ils préféreraient répartir entre plusieurs « paniers » ces « œufs » précieux que sont les avions. De très grands tonnages ne sont pas indispensables, en effet, pour aménager un pont d'envol de dimensions convenables, pour loger une quarantaine d'appareils dans les hangars, ni pour assurer une bonne stabilité de plate-forme, quand on utilise des gyroscopes Sperry destinés à réduire l'amplitude du roulis, comme l'Amirauté japo-

naise le faisait bien avant la guerre à bord de ses porte-avions. Il est certain, pourtant, que la marine nipponne s'est décidée à accroître elle aussi le déplacement de ses nouveaux porte-avions, à l'instar de ce qu'ont fait les ingénieurs anglais et américains, afin de tenir compte des premiers enseignements de la guerre en matière de protection. On sait, par exemple, qu'en 1942-1943 deux bâtiments de 28 000 tonnes l'*Hayataka* et l'*Hitaka* ont été mis en service.

Ni la marine allemande, ni la marine italienne, qui n'ont pas les mêmes grosses unités que les marines anglo-saxonnes et japonaise, n'ont fait d'efforts comparables à ces dernières pour accroître le nombre des porte-avions de leur flotte. Au début de la guerre, l'Allemagne n'avait que deux bâtiments de cette catégorie en chantier (19 250 tonnes et 32 nœuds) : le *Graf Zeppelin* et le *Peter Strasser*. Le premier seul a été achevé; encore n'est-on pas certain qu'il ait terminé ses essais et jamais on n'a signalé sa présence dans une opération navale. Quant à la marine italienne, elle s'est contentée d'entreprendre, pendant la guerre, la transformation en porte-avions du grand paquebot *Roma* de 30 000 tonnes et 22 nœuds. Au moment de la capitulation italienne, ce bâtiment, rebaptisé *Aquila*, était à peu près terminé, mais il n'a pas fait parler de lui non plus.

Les nouveaux porte-avions d'escorte

La construction intensive des porte-avions d'escorte n'a été entreprise qu'après l'entrée en guerre des Etats-Unis qui disposaient seuls des moyens industriels nécessaires.

Antérieurement, pourtant, l'Amirauté britannique s'était efforcée d'aménager des navires de ce type en transformant, dès la fin de 1940, quelques cargos pour porter quelques avions lancés au moyen d'une catapulte. L'un d'eux, l'*Audacity*, un ancien navire de charge allemand arraisonné et ramené dans un port anglais, fut ainsi torpillé et coulé en décembre 1941, alors qu'il accompagnait un convoi marchand.

La majorité des porte-avions d'escorte en service dans les marines américaine et britannique sortent des chantiers d'outre-Atlantique. A l'origine, ils provenaient tous de la transformation de coques de grands navires de charge du type C 3 de la *Maritime commission*; mais on doit admettre que les plus récemment parés sont aujourd'hui des navires spécialement construits

pour remplir leur fonction de porte-avions d'escorte d'après des spécifications appropriées. Ils déplacent en moyenne 17 000 tonnes, ont une longueur d'environ 150 m; un ou deux moteurs Diesel de 8 à 9 000 ch leur assurent une vitesse pratique de 16 à 17 nœuds et un rayon d'action considérable qui atteindrait 14 000 milles. On connaît déjà l'existence en service d'une soixantaine de bâtiments de ce type dans la marine des Etats-Unis et de 35 à 40 dans la flotte britannique. Les *Archer*, *Attacker*, *Avenger*, *Battler*, *Biter*, *Hunter*, *Searcher*, *Stalker*, *Trappeller*, *Tracker*, etc., sont ou étaient anglais (l'*Avenger* a, en effet, été torpillé et coulé lors du débarquement anglo-américain en Afrique du Nord; les *Altamaha*, *Barnes*, *Block Island*, *Bogue*, *Card*, *Charger*, *Copah*, *Croatian*, *Glacier*, *Hamlin*, *Long Island*, *Marhab*, *Nassau*, *Bougainville*, *Petrof Bay*, *Casabianca*, *Alazon Bay*, etc., sont ou étaient américains. Le *Block Island* a été coulé au printemps 1944. La marine canadienne en arme également deux et la marine néerlandaise un.

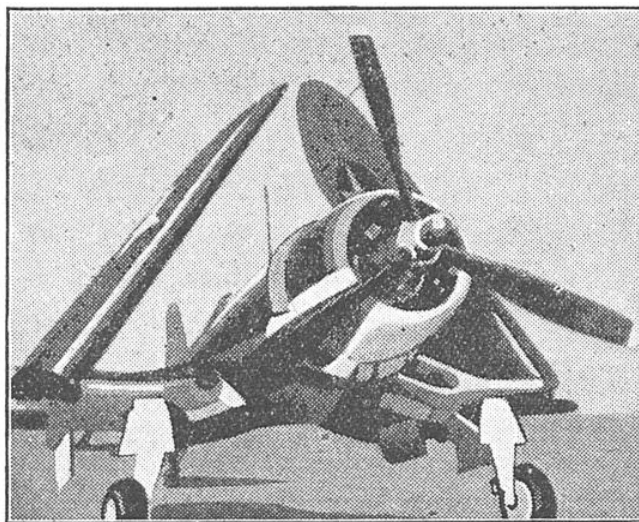


FIG. 8. — LE CHASSEUR VOGHT-SIKORSKY « CORSAIR » POSSÈDE DES DEMI-AILES RELEVABLES POUR DIMINUER SON ENCOMBREMENT DANS LES HANGARS DES PORTE-AVIONS SUR LESQUELS IL EST EMBARQUÉ

A l'exception du *Long Island*, qui fut le premier cargo du type C 3 transformé (printemps 1942) et qui est dépourvu de toute superstructure, les porte-avions d'escorte ont la silhouette classique du porte-avions dont le bloc-passerelle, très étroit, est placé en à-bord et dont l'artillerie, uniquement antiaérienne, est répartie dans des encoffrements tout autour de la passerelle d'envol. Ces bâtiments ont, en gros, les mêmes installations que les porte-avions de combat; mais ils sont plus sommairement ou, si l'on préfère, plus économiquement installés. Pour cette raison, les Anglais les surnomment avec humour les *Woolworth carriers*, autrement dit « porte-avions uniprix... ». En général, ils transportent 20 à 30 avions et leurs appareils abrités dans un unique hangar sont hissés sur le pont d'envol au moyen d'un seul ascenseur. Quelques-uns seraient dotés de catapultes pour permettre les décollages d'avions, même lorsque le temps interdit l'usage du pont d'envol (1). Leur artillerie ne comprend le plus généralement que deux pièces de 114 ou de 127 mm AA en dehors de multiples canons de 20 et de 40 mm AA. Certains chantiers spécialisés dans leur construction réussissent à les livrer dans des délais extrêmement courts pour des bâtiments d'un déplacement

(1) Sur un pont d'envol de longueur réduite, le décollage de certains avions, notamment de quelques Grumman « Avenger », est facilité au moyen de fusées propulsives (quatre fusées de 330 ch chacune).

ment relativement élevé : la société Kayser, par exemple, a construit le *Casabianca* en 236 jours.

La marine japonaise a également transformé de façon analogue bon nombre de bâtiments marchands, généralement des paquebots de 10 à 12 000 tonnes et de 19 à 21 nœuds. Ses porte-avions d'escorte sont, en général, du type « *flush deck* », c'est-à-dire qu'ils ne comportent aucun flot-passerelle faisant saillie sur le pont d'envol.

Les porte-avions d'escorte ne sont pas restés confinés dans leur fonction primitive d'escorteurs de convois. Beaucoup ont participé du côté allié aux opérations de débarquement en Afrique du Nord, en Italie et sur la côte française. S'ils sont, en effet, incapables d'accompagner une force navale proprement dite, en raison de leur trop faible vitesse, les bâtiments de cette catégorie conviennent parfaitement pour apporter aux premières troupes jetées à terre, et en attendant l'aménagement des aérodromes terrestres, l'appui indispensable de chasseurs et de bombardiers.

Leur utilisation ne cesse d'ailleurs de s'étendre, puisqu'en septembre 1944, un communiqué de l'Amirauté britannique a annoncé qu'une importante formation aérienne avait été transportée à pied d'œuvre par sept porte-avions dont deux de combat et cinq d'escorte pour bombarder le navire de bataille allemand *Tirpitz* mouillé dans l'Alten Fjord (Extrême Nord de la Norvège).

Les types d'avions embarqués

Avant la guerre, les performances des avions embarqués sur les porte-avions étaient souvent inférieures à celles des terrestres de même catégorie ; il n'en est plus ainsi maintenant. De grands progrès ont été faits, et les appareils des porte-avions ne le cèdent en rien aujourd'hui au point de vue vitesse, armement et rayon d'action à leurs similaires militaires, bien que ceux-ci ne soient pas assujettis aux servitudes du décollage et de l'appontage sur une courte plate-forme. C'est ce qui leur permet d'intervenir efficacement dans les opérations de débarquement ainsi qu'on l'a vu récemment dans le Pacifique.

Les Chasseurs

L'aviation navale anglaise utilise, par exemple, des avions de chasse monoplaces Hawker « *Sea Hurricane* » et Vickers-Supermarine « *Seafire* » qui sont, l'un et l'autre, des monoplaces à aile basse, ca-

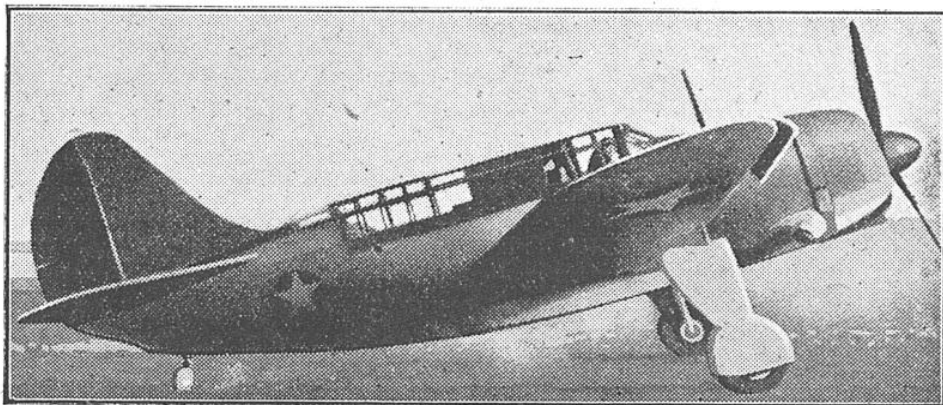


FIG. 9. — LE MONOMOTEUR DE COMBAT EN PIQUÉ CURTISS SB 2 C-1

Cet appareil porte le nom de « *Helldiver* » aux Etats-Unis et de « *Cleveland* » en Grande-Bretagne. Il est équipé d'un moteur Wright « *Cyclone 14* » de 1 700 ch. Sa vitesse maximum est de 450 km/h. Son envergure est de 15,10 m et sa longueur de 10,70 m. Il est armé de deux mitrailleuses fixes tirant à travers l'hélice et une mitrailleuse mobile tirant vers l'arrière. Les bombes sont logées dans le fuselage.

pables d'atteindre, l'un 540 km/h, l'autre 600 km/h. Le Hawker « *Sea-Hurricane* » dérive du Hawker « *Hurricane II C* » équipé d'un moteur Rolls-Royce « *Merlin* » de 1 260 ch et armé de 4 canons de 20 mm. Le « *Seafire* » dérive du Vickers-Supermarine « *Spitfire III* », avec un moteur Rolls-Royce « *Griffin* » de 1 600 ch, deux canons de 20 mm et plusieurs mitrailleuses de 7,7 mm. Ces appareils ont pu être embarqués, même sur des porte-avions d'escorte, malgré la faible longueur de plate-forme de ces bâtiments.

D'autres appareils, américains en général, ont été conçus spécialement pour les besoins de l'aviation maritime et sont utilisés indifféremment par les deux marines anglo-saxonnes. Tel est le cas du Grumman F 4 F-3 et F 4 F-4, chasseur pour porte-avions équipé d'un moteur Pratt et Whitney de 1 200 ch et armé de 4 mitrailleuses lourdes, de 13 mm, en service aux U.S.A. sous la dénomination « *Wildcat* » et dans la Fleet Air Arm britannique sous celle de « *Martlet* ». Les performances du Grumman « *Wildcat* » sont élevées, puisqu'il dépasse 520 km/h, mais il a déjà cédé la place aux

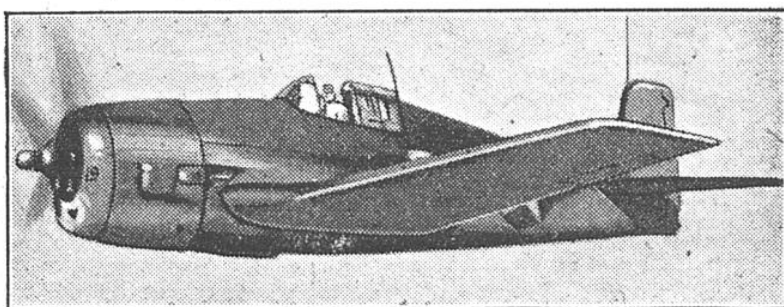


FIG. 10. — LE GRUMMAN « *HELLCAT* », CHASSEUR MONOPLACE DES PORTE-AVIONS AMÉRICAINS DU PACIFIQUE

Le Grumman F 6 F-1 « *Hellcat* » est équipé d'un moteur Pratt et Whitney « *Double Wasp* » de 2 000 ch. Envergure : 13 m ; longueur : 10,25 m. Pour le logement dans les hangars des porte-avions, les demi-ailes sont repliables en arrière.

Etats-Unis à un appareil qui en est dérivé, le Grumman F 6 F « Hellcat » sur lequel on ne possède que peu de renseignements (cet avion serait équipé d'un moteur Pratt et Whitney de 2 000 ch), et le Vought Sikorsky F 4 U-1 et F 4 U-2 « Corsair » qui serait devenu le chasseur standard pour porte-avions. Ce dernier appareil possède un moteur Pratt et Whitney « Double Wasp » de 2 000 ch et sa vitesse, d'après son constructeur, atteindrait 640 km/h. Il serait armé de 6 mitrailleuses lourdes de 12,7 mm.

Quant aux chasseurs de la marine japonaise, si les plus anciens (Nakajima 97, par exemple) étaient inférieurs aux chasseurs américains, les plus récents réalisent des performances compa-

glas SB D-1 « Dauntless » des porte-avions américains, ce sont des biplaces, équipés de moteurs Wright « Cyclone », de 1 700 ch pour les premiers, de 950 ch pour le « Dauntless ». Leur vitesse maximum est de l'ordre de 450 km/h et leur armement comporte plusieurs mitrailleuses lourdes et des bombes de 250 kg.

Lors de l'attaque aérienne contre Tokio, le 18 avril 1942, ce sont des bombardiers bimoteurs North American B-25 « Mitchell » qui prirent le départ d'un porte-avions. Ces appareils ont un poids total de 11 tonnes. On est loin, on le voit, des appareils de 3 tonnes environ qui étaient seuls embarqués, au début de la guerre, à bord des porte-avions et il est probable que des appareils multimoteurs d'un poids plus considéra-

ble encore pourront être utilisés sur ces bâtiments lorsque les nouveaux porte-avions de 45 000 tonnes américains entreront en service.

Les avions torpilleurs

Les avions torpilleurs sont, en général, soit des Fairey « Barracuda » (anglais) sur lesquels on possède peu de renseignements, soit des Grumman « Avenger » (américains) désignés dans la Fleet Air Arm britannique qui les utilise également par l'appellation de « Tarpon I ». Ces appareils remplacent respectivement les Fairey « Swordfish » et les Douglas « Devastator » de l'époque 1939-1942. Les « Avenger » sont des mono-

nomoteurs triplaces de 2 000 ch pesant 6 tonnes. Ils peuvent enlever une torpille du calibre 533 mm, alors que les premiers avions torpilleurs nécessitaient l'emploi de torpilles légères de 500 à 700 kg et de calibre 400 ou 450 mm.

Les Fairey « Swordfish », largement utilisés dans la flotte anglaise pendant les trois premières années de la guerre, n'ont cependant pas disparu. Ces appareils, jugés trop démodés pour être utilisés à bord des porte-avions de combat modernes, en raison de leur faible vitesse (245 km/h), sont remarquables par leur robustesse, leur rusticité, leur sécurité d'emploi et leur faible vitesse minimum de sustentation : 110 km/h. Ils ont, pour cette raison, trouvé une nouvelle raison d'être comme avions de patrouille antisous-marin, et sont souvent encore embarqués sur les porte-avions d'escorte, conjointement avec les hélicoptères (1) dont on a signalé depuis quelque temps l'apparition, et contribuent eux aussi à surveiller les abords des convois.

François COURTIN.

(1) Voir page 67 de ce numéro.

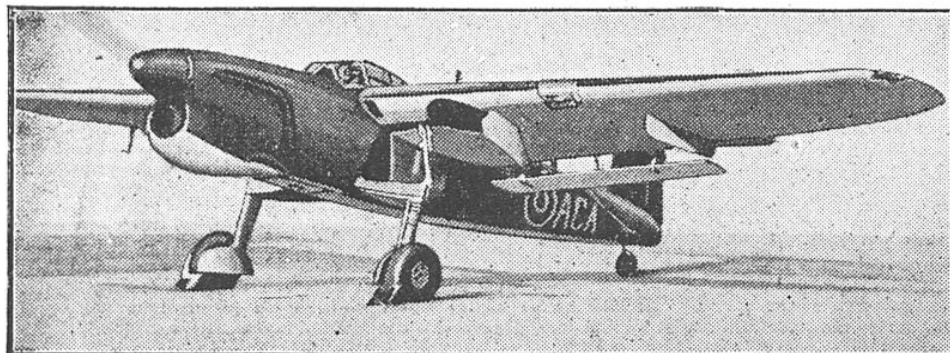


FIG. 11. — LE FAIREY « BARRACUDA » TORPILLEUR ET BOMBARDIER EN PIQUÉ DES PORTE-AVIONS BRITANNIQUES

Cet appareil a été mis en service au milieu de 1943 et est surtout utilisé comme bombardier piqueur. Il a pris part, en formations importantes, à l'attaque du cuirassé allemand Tirpitz et est, d'une manière générale, affecté aux opérations en mer du Nord et sur les côtes de Norvège. On remarquera le volumineux radiateur disposé sous le moteur, analogue à celui du chasseur Hawker « Typhoon ». (Voir page 79.) Bien que l'appareil soit à aile mi-surélevée, le train d'atterrissage est escamotable dans l'aile, vers l'extérieur, suivant un mécanisme original à commande hydraulique. On aperçoit sous l'aile les volets d'atterrissage ou de freinage en piqué, du type Fairey. Le « Barracuda » peut emporter une torpille fixée sous le fuselage ou des bombes accrochées aux porte-bombes sous l'aile.

rables. Le Mitsubishi S-01, par exemple, atteindrait 620 km/h avec un moteur de 1 500 à 1 800 ch; il serait armé de 4 canons d'aile et son rayon d'action, particulièrement élevé, atteindrait 1 200 km. Plus récemment est apparu le type S-03, doté d'un moteur de 1 400 ch qui atteindrait 600 km/h; il est armé d'un canon de 20 mm tirant à travers le moyeu de l'hélice, de 2 mitrailleuses lourdes synchronisées de 12,7 mm, ainsi que de plusieurs autres mitrailleuses légères dans l'aile.

Les Bombardiers

Les appareils de bombardement des porte-avions anglo-saxons sont en général de type américain, les Anglais ayant adopté la plupart des modèles construits aux Etats-Unis. Les avions de reconnaissance, combat et bombardement en piqué « Bermuda » et « Cleveland » britanniques, par exemple, sont identiques aux « Buccaneer » et « Helldiver » américains. Les premiers sont des Brewster SB 2 A-1, les seconds des Curtiss SB 2 C-1. De même que les Dou-

DANS LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE, L'AVENIR EST AU CHANGEMENT DE VITESSE AUTOMATIQUE

par Henri PETIT

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique
Ancien Président de la Société des Ingénieurs de l'Automobile

En peu d'années, l'automobile s'est développée dans tous les pays du monde et tend à devenir, dans un avenir plus ou moins proche, l'instrument de travail de tout le monde. A cet égard, les Etats-Unis nous ont montré le chemin, puisqu'on y comptait en 1939 un véhicule automobile pour quatre habitants. La France venait au second rang avec un véhicule pour dix-sept habitants. Le développement du nombre des voitures par rapport au chiffre de la population a subi un accroissement extrêmement rapide au cours des dernières années qui ont précédé la guerre et l'opinion est maintenant bien assise que l'automobile n'est pas un objet de luxe, mais un instrument de travail et, comme telle, son utilisation doit être rapidement accessible à tous, sans exiger un apprentissage préalable important. A l'heure actuelle, le conducteur d'une voiture doit obligatoirement connaître les éléments de la conduite, parmi lesquels les principaux sont : la manœuvre du volant, celle des organes d'accélération et de freinage, celle du changement de vitesse. Les deux premières classes de manœuvres ne peuvent naturellement être réduites puisque, pour leur décision et leur exécution, l'initiative appartient exclusivement au conducteur et lui appartiendra toujours, quel que soit le degré de perfectionnement de la mécanique. Quant à la manipulation du changement de vitesse, il apparaît anormal qu'on la demande encore au conducteur ou tout au moins qu'elle exige de lui une virtuosité qui ne peut être acquise que par un long entraînement et qui reste même complètement étrangère à certains conducteurs, quelle que soit l'ancienneté de leur permis de conduire. Dès aujourd'hui de nombreuses solutions du problème de l'automatisme du changement de vitesse sont au point et l'après-guerre ne tardera sans doute pas à en développer les applications.

Couple moteur et couple résistant

CHACUN sait sans doute aujourd'hui pourquoi un appareil de changement de vitesse est introduit entre le moteur et les roues d'une automobile. Toutefois, pour la clarté de l'exposé qui va suivre, nous devons résumer les raisons qui obligent à l'employer.

Le couple moteur du moteur à explosion est pratiquement constant pour les vitesses de rotation réduites et va en diminuant quand la vitesse augmente. Supposons, ce qui ne s'écarte pas beaucoup de la vérité, que ce couple reste constant.

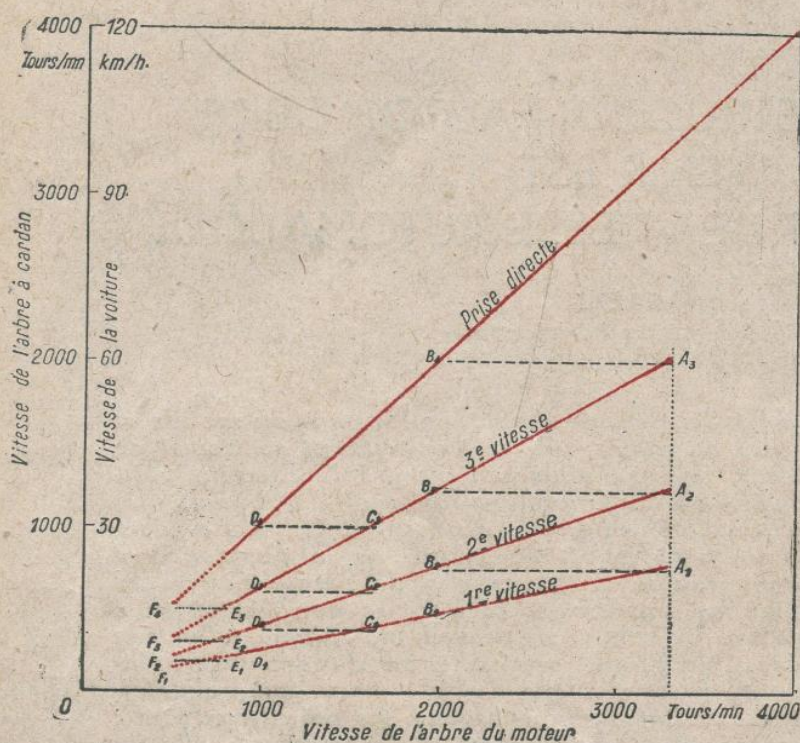
Le couple résistant, c'est-à-dire le couple qu'il faut équilibrer pour faire avancer la voiture, est au contraire essentiellement variable et dépend de la vitesse de la marche, de la résistance de l'air, de la déclivité et de l'état du sol. Or, pour qu'un moteur soit capable de faire avancer un véhicule, il faut que le couple résistant soit constamment inférieur ou au plus égal au couple moteur. On pourrait certes introduire dans la transmission de la voiture des

organes démultiplicateurs tels qu'il en serait toujours ainsi : on aurait réalisé la voiture sans changement de vitesse. Mais sa conduite serait proprement inacceptable : elle entraînerait en effet l'obligation de prévoir un couple résistant toujours inférieur au couple moteur quelle que soit la déclivité sur laquelle la voiture est appelée à se mouvoir.

Il en résulterait évidemment que, pour la marche en palier par exemple, on ne saurait dépasser une vitesse très réduite et que, malgré cela, il s'ensuivrait pour le moteur, un régime de marche absolument inadmissible tant du point de vue mécanique que du point de vue consommation.

On est donc réduit à faire varier le couple résistant suivant les circonstances. Le changement de vitesse (qui devrait plutôt être appelé *modificateur de couple*) a précisément ce rôle ; le conducteur devra le manœuvrer chaque fois que le couple résistant offert par l'arbre entraîné (en l'espèce, l'arbre à cardan) tend à devenir supérieur au couple maximum que peut fournir le moteur.

Cette nécessité absolue se double de ce que



ments de vitesse automatiques, mais bien au grand public et plus spécialement aux conducteurs novices à qui la manœuvre du levier inspire une véritable appréhension et qui, d'autre part, n'ont aucune idée de la répercussion de la conduite sur l'économie de marche.

Le mécanisme du changement de vitesse

Plusieurs solutions peuvent être appliquées pour réaliser un dispositif automatique de changement de vitesse. L'une des plus simples, en théorie tout au moins, est fournie par le *convertisseur de couple*.

Ces appareils, dont nous dirons d'ailleurs quelques mots plus loin, équilibrent automatiquement la valeur du couple résistant et du couple moteur. De telle sorte que, quelle que soit la vitesse de rotation du moteur et la position de la pédale d'accélérateur qui règle son alimentation, le couple résistant se trouve automatiquement adapté au couple entraîneur.

Les équilibres de couples peuvent être réalisés mécaniquement, hydrauliquement ou électriquement. L'un des plus anciens est le changement de vitesse de Lavaucluse qui a été construit et essayé en France. De nombreux exemples nous sont donnés des convertisseurs hydrauliques, surtout à l'étranger. Nous en décrivons quelques-uns plus loin. Enfin, on a réalisé en Amérique des convertisseurs de couples électriques.

Tous les convertisseurs de couples, quels qu'ils soient, ont un fonctionnement continu, c'est-à-dire qui permet au couple résistant de passer par toutes les valeurs depuis zéro jusqu'à un maximum égal au couple moteur.

Dans les changements de vitesse ordinaires, au contraire, l'appareil ne fournit qu'un nombre limité de combinaisons dans la transmission — en pratique trois ou quatre — soit trois ou quatre étages de valeurs du couple résistant.

Le changement de vitesse normal, c'est l'appareil à train baladeur : il est utilisé sur le continent sur au moins 95 % des véhicules qui roulent. Sa manœuvre a toujours présenté certaines difficultés et certaines complications.

Pour être convenablement exécutée, elle exige en effet :

- 1° Un débrayage;
- 2° Le coulisement du baladeur jusqu'au point mort;
- 3° Un embrayage;
- 4° Une accélération (ou un ralentissement) du moteur;
- 5° Un deuxième débrayage;
- 6° Le coulisement du baladeur dans sa position nouvelle de prise;
- 7° Un deuxième embrayage.

Cette manœuvre est connue sous le nom de

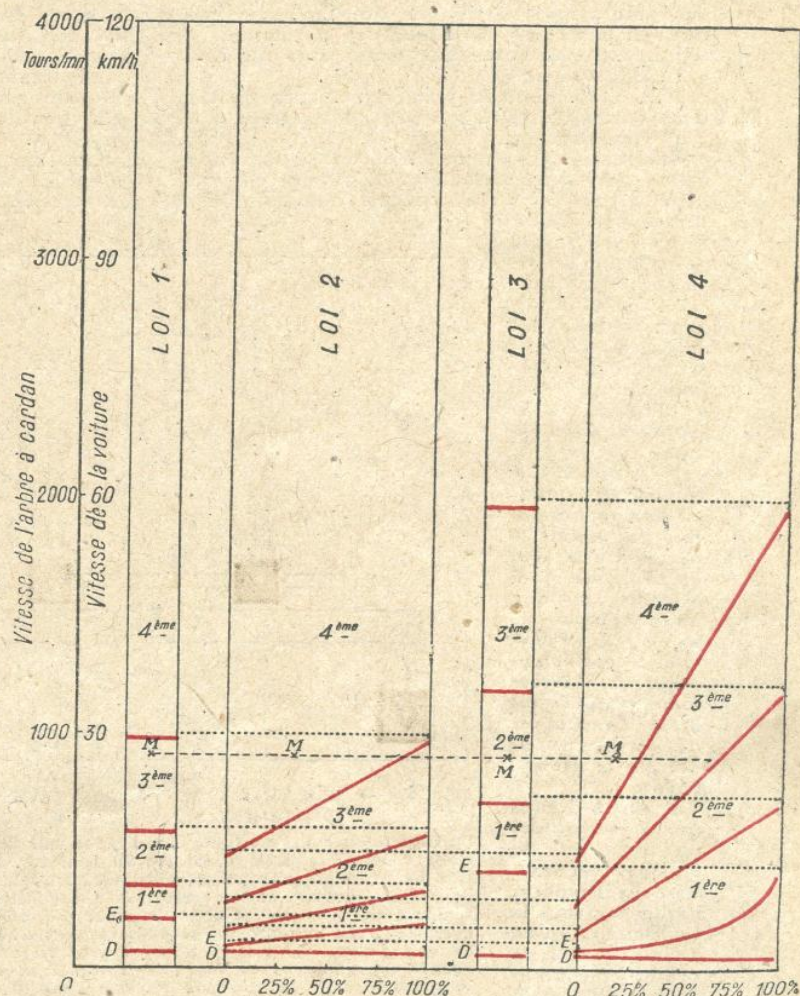


FIG. 2. — LES LOIS DE CONDUITE D'UNE VOITURE AUTOMOBILE

En ordonnée a été portée, comme pour la figure 1 dont cette figure se déduit, la vitesse de l'arbre à cardan, c'est-à-dire la vitesse de la voiture. L'état du véhicule est constamment défini par la position d'un point figuratif tel que M. La loi 1 suppose la marche toujours à pleine charge, avec toujours la vitesse de rotation du moteur le plus faible possible, le conducteur ou le dispositif automatique de changement de vitesse effectuant les opérations correspondant au trajet D, C, D, C, D, C, D, du graphique de la figure 1. La loi 2 tient compte de la charge du moteur : suivant la charge adoptée, le trajet sera intermédiaire entre le trajet précédent et F, E, F, E, F, E, F. Ces deux lois sont celles qui définissent les changements de vitesse dits inévitables pour que leur omission soit une faute lourde de conduite; elles traduisent le cas de la conduite en ville encombrée, où les vitesses élevées et les reprises rapides sont impossibles. La loi 3 met toujours en jeu le plus de puissance possible; elle choisit toujours la combinaison de vitesses inférieure dès que celle-ci est avantageusement possible, car on met en jeu alors à la fois le couple le plus grand et la vitesse la plus élevée. Elle correspond au trajet B, A, B, A, B, A, B, sur la figure 1. Elle correspond à l'ascension d'une rampe en montagne ou à une compétition sportive. La loi 4 est intermédiaire entre 2 et 3. A faible charge, on retrouve la loi 2 et lorsque l'accélérateur est appuyé à fond la loi 4. La ligne de débrayage D est la même pour tous les graphiques et située aux environs du régime de ralenti maximum. La ligne d'embrayage est à une hauteur variable pour tenir compte des principes de conduite adoptés.

double débrayage. Pour la simplifier on a introduit dans des boîtes de vitesse de ce genre

des embrayages auxiliaires qui facilitent l'entrée en prise des baladeurs et permettent de réduire la manœuvre aux temps suivants :

- 1° Débrayage;
- 2° Coulisement du baladeur en marquant un léger temps d'arrêt à son passage au point mort;
- 3° Réembrayage.

Ces manœuvres nécessitent un certain effort de la part du conducteur. Il faudra donc en général, si l'on veut rendre automatique la manœuvre d'une boîte de ce genre, prévoir un servomoteur qui fournira l'énergie nécessaire pour les manœuvres en question, servomoteur qui sera commandé par le dispositif automatique.

Il faut donc distinguer dans l'automatisme l'appareil qui prend la décision au lieu et place du conducteur, et que nous appellerons avec M. Fleischel : le déclencheur, et le servomoteur qui n'est que l'exécutant des ordres donnés par le déclencheur.

Il existe depuis quelques années un dispositif de changement de vitesse électromécanique qui, sous la réalisation qu'en a faite Cotal, a connu et connaît encore un succès mérité.

Dans cette boîte de vitesse que nous ne décrivons pas ici, rappelons simplement que le changement de combinaison est obtenu au moyen d'un commutateur qui envoie le courant dans tel ou tel électroaimant faisant partie du mécanisme. Là, nous pourrions supprimer le servomoteur et réaliser l'automatisme au moyen d'un simple déclencheur.

Définition du fonctionnement automatique

Qu'allons-nous exiger du déclencheur ?

Il est indispensable de le préciser avant d'examiner sa conception et son fonctionnement.

Dans les premiers âges de l'automobile, quand les moteurs pourvus d'un régulateur n'avaient strictement qu'un nombre d'allures déterminé, on avait conçu et construit des changements de vitesse automatiques. On admettait alors qu'un moteur ne pouvait tourner qu'à 1 200 tours par minute par exemple, sans jamais dépasser cette vitesse.

D'autre part, le peu de souplesse des moteurs de l'époque leur interdisait de tourner par exemple à moins de 800 tours par minute.

Si donc, quand, la voiture se déplaçant en palier, on abordait une rampe qui abaissait la vitesse du moteur à 800 tours par minute, le changement de vitesse devait être effectué immédiatement.

Inversement, si le profil de la route s'adoucissait et si le moteur tendait à dépasser sa vitesse maximum (limitée par le régulateur), on devait prendre la combinaison supérieure. Dans ces conditions, l'automatisme était facile à réaliser. Un simple régulateur centrifuge monté sur un arbre entraîné par le moteur commandait la manœuvre.

Bien entendu, une solution aussi simpliste ne pouvait avoir aucune valeur. Le problème s'est du reste fortement compliqué à l'heure actuelle où la souplesse de marche des moteurs a augmenté et où on peut, par exemple, utiliser un moteur entre 1 000 et 4 000 tours par minute sans faire intervenir la boîte de vitesse.

La manœuvre du levier dépendra donc de plusieurs facteurs que nous allons examiner.

Voyons d'abord comment agit un conducteur dans différentes circonstances de route. Supposons qu'il parcoure un trajet rectiligne et en palier à

une allure de promenade, soit par exemple, 60 km/h. Il est en prise directe. Survient une côte : il appuie à fond sur l'accélérateur et, si le pourcentage n'est pas trop important, la voiture monte sans qu'il soit nécessaire de changer de vitesse.

Mais cette ascension peut être assez lente si la rampe approche de la rampe limite accessible sur cette combinaison.

Si cette rampe est plus élevée encore, le moteur ralentira au-dessous de sa vitesse inférieure d'utilisation : le changement de vitesse devra obligatoirement être manœuvré.

La côte franchie, la voiture accélère, le moteur arrive tout près de sa limite supérieure d'utilisation : le conducteur manœuvrera de nouveau son changement de vitesse pour revenir en prise directe.

Reprenant la marche en palier, il approche d'une voiture marchant dans le même sens et roulant par exemple à 55 km/h. Il va donc chercher à la dépasser. Mais, pour ce faire, il va accélérer afin de limiter le temps du dépassement. S'il n'acquiert pas ainsi une vitesse suffisante, il n'hésitera pas à reprendre la troisième

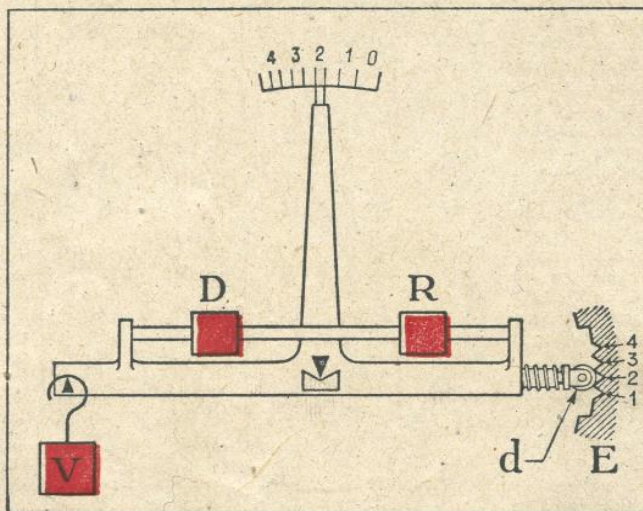


FIG. 3. — RÉALISATION DE PRINCIPE D'UN DÉCLENCHÉUR DE CHANGEMENT DE VITESSE AUTOMATIQUE

Le déclencheur est assimilé à un fléau sur lequel agissent une force V variable avec la vitesse du véhicule, une force D fonction de la dépression au carburateur, traduisant l'action de la charge du moteur, et un ressort R antagoniste dont l'effort est réglable en intensité et dont le point d'application peut varier également. Le réglage de ce ressort permet le choix de la loi de changement de vitesse à la volonté du conducteur. Les encoches où viennent se loger la roulette d correspondent aux combinaisons de la boîte de vitesses dont la manœuvre s'effectue, électriquement par exemple, grâce aux contacts numérotés 0, 1, 2, 3, 4 au sommet de la figure.

vitesse pour la durée du dépassement et à revenir en prise directe ensuite : l'appareil automatique devra, de lui-même, effectuer cette double manœuvre.

Nous venons de voir que le changement de vitesse doit fonctionner dans deux cas principaux :

1° Variation du régime du moteur qui arrive à approcher ses limites d'utilisation supérieure ou inférieure ;

2° Variation brusque de la charge appliquée au moteur.

Notre déclencheur automatique devra donc fonctionner dans les mêmes conditions et tenir compte par suite de la vitesse de rotation du moteur et de sa charge.

Mais cet appareil, purement matériel, n'obéira pas à des considérations psychologiques, mais seulement à des sollicitations représentées par des forces.

La modification de vitesse d'une part, la modification de charge d'autre part devront donc être traduites, pour commander le déclencheur, par des phénomènes physiques générateurs de forces. On y arrivera en matérialisant l'effet de la vitesse par l'action d'un régulateur centrifuge par exemple, et la variation de charge, par la variation de la dépression dans la tuyauterie d'aspiration -- ou plus simplement par la variation de la pédale d'accélérateur.

On pourrait donc, comme l'a fait M. Fleischel, représenter d'une façon schématique (fig. 3) le déclencheur par le fléau d'une balance, mobile sur un couteau placé en son milieu et aux extrémités duquel peut agir d'une part la force V matérialisant la vitesse; en un point variable du même bras agirait la dépression D matérialisant la charge du moteur; cette force D a un point d'application variable.

Sur l'autre bras, un ressort R équilibre partiellement l'effet combiné des forces V et D, la tension du ressort R étant laissée à l'appréciation du conducteur.

A l'extrémité du fléau qui porte le ressort, une roulette d, pressée par un ressort, vient s'enclencher dans une série de crans en E, numérotés 1, 2, 3, 4 et représentant les quatre vitesses de la boîte.

L'aiguille du fléau se meut devant un cadran et commande un commutateur électrique qui enverra le courant dans l'une ou l'autre des combinaisons de la boîte de vitesse, suivant la position du fléau.

On voit que, dans ces conditions, le fléau qui symbolise le déclencheur ne changera de position que si la résultante des forces V, D et

R est supérieure à la force due à la réaction du galet d sur sa crémaillère.

Le conducteur disposant de la faculté de faire varier la force de ce ressort R (ou son bras de levier, ce qui revient au même), pourra adapter la manœuvre de son changement de vitesse automatique à la façon de conduire qu'il désire obtenir. Par exemple, s'il se déplace en montagne ou, ce qui revient au même du point de vue changement de vitesse, s'il roule sur route peu accidentée en cherchant à marcher le plus vite possible, il cherchera à maintenir son moteur au régime de puissance maximum :

donc, il changera de vitesse aussi souvent qu'il sera nécessaire. Pour cela, il donnera au ressort R une très faible action afin de faire prédominer les forces représentant la vitesse et la charge.

Roule-t-il au contraire à faible allure, dans un but de promenade par exemple sur route peu accidentée? Il voudra, dans ces conditions, conserver la prise directe autant que faire se pourra et donnera par suite à son ressort une bande considérable, de façon à atténuer très fortement l'action des forces V et D et à empêcher ainsi son déclencheur de fonctionner trop souvent.

M. Fleischel a réalisé un certain nombre de dispositifs qu'il a adaptés à plusieurs voitures en s'aidant, pour faciliter les choses, de l'utilisation de la boîte électrique Cotat. La guerre est mal-

heureusement venue arrêter le développement de ses recherches que nous espérons d'ailleurs voir reprendre dans un avenir prochain.

Nous allons maintenant donner quelques exemples de changements de vitesse automatiques continus ou non, réalisés par différents inventeurs, soit en Europe, soit aux Etats Unis. Nous nous bornerons à des indications sommaires faisant accompagner nos textes de figures assez complètes pour qu'on puisse comprendre le principe de chacun des mécanismes représentés.

Les sélecteurs ou roues libres

Avant d'examiner les différents dispositifs qui nous intéressent du point de vue automatique, nous devons consacrer quelques lignes à un organe qu'on retrouve dans toutes les transmissions mécaniques à variation de démultiplication continue : le sélecteur.

Pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici, tous les changements de vitesse mécaniques à variation continue comportent des organes, dont le mouvement n'est pas uniforme et affecte une forme à peu près pendulaire. Or,

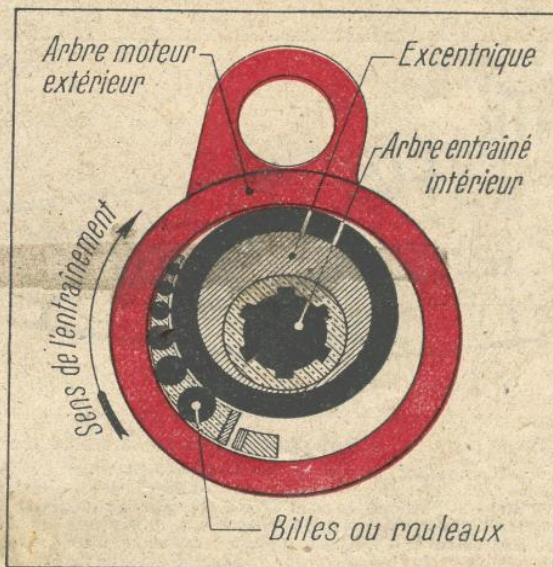


FIG. 4. — LE DISPOSITIF DE ROUE LIBRE R. V. R. (ROBIN VAN ROGGEN)

Le mouvement de l'arbre moteur extérieur n'est transmis à l'arbre intérieur que lorsqu'il s'effectue dans le sens de la flèche et qu'il tend à être plus rapide que celui de l'arbre intérieur.

l'arbre qui anime le changement de vitesse vient du moteur et est animé d'un mouvement de rotation uniforme. L'arbre qui sort de l'appareil et qui entraîne l'arbre à cardan est également animé d'un mouvement uniforme dont la vitesse de rotation est différente du premier. Entre les deux se trouvent les organes du mouvement pendulaire.

Il est par suite nécessaire, dans la liaison qu'on établit entre ces organes et l'arbre commandé, de prévoir des dispositifs mécaniques qui réalisent automatiquement des embrayages et des débrayages à des moments convenablement choisis pour n'utiliser du mouvement pendulaire des organes en question que certaines phases; ces organes sont les sélecteurs.

matiques continus. qui ait vu le jour est dû à Sensaud de Lavaud. Il comporte, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 5, un arbre longitudinal, légèrement coudé qui entraîne dans son mouvement un anneau A; sur cet anneau est monté un plateau, avec interposition de roulements et de butées à billes, de telle sorte que quand l'arbre tourne en entraînant le manchon A, le plateau prend un mouvement d'oscillation autour d'un axe fixe dans l'espace. Sur le plateau sont articulées les bielles. L'articulation B est sphérique. En C elle est constituée par un roulement à billes. L'extrémité arrière de la bielle commande un sélecteur ou roue libre qui entraîne l'arbre transversal, lequel

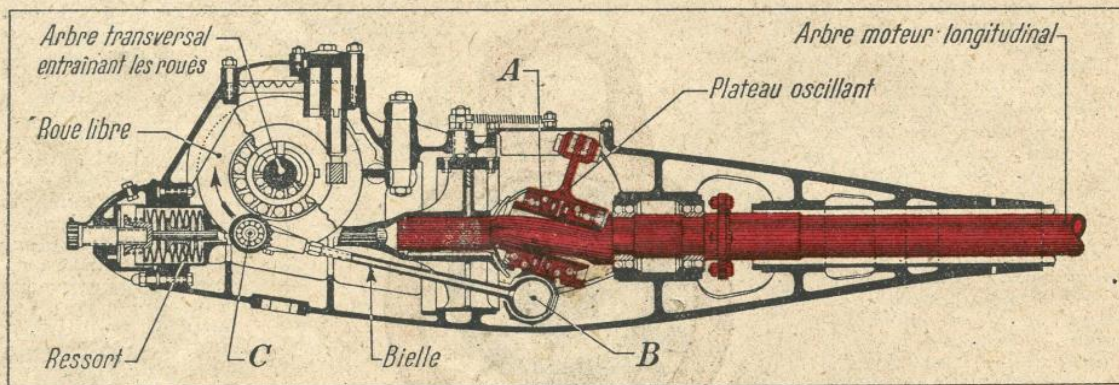


FIG. 5. — CHANGEMENT DE VITESSE AUTOMATIQUE SENSAUD DE LAVAUD A PLATEAU OSCILLANT

Cet appareil comporte un certain nombre de roues libres à rouleaux sur l'essieu arrière du véhicule. Ces roues libres sont commandées par des bielles qui aboutissent d'autre part à un plateau oscillant monté sur l'arbre moteur. L'angle que fait ce plateau avec l'arbre, et par conséquent la course utile des bielles, est variable, et il varie automatiquement avec le couple qui s'exerce sur l'essieu, c'est-à-dire avec la résistance à l'avancement de la voiture. Cela est obtenu à l'aide d'un ressort qui tend à augmenter l'obliquité du plateau, tandis que la réaction du couple tend à la diminuer. Si on suppose que le plateau oscillant se trouve ainsi en équilibre, et que la « résistance » à l'avancement augmente, le ressort va se trouver comprimé, l'obliquité du plateau va diminuer, ainsi que la course utile des bielles. La voiture ralentira.

Les sélecteurs ne sont autre chose que des roues libres comme celles qui sont employées dans les bicyclettes : tout au moins agissent-elles de la même façon si d'autre part elles sont réalisées avec plus de soin et d'une façon plus robuste. Autrement dit, ces organes formés de deux arbres concentriques reçoivent sur l'arbre extérieur un mouvement alternatif qui n'est transmis à l'arbre intérieur que quand l'arbre extérieur tend à tourner plus rapidement que l'arbre intérieur.

Une roue à cliquet pourrait représenter schématiquement un sélecteur. Très généralement, le dispositif adopté comporte des embrayages par coincement réalisés au moyen de billes ou de rouleaux placés entre deux cages de forme générale circulaire mais qui sont, ou polygonales ou excentrées l'une par rapport à l'autre. La figure 4 représente un de ces sélecteurs.

Le sélecteur est, pourrait-on dire, le point faible des mécanismes dans lesquels il entre, car, jusqu'à maintenant, on n'a guère réussi à en rendre le fonctionnement durable, quelque soin qu'on ait apporté dans sa construction.

Quoi qu'il en soit, comme on ne peut s'en passer, on en est réduit à le perfectionner et à l'améliorer sans cesse.

Changement de vitesse continu

Un des premiers changements de vitesse auto-

commande les roues motrices; il y a une série de six bielles semblablement montées tout autour du plateau.

Une série de rondelles Belleville formant ressort appuient sur le manchon A et tendent à l'incliner au maximum sur l'axe. Au contraire, la réaction des bielles tend à ramener le plan de symétrie du manchon dans la perpendiculaire à l'arbre. On conçoit que dans ces conditions, lorsque le moteur entraîne l'arbre, il se produit un équilibre entre le couple nécessaire pour faire tourner les roues motrices et l'action du ressort : le manchon s'incline d'autant plus que le couple nécessaire à l'avancement de la voiture est plus petit et se redresse, au contraire quand le couple augmente. Inversement, le déplacement communiqué aux sélecteurs par les bielles est maximum quand le couple résistant est faible et minimum quand ce couple est élevé. Si le couple résistant dépasse une limite donnée, le manchon se place perpendiculairement à l'arbre et, quoique cet arbre continue de tourner, la voiture reste immobile.

Avec un changement de vitesse de ce genre, on arrive à faire tourner presque constamment le moteur à pleine charge et par conséquent dans d'excellentes conditions du point de vue consommation.

Par ailleurs, ce changement de vitesse présente certains inconvénients : poids plus impor-

tant de l'essieu arrière et déséquilibre du plateau oscillant qui entre, à certaines allures, en résonance avec l'arbre qui l'entraîne.

Le changement de vitesse R v R

Le plus récent des changements de vitesse mécaniques continus est le R v R (Robin van Roggen), qui a vu le jour quelques années avant la guerre. Il est représenté par la figure 6.

Sur le vilebrequin du moteur, qui est disposé transversalement à la voiture, sont montées des bielles qui entraînent par des renvois le sélecteur (roue libre), ce sélecteur étant monté lui-même sur l'arbre des roues.

Le triangle, qui établit la liaison entre la bielle fixée au maneton et la bielle articulée actionnant la roue libre, oscille autour de l'axe A. Cet axe est supporté par un bras, mobile lui-même autour d'un axe fixe. On conçoit que, suivant la position occupée par ce bras et par conséquent par l'axe A, les déplacements de la bielle sont transmis intégralement ou non au sélecteur. Dans la position de la figure, les déplacements sont transmis au maximum, ce qui correspond à la marche en palier de la voiture. Si au contraire, le point A est repoussé fortement vers la droite, le sélecteur peut rester immobile.

Un cylindre qui reçoit, au moyen d'un distributeur, l'huile sous pression provenant de la pompe de graissage du moteur, contient un piston qui agit sur le bras oscillant et lui permet d'opposer une résistance donnée à la réaction des pièces de transmission. Un robinet placé à la disposition du conducteur crée une fuite dans ce cylindre et, par suite, règle la pression de l'huile. Ce robinet est relié à l'accélérateur et sa manœuvre réalise l'automatisme de l'ensemble.

Ce changement de vitesse a été monté sur des voitures Minerva belges, construites dans les ateliers Impéria, voitures qui étaient encore à l'essai au moment où la guerre a éclaté.

Changements de vitesse hydrauliques

Les changements de vitesse hydrauliques ont toujours tenté les inventeurs en raison de leur facilité apparente d'exécution et de la simplicité de leur fonctionnement. Nous disons facilité apparente car, en réalité, on rencontre souvent des difficultés imprévues dans leur réalisation.

Ces changements de vitesse peuvent être du type volumétrique ou du type cinétique.

La figure 7 représente un convertisseur de couple hydraulique volumétrique type Waterbury. Il est constitué comme on le voit par une pompe et un moteur hydraulique disposés bout à bout. Pompe et moteur se ressemblent trait pour trait et les pistons des cylindres sont commandés par des bielles montées à rotules s'ap-

puvant d'autre part sur un plateau oscillant.

On peut faire varier l'inclinaison du plateau oscillant de la pompe, depuis zéro jusqu'au maximum, au moyen d'un dispositif de commande automatique ou à main; on est donc maître de son débit, qui règle à son tour la vitesse de rotation du moteur et par conséquent son couple.

Malheureusement le rendement d'un tel appareil dépasse bien difficilement 75 %. Cette

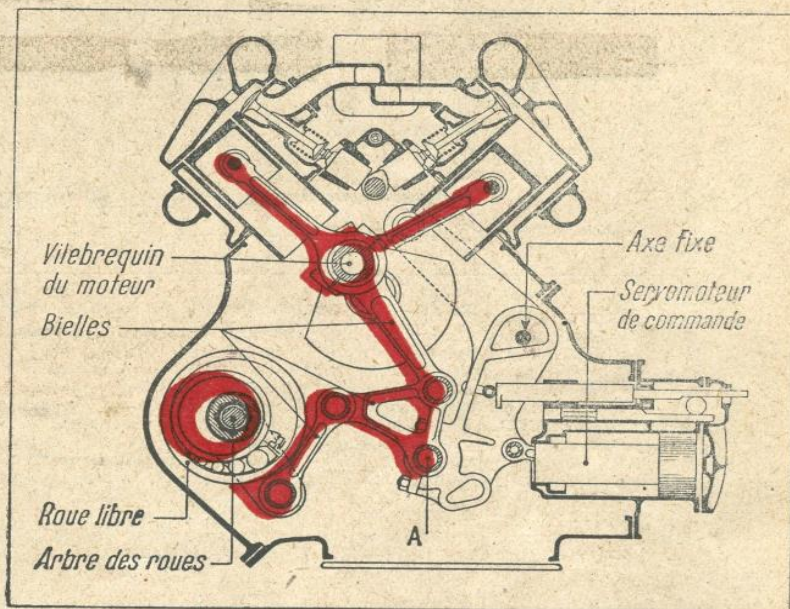


FIG. 6. — LE CHANGEMENT DE VITESSE MÉCANIQUE CONTINU R v R

Avec ce dispositif, le conducteur n'a à manœuvrer que l'accélérateur. Le vilebrequin du moteur entraîne quatre systèmes de bielles qui transmettent le mouvement à un arbre récepteur allant aux roues, chacune par l'intermédiaire d'un mécanisme d'entraînement à sens unique (roue libre). L'amplitude des arcs décrits par l'extrémité des bielles réceptrices et par conséquent la vitesse de l'arbre des roues augmentent ou diminuent lorsque la position du point d'appui A varie. Cela est obtenu grâce à un servomoteur à huile dont les mouvements sont commandés par un petit piston auxiliaire comprimant un ressort taré, se déplaçant lui-même sous l'action de l'huile envoyée par la pompe de graissage du moteur, l'huile dont la pression varie avec la vitesse du moteur. Si la résistance à l'avancement du véhicule diminue, le moteur aura tendance à accélérer, la pression croîtra et le point fixe A se déplacera de telle manière que l'arbre commandant les roues tourne plus vite. Ces déplacements peuvent être corrigés, suivant la loi d'automatisme choisie, par un robinet de fuite dont la manœuvre s'effectue par un tringlage relié à la pédale d'accélérateur.

perte de 25 % est d'abord fâcheuse en elle-même puisqu'elle diminue la puissance utilisable du moteur et augmente la consommation utile. Mais d'autre part l'énergie consommée se transforme en chaleur qui est difficile à évacuer. Ces changements de vitesse ne sont pratiquement pas employés sur les véhicules automobiles. Il n'en est pas de même des convertisseurs de couple dynamiques.

Ces appareils comportent, monté sur l'arbre du moteur, un impulseur à aubages enfoncé dans un carter étanche, plein de liquide. Le liquide issu de cet impulseur rotatif entre dans des aubages fixes dont les ailettes peuvent recevoir une inclinaison variable. A la sortie, le liquide est donc animé d'une vitesse qui dé-

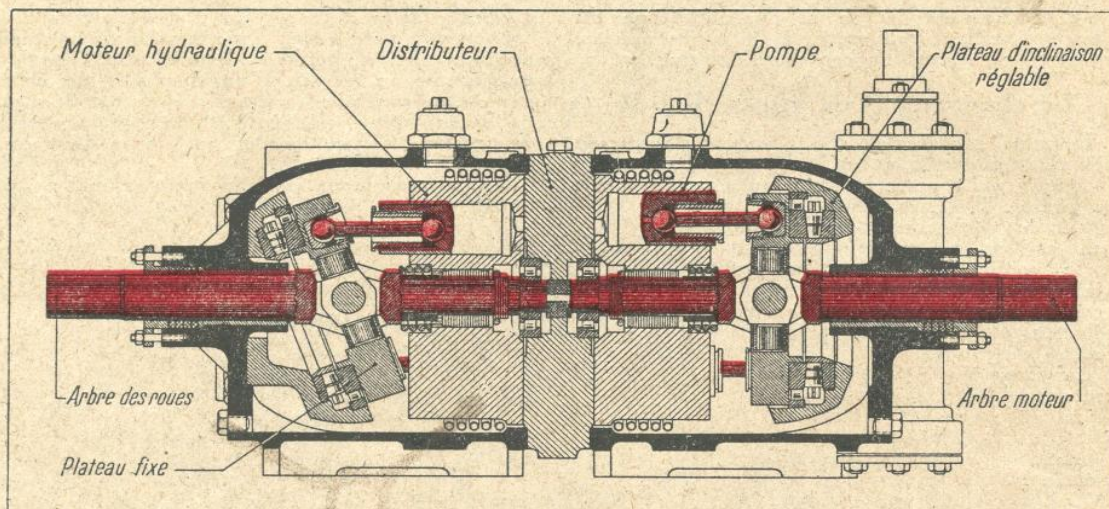


FIG. 7. — LE CONVERTISSEUR DE COUPLE HYDRAULIQUE WATERBURY

Le mécanisme comporte une pompe et un moteur disposés bout à bout, avec un plateau formant distributeur entre les deux. Les pistons sont connectés à des plateaux au moyen de bielles à rotules. Le plateau de la pompe est monté sur un moyeu dont on peut faire varier l'inclinaison au moyen d'un dispositif de commande à main, modifiant ainsi la course des pistons, donc le débit de la pompe. Il en résulte une modification correspondante de la vitesse du moteur hydraulique, dont de l'arbre lié aux roues. La puissance du moteur de la voiture étant supposée constante, le fluide moteur est débité en quantité variable et sous une pression également variable : pression double, par exemple, quand le débit est réduit de moitié. La puissance reçue par le moteur hydraulique est, elle aussi, constante puisqu'il est alimenté par un fluide sous pression doublée, mais en quantité moitié moindre. Sa vitesse étant réduite, il peut vaincre un couple résistant plus élevé.

pend de l'inclinaison des aubages et il agit sur un rotor relié à la transmission. On conçoit

qu'en faisant varier l'inclinaison des aubages on puisse modifier à la fois le couple et la vitesse du rotor.

Remarquons en passant que, pour constituer un véritable changement de vitesse, l'appareil exige d'une façon absolue la présence d'aubages fixes, l'ensemble constitue non un changement de vitesse mais un embrayage hydraulique : tel est par exemple le volantfluid qui est largement utilisé en Angleterre et qui a reçu quelques applications en France.

Bien entendu, le volantfluid ne peut pas remplacer un changement de vitesse parce qu'il est incapable d'augmenter le couple transmis.

Changement de vitesse à inertie

Le changement de vitesse à inertie a tenté plusieurs inventeurs. Nous avons quelques raisons de croire qu'une des premières réalisations a été faite en France par M. Andreau qui l'avait réalisé, d'abord pour des appareils n'ayant rien à voir avec l'automobile, et qu'il a tenté ensuite d'adapter à la locomotion. Malheureusement la difficulté de faire fonctionner convenablement les sélecteurs ne lui a pas permis de réussir.

Voici un schéma qui se rapporte au changement de vitesse Hobbs à inertie (fig. 8).

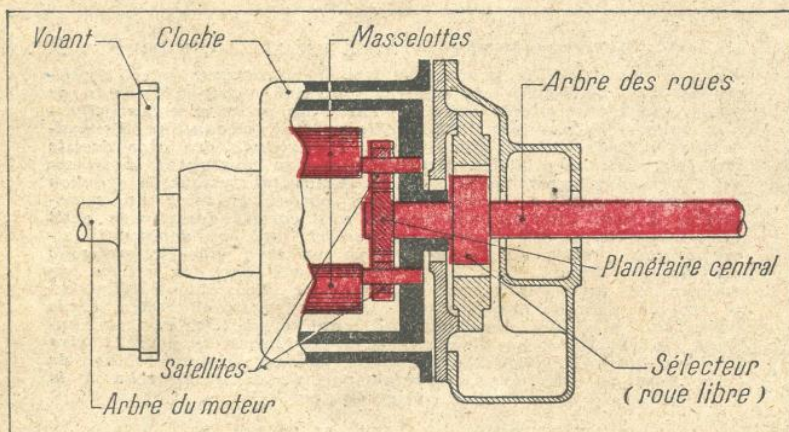


FIG. 8. — SCHÉMA DE LA TRANSMISSION A INERTIE HOBBS

L'arbre du moteur entraîne la cloche qui porte les deux satellites munis de masselottes. Si l'arbre des roues tourne à la même vitesse que l'arbre moteur, le planétaire central qui est lié au premier tourne à la même vitesse que les satellites qui sont liés au second. Par suite, ces derniers ont toujours la même orientation radiale, celle pour laquelle les masselottes, soumises à la force centrifuge, sont le plus loin possible de l'axe commun. Si l'arbre des roues ralentit, les satellites se mettent à tourner sur eux-mêmes, d'autant plus vite que la différence des vitesses est plus grande. Quand les masselottes s'orientent vers l'axe, elles absorbent de l'énergie de l'arbre moteur, qu'elles lui restituent quand elles s'éloignent de l'axe. Les impulsions ainsi reçues sont transmises par le sélecteur à l'arbre des roues et il en résulte sur ce dernier un couple assez irrégulier, d'intensité d'autant plus forte que le ralentissement de cet arbre est plus marqué.

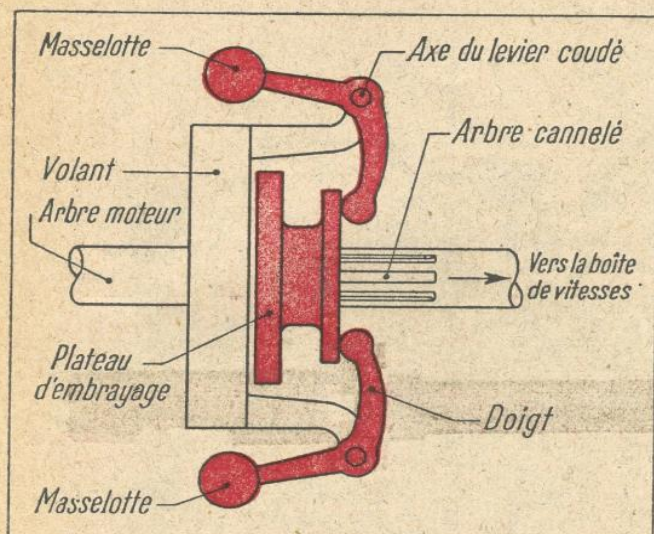


FIG. 9. — SCHÉMA D'UN EMBRAYAGE CENTRIFUGE

L'appareil comporte une sorte de cloche reliée au volant du moteur. A l'intérieur se trouve un pignon planétaire et deux satellites qui engrènent avec lui. Si le planétaire est maintenu fixe et si la cloche tourne avec le volant du moteur, les pignons satellites vont naturellement tourner autour de leurs arbres qui sont supportés par le carter.

Les arbres portent deux masselottes non équilibrées. Quand ils tournent, ces masses tendent naturellement à s'orienter dans le sens du rayon et vers l'extérieur. Si on les amène à leur position intérieure, elles absorberont l'énergie provenant du moteur, et pendant l'autre moitié du cycle, lorsqu'elles s'écarteront de l'axe, elles seront capables de restituer cette énergie.

En arrière du planétaire se trouve un sélecteur, embrayage à rochet qui transmet seulement l'impulsion vers l'avant et qui redresse en somme le mouvement. Les impulsions communiquées à l'arbre de transmission sont évidemment assez irrégulières mais les irrégularités de mouvement sont amorties par la flexibilité de torsion de l'arbre E à qui on donne un faible diamètre et une grande longueur.

Malgré les efforts développés pour commercialiser cette invention, elle ne paraît pas avoir survécu.

Les changements de vitesse à embrayage automatique

Pour l'appareil de changement de vitesse non continu, telles les boîtes qui équipent normalement nos voitures, l'automatisme est fréquemment réalisée au moyen de deux éléments qui méritent de retenir un instant notre attention. C'est d'une part l'embrayage automatique, d'autre part l'embrayage de surmultiplication.

L'embrayage automatique peut être du type centrifuge ou du type à dépression. Rappelons le principe de l'un et de l'autre.

Considérons (fig. 9) un embrayage ordinaire à disque, dont les ressorts seraient disposés de la façon inverse de celle qui est utilisée nor-

malement, c'est-à-dire qu'au lieu de rapprocher les plateaux pour réaliser l'embrayage, les ressorts (non représentés sur le schéma) tendent à les écarter, si bien qu'au repos, l'appareil est au débrayé.

Sur la butée de débrayage agissent des leviers montés sur un plateau tournant avec le moteur, leviers dont l'autre extrémité porte une masselotte.

L'action de ces masselottes, lorsque le moteur qui les entraîne tourne à grande vitesse, tend à pousser la butée d'embrayage en contrariant l'action des ressorts et, si la vitesse du moteur est suffisante, provoque par conséquent la mise en prise de l'embrayage.

Si donc le moteur est immobile ou tourne lentement, l'action des ressorts est prépondérante et l'appareil est débrayé. Mais si on accélère



FIG. 10. — UN EMBRAYAGE DE SURMULTIPLICATION RÉALISÉ PAR UNE ROUE LIBRE À CLIQUETS

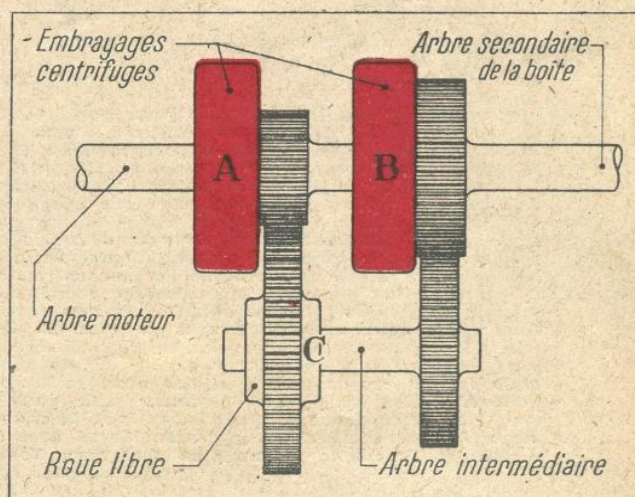


FIG. 11. — SCHÉMA D'UN CHANGEMENT DE VITESSE À DEUX VITESSES, COMPLÈTEMENT AUTOMATIQUE (STURTEVANT)

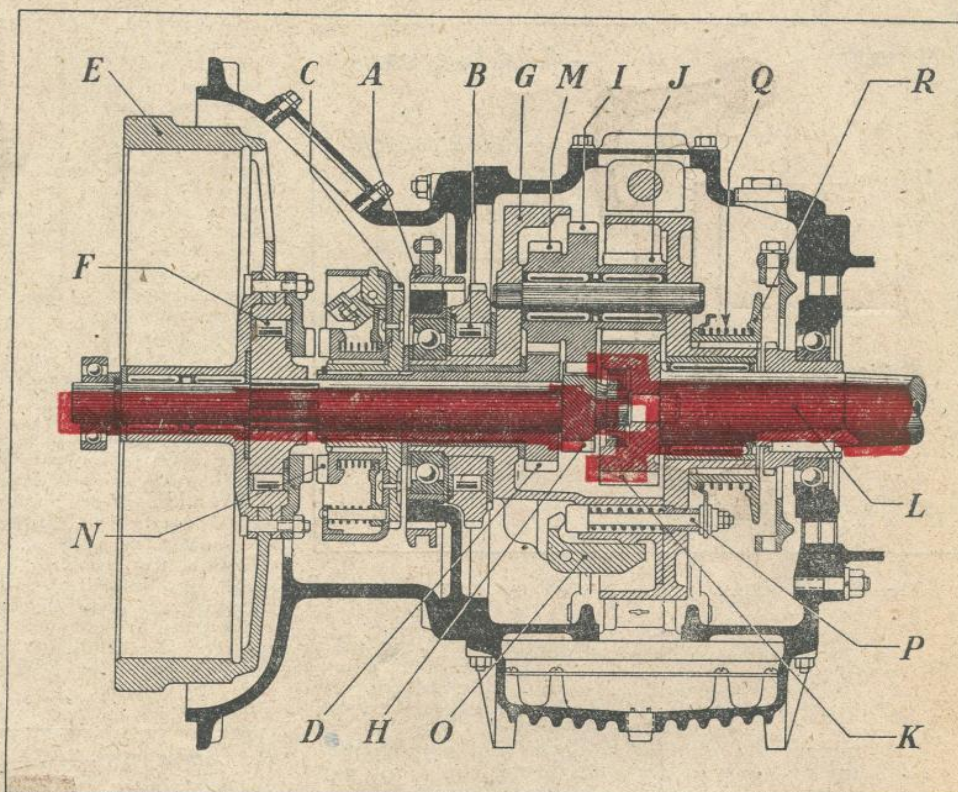
Ce dispositif est entièrement automatique en fonction de la seule vitesse de rotation du moteur. L'embrayage centrifuge A entre en prise à faible vitesse du moteur. L'embrayage centrifuge B entre en prise à une vitesse plus élevée, la roue libre C permettant alors l'entraînement des deux pignons de l'arbre intermédiaire à des vitesses différentes.

progressivement le moteur, les masselottes sont sollicitées par la force centrifuge, font basculer les leviers qui les supportent et l'extrémité coudée de ceux-ci poussent sur la butée d'embrayage et réalise la mise en prise.

La force des ressorts et l'importance des

FIG. 12. — COUPE LONGITUDINALE DU CHANGEMENT DE VITESSE AUTOMATIQUE A BALADEUR DE LA YELLOW COACH

L'appareil est du type planétaire et comporte un élément coulisant A qui doit être manœuvré au moyen d'un levier et qui peut occuper trois positions : point mort, marche avant, marche arrière. Cet élément est représenté ici au point mort. Pour la marche avant, on le pousse vers la droite et il entre en prise avec la denture de l'élément extérieur de l'embrayage à rouleaux B, ce qui rend ainsi cet élément solidaire du carter avec lequel l'élément A est en prise. Pour la marche arrière, l'élément A est poussé vers la gauche. Il s'engage sur la pièce C qui est montée sur des cannelures portées par un arbre creux qui fait partie du pignon central du train planétaire. Le changement de vitesse proprement dit reçoit le couple du moteur au moyen d'un embrayage automatique centrifuge dont on a représenté seulement le tambour E de l'embrayage. Du tambour E, le couple passe par l'embrayage de surmultiplication F jusqu'à l'arbre primaire de la boîte de vitesse qui porte le pignon H, venu de forge avec lui. L'élément A étant supposé être dans la position de marche avant, le porte-satellites G est maintenu immobile par l'embrayage à rouleaux B, et le couple est transmis par le train de pignon H I J K, le dernier de ces pignons faisant partie de l'arbre secondaire L de la boîte. On a ainsi la première vitesse de marche avant qui s'engage simplement en accélérant le moteur. On remarquera que chaque satellite est formé de trois pignons qui font corps les uns avec les autres. Le troisième pignon M engrène avec le pignon D qui est porté par un arbre tubulaire, lequel, à son extrémité avant, porte un deuxième embrayage automatique N du type à griffes. Quand la voiture marche en première vitesse, l'organe entraîné de l'embrayage N situé à l'arrière de cet embrayage tourne à une vitesse moindre que l'organe entraîneur placé à l'avant. Quand la voiture a atteint une certaine vitesse en première, le conducteur abandonne momentanément la pédale d'accélérateur, le moteur ralentit, et, lorsque l'élément antérieur de l'embrayage N a atteint la même vitesse que l'élément postérieur, l'embrayage entre automatiquement en prise. L'entraînement se fait maintenant par le train de pignons D M J K. De la sorte, les pignons satellites tournent plus vite qu'ils ne seraient entraînés par le pignon H, mais l'embrayage à rouleaux F permet au pignon H et à son arbre de marcher en roue libre. Lorsque la boîte est en seconde vitesse, si l'on abandonne momentanément l'accélérateur, le moteur ralentit. Le pignon K devient le pignon entraîneur et le porte-satellites G accélère. Les masses centrifuges O s'écartent et poussent au moyen des goujons P et du ressort Q l'élément de l'embrayage R vers la droite. De la sorte, le porte-satellites G se trouve bloqué avec l'arbre secondaire L. La boîte est actuellement en prise directe et l'ensemble tourne d'un seul bloc. Nous n'entrerons pas dans le détail de la marche arrière qui s'engage également à la main.



masselottes sont réglées de telle sorte que l'embrayage se produise dès que le moteur dépasse sa vitesse normale de ralenti.

L'embrayage centrifuge a été utilisé comme un embrayage normal avec une boîte de vitesse commandée à la main. Il a été réalisé en France sous le nom d'embrayage Centrifugia par Gabriel Lienhard.

Un autre embrayage automatique est l'embrayage à dépression. Il est constitué par un embrayage ordinaire, mais la fourchette de débrayage est reliée au piston d'un cylindre où règne la dépression de la tuyauterie d'aspiration. Quand cette dépression est faible ou nulle, la fourchette n'agit pas ou agit avec une force inférieure à celle des ressorts et l'embrayage est en prise. Si, au contraire, la dépression at-

teint une certaine valeur, l'appareil débraye de lui-même tout comme il débrayerait si le conducteur appuyait sur la pédale.

Des embrayages de ce genre ont été utilisés avec des boîtes de vitesse ordinaires. En France, en particulier, la maison Panhard et Levassor les a utilisés. Ils présentent l'avantage de ne pas imposer au conducteur l'obligation de débrayer pour changer de vitesse. Il lui suffit en effet de lever le pied de l'accélérateur. La dépression de l'aspiration atteint alors une valeur élevée et l'appareil débraye automatiquement. Il réembraye quand on appuie de nouveau sur l'accélérateur, ce qui fait tomber la valeur de la dépression.

L'embrayage dit de surmultiplication n'est autre chose qu'un dispositif de roue libre inter-

posé entre un arbre central et un arbre tubulaire qui entoure le premier.

L'un de ces arbres étant supposé fixe, l'autre ne peut tourner que dans un seul sens. Si, par exemple, la roue libre est montée entre l'arbre central A et l'arbre tubulaire B, elle permet, quand l'arbre A est fixe, à l'arbre B de tourner à droite. Si l'arbre A est lui-même mobile, il y aura liberté de mouvement de l'arbre B par rapport à l'arbre A, à la condition que B tourne à droite plus vite que A — ou bien si l'arbre A tourne lui-même à gauche, que B tourne à gauche moins vite que A.

On conçoit que l'embrayage de surmultiplication puisse permettre de réaliser facilement des appareils de changement de vitesse automatique lorsque les arbres sont concentriques. Nous en verrons plus loin les applications.

Un changement de vitesse particulièrement simple qui utilise des embrayages automatiques est l'appareil Sturtevant qui a été construit en Amérique pendant un temps d'ailleurs assez limité (fig. 11).

Imaginons un train de quatre pignons disposés pratiquement de la même façon pour la première et la seconde vitesse d'une boîte de vitesse ordinaire, pignons combinés avec deux embrayages automatiques centrifuges.

Un de ces embrayages A est connecté au pignon entraîneur de la boîte de vitesse. Quand on accélère le moteur en partant du repos, cet embrayage s'engage et la voiture part en première vitesse, c'est-à-dire en utilisant les quatre pignons.

Quand la vitesse du moteur atteint une valeur plus élevée encore, le deuxième embrayage B s'engage automatiquement, entraînant directement l'arbre de transmission qui traverse entièrement la boîte de vitesse : il réalise ainsi la prise directe.

Mais, comme l'embrayage A reste naturellement embrayé, cette disposition n'est rendue possible que grâce à un embrayage de surmultiplication C qui se trouve dans la boîte de

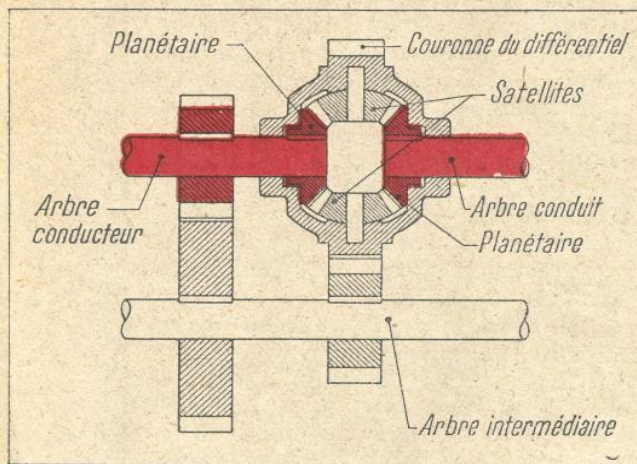


FIG. 13. — SCHÉMA DU FONCTIONNEMENT D'UN CHANGEMENT DE VITESSE À DIFFÉRENTIEL

Une liaison mécanique est établie, grâce à un arbre intermédiaire, entre l'arbre moteur et la couronne du différentiel. On obtient ainsi, grâce à une combinaison de pignons appropriée, telle réduction de vitesse, ou tel sens de rotation que l'on désire de l'arbre conduit par rapport à l'arbre conducteur.

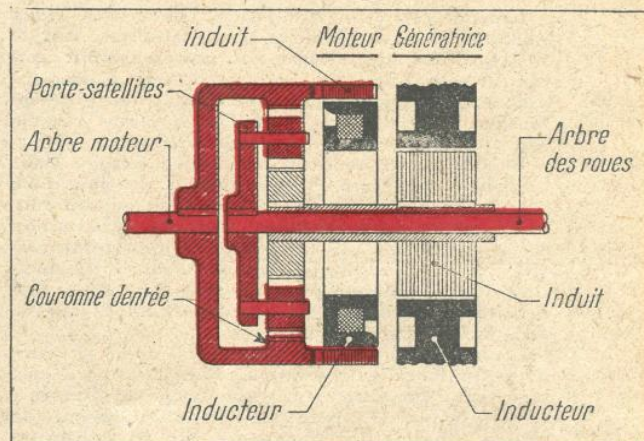


FIG. 14. — SCHÉMA D'UN CHANGEMENT DE VITESSE DIFFÉRENTIEL ÉLECTRIQUE CONTINU

La couronne dentée intérieurement est montée sur le vilebrequin du moteur. Elle engrène avec un certain nombre de pignons satellites qui sont montés sur un porte-satellites calé sur l'arbre conduit. Celui-ci est entouré d'un arbre creux qui porte le pignon planétaire et l'induit de la dynamo. Entre les deux se trouve un moteur électrique dont l'inducteur est indépendant et l'induit est calé sur la couronne dentée. Lorsque le moteur est mis en route, la voiture étant à l'arrêt, le porte-satellites est maintenu fixe. Le pignon planétaire va donc tourner en sens inverse de l'arbre moteur. Ce faisant, il entraîne l'induit de la génératrice qui débite dans le moteur dont le couple va s'ajouter au couple moteur. Le couple résistant de la génératrice, correspondant, aux pertes près, à ce couple moteur, freine le planétaire, ce qui engendre un couple de démarrage pour le porte-satellites, donc pour la voiture. Pour une vitesse constante de la voiture, lorsqu'il n'y a pas d'accélération, le porte-satellites tourne avec sensiblement la même vitesse que le vilebrequin, et le pignon planétaire et l'induit de la génératrice tournent à très faible vitesse. Remarquons que le principe de fonctionnement de ce système est exactement le même si on remplace la génératrice par une pompe quelconque et le moteur par un moteur hydraulique quelconque.

vitesse et qui entraîne le pignon conduit, permettant à celui-ci de tourner plus vite en prise directe qu'il ne tournait sur la première combinaison.

Ce changement de vitesse ne comportait, on le voit, que deux vitesses. C'est vraisemblablement pour cette raison qu'il n'a pas connu la fortune, mais il présente le très grand mérite de fournir un exemple simple qui permet de bien comprendre la réalisation d'un appareil automatique utilisant à la fois les embrayages centrifuges et un embrayage de surmultiplication.

Nous donnons (fig. 12) la coupe d'un embrayage automatique parmi les plus répandus, l'embrayage Yellow, construit par le General Motors Truck Company et qui est en service sur un certain nombre d'autobus à New York et à Chicago.

Les changements de vitesse à différentiel

Le différentiel donne une possibilité de réaliser des changements de vitesse continus. Nous allons exposer le principe de ces appareils dont nous donnerons quelques dessins d'exécution.

Considérons un différentiel avec ses deux planétaires et son boîtier porte-satellites. Sur le boîtier, nous supposons calée une couronne dentée. Si on applique l'effort moteur à un des arbres planétaires en immobilisant le porte-satellites, l'autre arbre tournera en sens inverse du premier et avec la même vitesse.

Si on laisse tourner le porte-satellites dans le même sens que l'arbre moteur, le deuxième planétaire ralentira son mouvement, et au moment où le porte-satellites tournera à la moitié de la vitesse de l'arbre moteur, le deuxième planétaire sera immobile. Enfin, si le porte-satellites tourne encore plus vite, le deuxième planétaire commencera à tourner dans le même sens que l'arbre moteur.

L'immobilisation du différentiel peut se faire avec un frein à frottement. Mais, dans ce cas, on dissipe en pure perte une partie de l'énergie et on a réalisé, non pas un changement de vitesse, mais un embrayage. Si, au contraire, on relie la couronne dentée montée sur le porte-satellites à un pignon placé sur l'arbre moteur au moyen d'un arbre intermédiaire comme représenté dans la figure 13, on voit qu'on reporte sur l'arbre moteur une partie du couple qui agit sur la boîte du différentiel.

Donc, en établissant une liaison (mécanique ou autre) entre l'arbre moteur et le boîtier du différentiel, on pourra disposer de la vitesse (et par conséquent du couple) de l'arbre du deuxième planétaire, en faisant varier le rapport de démultiplication entre le porte-satellites et l'arbre moteur.

On pourra d'ailleurs établir cette liaison entre le porte-satellites et l'arbre entraîné : le résultat sera le même.

La figure 14 représente un appareil de changement de vitesse continu où la liaison est établie électriquement : on voit qu'entre la géné-

ratrice électrique et le moteur électrique il y aura échange d'énergie et que le courant électrique entre eux deux sera d'autant plus intense que la différence de vitesse des induits de ces deux machines sera elle-même plus élevée.

Nous signalons seulement, sans entrer dans le détail de leur fonctionnement, un changement de vitesse différentiel à liaison électrique réalisé sous le nom de « Electrogear » et qui a connu un assez grand nombre d'applications aux États-Unis et un autre changement de vitesse différentiel dans lequel la liaison est établie au moyen d'un dispositif hydraulique du type cinématique : c'est l'appareil Bendix Turbo flywheel gear.

Un grand nombre d'autres types de changements de vitesse continus et automatiques ont été imaginés et quelques-uns d'entre eux construits. Depuis 1939, certaines voitures sont livrées en série avec des changements de vitesse automatiques ou mieux semi automatiques, du type Oldsmobile, telle la voiture Buick. L'appareil assez compliqué fonctionne suivant le principe que nous avons exposé au début de cet article sous le nom de déclencheur, en utilisant la dépression associée à des relais électriques pour transmettre les ordres à des servomoteurs à huile lesquels à leur tour agissent sur les engrenages de la boîte de vitesse.

Le peu de renseignements qui parviennent en France sur la construction américaine semblent indiquer que le changement de vitesse automatique conquiert des adhérents aux États-Unis, et il est probable que lors de la reprise de notre industrie, nous verrons se développer chez nous des appareils du même genre.

Henri PETIT.

A la première page de sa *Géographie nouvelle*, H. van Loon écrit que tous les êtres humains, serrés comme des sardines dans leur boîte, tiendraient dans une caisse cubique de 800 m de côté, et que, si un esprit malin faisait tomber cette caisse du haut de la falaise qui borde le grand cañon de l'Arizona, quelques minutes plus tard il ne resterait de l'humanité qu'un petit tertre au fond du cañon. Rien n'aurait été changé au cours de notre planète, et les astronomes de Mars n'auraient rien su de notre existence.

Dans sa *Géographie*, scolaire, Jean Brunhes avait fait un calcul analogue et montré que les deux milliards d'hommes qui peuplent la Terre, en se tenant debout et un peu moins serrés que dans les voitures du Métropolitain aux heures d'affluence d'alors (1926), tiendraient dans le département de la Seine.

L'entomologiste américain Howard a calculé que les insectes représentent 90 % de la faune terrestre, et que ceux qui s'attaquent aux plantes cultivées en dévorent chaque année pour plus d'un milliard de dollars.

Metchnikov rapporte que Maupas, qui a étudié la paramécie, petit infusoire presque invisible à l'œil nu et qui compte une génération toutes les quinze heures, a calculé que sa descendance attendrait le volume de la Terre en quelques années, si rien ne s'opposait à sa prolifération.

Ces calculs ne résolvent pas le problème souvent posé, de savoir d'où vient l'homme, où il va et pourquoi il est sur la Terre (le *woher*, *wohin* et *wozu* de Goethe); mais ils peuvent contribuer à le rendre plus modeste, plus soucieux de ses véritables intérêts et l'inciter peut-être un jour à adapter un peu mieux notre globe à ses besoins, seul objet à peu près certain de la civilisation matérielle.

L'HÉLICOPTÈRE ET L'ESCORTE DES CONVOIS

par Pierre LAMANCINE

Les avantages de l'hélicoptère pour la lutte antisous-marine sont évidents. La facilité avec laquelle il peut décoller et atterrir sur un espace aussi étroit que le pont d'un cargo ou d'un navire-citerne lui permet d'assurer la protection des convois en surveillant les mers au large des côtes, là où l'aviation basée à terre est limitée par son rayon d'action. Pour la même raison, un avenir brillant paraît lui être réservé dans certaines liaisons commerciales. Une entreprise américaine, entre autres, projette la création de soixante-dix-huit lignes, totalisant quatre-vingt mille kilomètres, qui seraient desservies par des hélicoptères bimoteurs capables d'emporter deux mille kilogrammes de charge utile.

LE Captain Harols H. Baltour, sous-secrétaire d'Etat à l'aviation, a annoncé aux Communes le 11 mars 1943, qu'un certain nombre d'hélicoptères américains Vought-Sikorsky avaient été achetés par le Ministère de l'Air britannique pour être affectés à des tâches de sécurité de la marine. Ces tâches de sécurité, qui n'étaient pas précisées, étaient évidemment la surveillance de la mer et la lutte antisous-marine au large.

L'hélicoptère se prête admirablement en théo-

rie à l'escorte des convois. Décollant verticalement et se posant de même, il peut utiliser la plate-forme d'envol très exiguë que lui offre le pont d'un cargo ou d'un navire-citerne. Sur les cargos « Liberty » construits en série aux Etats-Unis, le pont de manœuvre utilisable est de 12 m sur 15 m. On y logerait déjà difficilement une catapulte, mais un avion lancé du bord ne pourrait y revenir, manœuvre qu'en principe un hélicoptère effectue sans peine. De plus, la facilité avec laquelle l'hélicoptère se déplace verticalement,

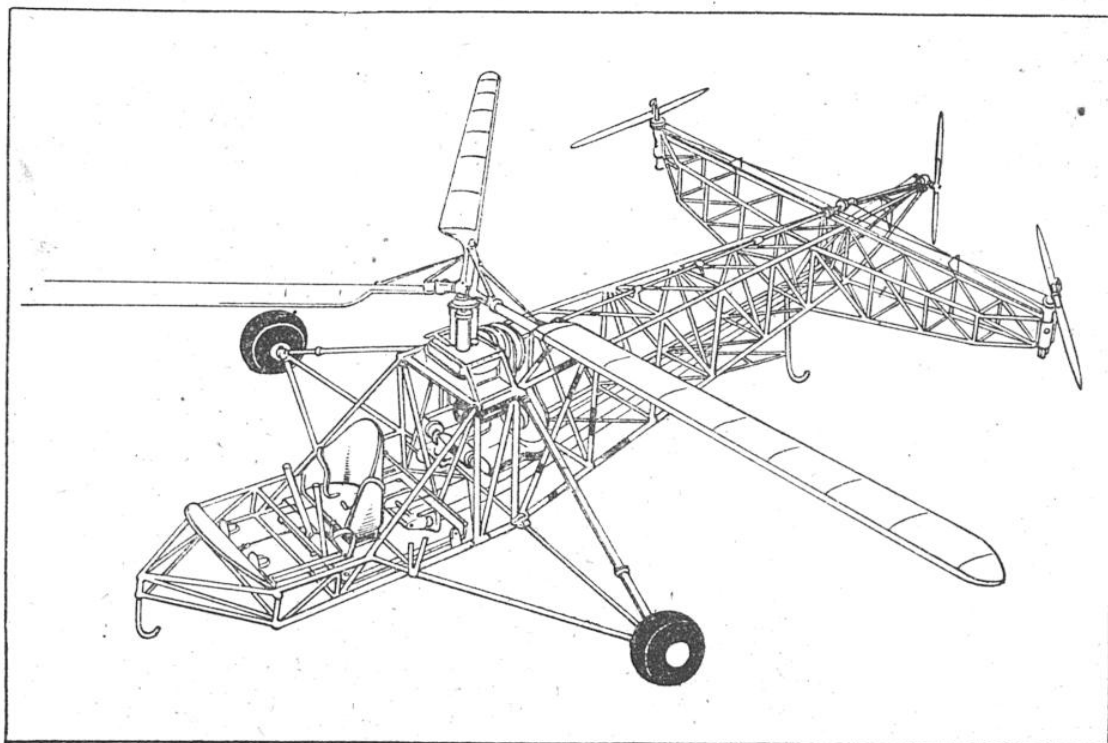


FIG. 1. — LE PREMIER HÉLICOPTÈRE VOGHT-SIKORSKY DE 1940



FIG. 2. L'HÉLICOPTÈRE VOUCHT-SIKORSKY V S-300, VERSION DE 1941

Les hélices auxiliaires tripales ont été réduites à deux : l'une à axe horizontal, disposée transversalement, combattant le couple de réaction de la voilure tournante et jouant le rôle de gouvernail de direction; l'autre à axe vertical, au sommet d'une poutre verticale, formant le rôle de gouvernail de profondeur.

vole sur place au besoin, lui permet une exploration plus minutieuse des abords du convoi. Il survolera longuement, sans le perdre de vue, tout sous-marin repéré, jusqu'à ce que les attaques des bâtiments d'escorte l'aient touché à mort, à moins qu'il ne puisse lui-même et à loisir lâcher les bombes et grenades sous-marines qu'on lui aura confiées.

Mais l'hélicoptère est-il d'ores et déjà capable, dans l'état actuel de la technique, de remplir cette mission? Sans aucun doute, avec peut-être quelques réserves pour ce qui est de l'armement en bombes et grenades, car la charge utile paraît encore très limitée.

Vers le début de 1943, on a signalé que l'aviation américaine d'armée avait mis en service des hélicoptères « fabriqués en série ». On en aurait envoyé quelques exemplaires jusque sur le front de Birmanie. Il s'agissait d'un type biplace, bimoteur, dérivé du Vought-Sikorsky V S - 300 A. Un peu plus tard, l'amiral Vickery, président de la Commission de la marine des Etats-Unis, annonçait des essais satisfaisants d'hélicoptères sur des cargos, faisant suite à d'autres essais sur des navires citernes. Nous avons déjà dit que l'aviation navale britannique en avait acquis un certain

nombre. Il en est de même de la Royal Air Force canadienne.

L'hélicoptère V S - 300 est l'œuvre du constructeur d'avions bien connu Igor Sikorsky dont les premières études dans ce domaine remontent à 1909.

L'hélicoptère Vought-Sikorsky

La figure 1 montre la carcasse du premier modèle Vought-Sikorsky, lequel, réalisé en 1939, effectua ses premiers vols le 20 mai 1940 à Stratford (Connecticut).

On voit immédiatement sa principale particularité qui est de ne posséder, comme l'autogyre La Cierva, qu'une seule hélice sustentatrice, alors que la grande majorité des appareils à voilure tournante en possèdent deux tournant en sens inverse.

C'est une hélice tripale de 8,5 m de diamètre et dont chaque pale a environ 0,18 m de large. Les pales sont articulées et se mettent en autorotation lorsque le moteur qui les entraîne normalement est débrayé, lors de la descente ou du vol plané. Le rotor fonctionne alors à la manière de celui de l'autogyre La Cierva. Mais, alors que ce dernier n'est entraîné par le moteur qu'au décollage, il est ici en liaison constante avec lui, sauf arrêt du moteur en vol. De plus, alors qu'avec l'autogyre la propulsion est assurée par une hélice tractrice à axe horizontal placée à l'avant de l'appareil, ici la voilure tournante doit assurer non seulement la sustentation, mais aussi la propulsion.

Ce premier type d'hélicoptère était équipé d'un moteur Lycoming de 4 cylindres, développant 75 ch à 225 tours/mn.

Pour combattre la réaction du couple d'hélice, qui tendrait à faire tourner le fuselage en sens inverse de la voilure, une hélice à deux pales

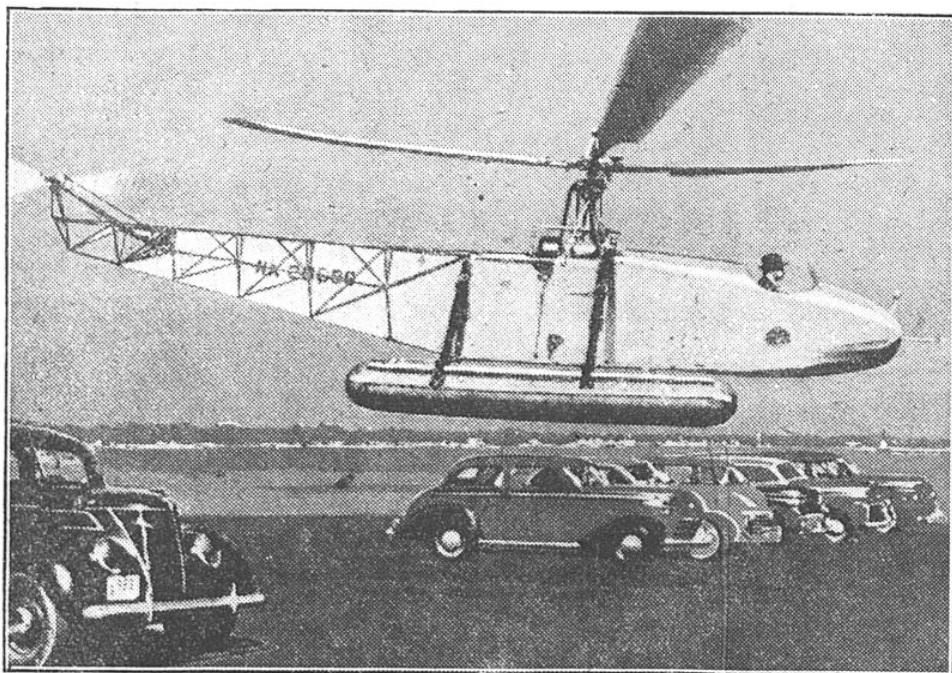


FIG. 3. — L'HÉLICOPTÈRE V S-300 A, TYPE 1943, EFFECTUANT UN ATTERRISSAGE DE PRÉCISION



FIG. 4. — DESCENDANT A LA VERTICALE, UN HELICOPTERE DU TYPE ADOPTÉ PAR L'ARMÉE AMÉRICAINE, VA SE POSER SANS DIFFICULTÉ SUR UN TERRAIN DE FORTUNE (O. W. I.).

de 2 m de diamètre était fixée à l'extrémité arrière de la charpente, avec son axe disposé horizontalement, transversalement à l'axe de l'appareil. Elle occupait en somme la place de

l'habituel gouvernail de direction. Elle était entraînée à la vitesse de 1 700 tours/mn par un arbre à cardan courant tout le long de la poutre de fuselage et relié lui-même à l'hélice sustentatrice.

A la place du gouvernail de profondeur, on trouvait, aux extrémités d'une poutre transversale, deux autres hélices de 2 m de diamètre, à axe vertical, et tournant en sens inverse. Elles étaient entraînées aussi par l'arbre à cardan précédent. Grâce à la liaison constante de cet arbre avec la voilure principale, les hélices auxiliaires étaient maintenues en rotation même lorsque le moteur d'entraînement était arrêté.

L'hélicoptère pesait en ordre de vol 520 kg, ce qui représentait un poids au cheval de 6,9 kg et une charge alaire de 9,1 kg/m² en la supposant répartie sur toute la surface du cercle balayé par l'hélice, et de 249 kg/m² en ne considérant que la surface des pales.

Le pilotage de l'hélicoptère

Les hélices auxiliaires dont nous avons parlé jouent le rôle de gouvernail de direction, de gouvernail de profondeur et d'ailerons.

Pour ce qui concerne la direction, on obtenait

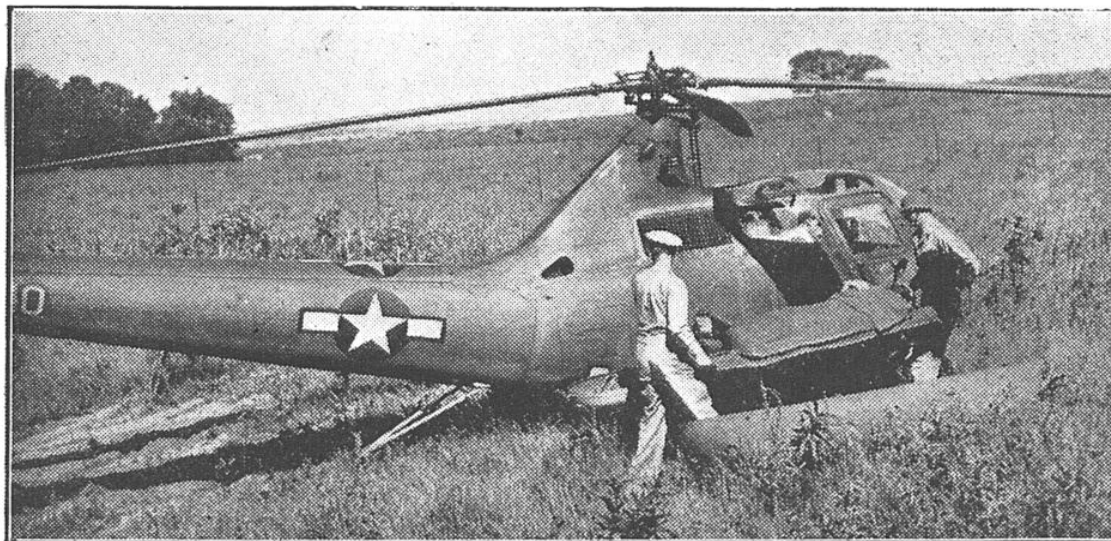


FIG. 5. — L'ÉVACUATION D'UN BLESSÉ PAR HELICOPTÈRE AU COURS DE MANŒUVRES AMÉRICAINES (O.W.I.)
Les blessés sont logés dans les compartiments fixés sur les deux côtés de la cabine (voir fig. 4).

la rotation de l'hélicoptère autour d'un axe vertical en faisant varier le pas de l'hélice verticale de queue, ce qui détruisait l'équilibre entre le couple dû à la traction de cette hélice et le couple de réaction de la voilure. De même, l'inclinaison autour d'un axe horizontal transversal (commande de profondeur) s'obtenait en faisant varier simultanément les pas des deux hélices d'axe vertical. Au contraire, l'inclinaison

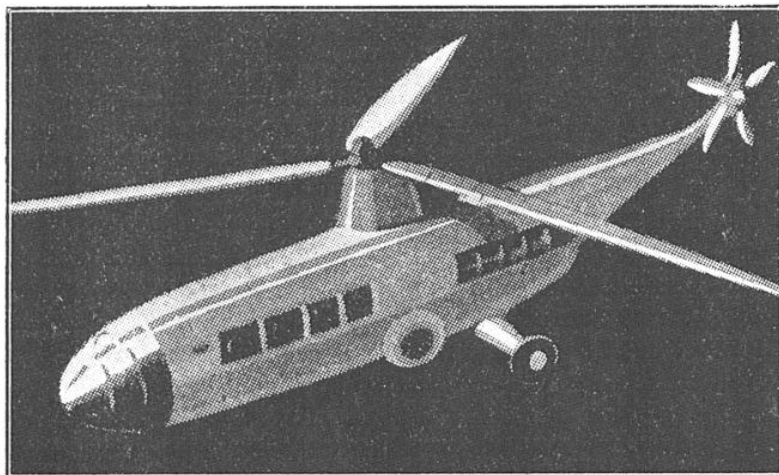


FIG. 6. — LE PROJET D'HÉLICOPTÈRE SIKORSKY POUR 14 PASSAGERS

sur la droite ou sur la gauche, autour de l'axe longitudinal de l'appareil, était obtenue en modifiant inégalement les pas de ces deux hélices auxiliaires.

A la disposition du pilote étaient un palonnier pour l'hélice d'axe horizontal et un manche à balai pour les deux autres. Il disposait en outre d'un second manche à balai qui commandait le pas de l'hélice sustentatrice principale et son inclinaison, provoquant ainsi à volonté les mouvements de déplacement plus ou moins rapides vers l'avant, l'arrière ou les côtés, ou le freinage de ces mouvements pour l'arrêt.

Il est intéressant de signaler un dispositif de commande automatique destiné à corriger toute tendance à la rotation de la cabine lorsque l'on modifiait le pas de l'hélice sustentatrice. Dans ce cas, en effet, le couple de réaction n'aurait plus été équilibré par l'hélice de queue, si on n'avait modifié simultanément et en sens convenable le pas de cette dernière. C'est pourquoi le levier de commande de la voilure agissait synchroniquement sur le pas de l'hélice de queue, et en outre sur le papillon d'admission du moteur pour adapter la puissance développée à l'effort demandé. Cette disposition a subsisté sur les plus récents modèles de l'hélicoptère.

Les modèles récents

Cette première réalisation de l'hélicoptère Vought-Sikorsky a subi dans les modèles ultérieurs un certain nombre de modifications dans le sens d'une simplification progressive du système des hélices auxiliaires.

Le modèle de 1941, V S - 300 A, qui établit un record mondial par un vol de 1 h 32 m 1/2

au dessus d'un espace de 65 m² seulement (1) c'est-à-dire en se maintenant pratiquement sur place à faible attitude, avait reçu un moteur Franklin de 90 ch. Les deux hélices de queue à axe vertical étaient réduites à une hélice unique, tripale, au sommet d'une poutre en forme de tour qui la portait à la hauteur de la voilure principale. Mais on reconnut bien vite qu'aux vitesses très modestes que l'on demandait à l'hélicoptère, la présence de cette hélice à axe vertical était superflue. Elle fut supprimée à partir de 1942.

Déjà, en 1941, l'hélicoptère avait exécuté avec succès des opérations de décollage et d'amerrissage sur l'eau. Pour cela, il avait été doté de flotteurs en caoutchouc fixés sur des poutres latérales et à l'arrière. Ces flotteurs lui permettaient aussi de se poser sur la terre ferme. Ainsi fut équipé également le modèle à fuselage caréné de 1942 qui servait de base aux réalisations mises à la disposition de l'armée et de la marine. Le poids de ces dernières aurait été de l'ordre de 1 100 kg et leur vitesse maximum voisine de 75 km/h.

Les informations venues d'Amérique laissent supposer que nombre de constructeurs croient à l'avenir des appareils à voilure tournante dans les applications de l'après-guerre. Plusieurs modèles ont été réalisés, sur lesquels on possède peu de précisions. Tel serait un appareil mis au point par la Platt-Le Page Aircraft Co; l'hélicoptère Landgraf avec deux rotors de 5 m de diamètre qui rappelle l'hélicoptère allemand Focke-Wulf; le PV-2, création de M. Franck Piasecki à la P.V. Engineering Forum de Philadelphie, qui possède un rotor de 18 m de diamètre et atteindrait 150 km/h. L'United Aircraft Corporation, le Curtiss Wright Corporation et jusqu'aux usines Ford étudieraient des appareils à voilure tournante.

Une usine américaine « sort » actuellement près d'un hélicoptère par jour et son dernier prototype a effectué un vol sans escale de 620 km dans d'excellentes conditions de sécurité et de manœuvrabilité.

M. Igor Sikorsky lui-même (2) a dressé un projet d'hélicoptère commercial pour 14 passagers avec les caractéristiques suivantes : poids total 6 000 kg, charge utile 1 900 kg, vitesse moyenne 160 km/h, plafond 3 000 m. Il serait mû par deux moteurs de 600 ch et n'aurait besoin pour atterrir que d'une surface de 12 m sur 12 m.

Signalons enfin le projet grandiose de la Greyhound Corporation de Chicago qui a demandé l'autorisation d'ouvrir 78 lignes nouvelles exploitées par hélicoptères, couvrant 80 000 km !

Pierre LAMANCINE.

(1) Le record précédent appartenait à l'hélicoptère allemand Fock-Wulf FW-61 qui avait tenu l'air 1 h 20 mn 3/4.

(2) Dès la fin de 1940, I. Sikorsky avait projeté un hélicoptère biplace, équipé d'un moteur de 200 ch, capable d'atteindre 160 km/h vers l'avant et 40 km/h vers l'arrière ou les côtés, ayant un plafond de 3 660 m et une vitesse ascensionnelle de 5 m/s.

LA VITESSE DES AVIONS : SES PROGRÈS ET SES LIMITES

par Pierre SARLAC

La vitesse des avions s'est accrue prodigieusement depuis les premières tentatives d'établissement de records : de 1906 à 1939, elle a augmenté de 1 800 %. Ces résultats sont imputables à la fois à l'augmentation de puissance des groupes moto-propulseurs et à l'affinement toujours plus poussé des cellules. L'étude des records successivement établis montre d'ailleurs que, contrairement à l'idée souvent admise, la « finesse » l'emporte sur les « chevaux » dans cette course à la plus grande vitesse. Mise à part la période de la fameuse coupe Schneider qui aboutit au record de l'hydravion avec plus de 700 km/h, dû avant tout à la puissance des moteurs et à des solutions sans portée pratique, c'est surtout aux progrès de l'aérodynamique que reviennent les conquêtes réalisées dans le domaine de la vitesse aérienne. Quand reprendront les compétitions officielles en vue d'établir un nouveau record de vitesse absolu, nul doute que le chiffre officiel actuel de 755,138 km/h ne soit largement dépassé. Mais la formule classique de l'avion, avec hélice et ailes, se heurtera inexorablement au « mur technique » de la vitesse du son que seuls des profils et des modes de propulsion inédits permettront à l'homme de franchir dans un avenir peut-être assez prochain.

Les grandes étapes du record de vitesse

L'ACCROISSEMENT de la vitesse d'un avion peut être obtenu soit par l'augmentation de la puissance motrice, soit par le perfectionnement des cellules.

Les tableaux I, II, III, IV, se rapportant aux quatre périodes principales de l'évolution du record de vitesse pure, dominées chacune par une formule différente, font ressortir :

Première période. — La performance d'Edouard Nieuport qui, avec 25 ch seulement, bat les records établis avec des moteurs de 100 ch, grâce aux progrès réalisés du point de vue aérodynamique; celle de Prévost qui, sur un monoplan monocoque, franchit le premier le cap des 200 km/h avec 160 ch. Ere de tâtonnements où apparaît déjà l'importance de la finesse par rapport à la puissance.

Deuxième période. — La lutte entre les biplans Nieuport et Spad, à laquelle met fin l'apparition du remarquable sesquiplan Nieuport-Delage qui, avec 300 ch, bat des appareils étrangers de 700 ch; enfin, la performance de l'adjudant Bonnet sur son monoplan S.I.M.B. (Bernard-Ferbois) (448 km/h avec 600 ch). Ce record ne devait être battu que trois ans plus tard par un hydravion de la Coupe Schneider et huit ans plus tard par un avion terrestre.

Troisième période. — La recherche de la plus grande vitesse par la plus grande puissance l'emporte. C'est le règne éphémère de l'hydravion, les avions terrestres ne trouvant plus de terrains assez longs pour atteindre les quelque 300 km/h nécessaires à l'envol ou pour atterrir à cette vitesse imposée par les charges au mètre carré admises. C'est l'époque de la Coupe Schneider où la puissance atteint 3 100 ch sur un appareil, véritable « moteur volant », où tout est sacrifié à

la propulsion (ailes en cuivre dotées d'une circulation d'air intérieure et entièrement transformées en radiateurs, fuselage juste suffisant pour contenir le moteur et recouvert de plaques radiantes, comme les flotteurs et les jambes les reliant au fuselage, dérive de queue elle-même servant de réservoir et de radiateur d'huile). Enfin Agello, sur un Macchi M. 72 de 3 100 ch, porte le record à plus de 709 km/h. Ainsi l'étude de la cellule progresse peu; il faut cependant noter le dispositif particulier des deux moteurs en tandem Macchi M. 72, entraînant deux hélices concentriques tournant en sens inverse, solution hardie qui accroît le rendement des propulseurs, élimine le couple d'hélice, permet de doubler la puissance sans augmenter sensiblement la résistance à l'avancement, et qui paraît avoir un bel avenir pour les appareils poussés.

Quatrième période. — Ere des « pur sang » de l'air dus à la France, qui comprend que la formule de la Coupe Schneider ne peut aboutir qu'à des « monstres » dangereux. La Coupe Deutsch de la Meurthe impose alors aux monomoteurs terrestres, pour laquelle elle est créée, un maximum de 8 litres de cylindrée. Ainsi naît le fameux Caudron-Renault construit sur les plans de Riffard dont l'un, piloté par Michel Dédoyat, enlève brillamment aux Etats-Unis le plus envié des « Trophées » américains, battant des avions de puissance double de la sienne. Delmotte, sur un de ces appareils de 370 ch, améliore de 16 km/h le record établi par un Américain avec plus de 900 ch, puissance qui lui aurait permis d'atteindre 720 km/h et de battre le record d'Agello et de ses 3 100 ch. L'avion terrestre poursuit d'ailleurs ses succès avec les appareils construits en Allemagne : en 1939, 745 km/h avec le Heinkel 112-U de 1 800 ch du capitaine Dieterlé, 755 km/h avec le Messerschmitt BF 109 R de Fritz Wendel (1 800 ch également).

DATE	RECORD km/h	PILOTE	PAYS détenteur	APPAREIL	PUISSANCE (ch)
12-11-1906 ..	41,292	Santos-Dumont (Brésilien)	France	Biplan Santos-Dumont	40
26-10-07	52,700	H. Farman	—	— Voisin	40
20-5-09	54,810	Tissandier	—	— Wright	24
23-8-09	69,821	Curtiss	E.-U.	— Curtiss	25
24-8-09	74,318	Blériot	France	Monoplan E N V	30
28-8-09	76,955	—	—	— E N V	30
23-4-10	77,579	Latham	—	— Antoinette	50
10-7-10	105,508	Morane	—	— Blériot	100
29-10-10	109,756	Leblanc	—	— Blériot	100
12-4-11	111,801	—	—	— Blériot	100
11-5-11	119,760	Nieuport	—	— Nieuport	35
12-6-11	125,000	Leblanc	—	— Blériot	100
16-6-11	130,057	Nieuport	—	— Nieuport	70
21-6-11	133,136	—	—	— Nieuport	70
13-1-12	145,161	Védrines	—	— Deperdussin	100
22-2-12	161,290	—	—	—	140
29-2-12	162,454	—	—	—	140
1-3-12	166,821	—	—	—	140
2-3-12	167,110	—	—	—	140
13-7-12	170,777	—	—	—	140
9-9-12	174,100	—	—	—	140
17-6-13	179,820	Prévost	—	—	140
27-9-13	191,897	—	—	—	160
29-9-13	203,850	—	—	—	160

TABLEAU I. — LES RECORDS SUCCESSIFS DE VITESSE DE 1906 A 1914

Comment accroître la vitesse des avions ?

Ainsi se sont opposées les techniques française et allemande de perfectionnement des cellules et celle de la Coupe Schneider qui visait essentiellement à l'accroissement de la puissance. Il n'est donc pas sans intérêt d'étudier la part qui revient à chacun de ces deux facteurs dans les progrès réalisés.

La figure 1 montre les principaux facteurs d'amélioration de la vitesse pour un monoplace terrestre, atteignant 250 km/h en 1921, et plus de 700 km/h en 1938. Entre ces deux dates, les progrès des moteurs, supposés seuls, auraient fait passer la vitesse de 250 à 410 km/h (gain de 64 %). Ce sont les progrès réalisés sur la cellule qui ont permis de gagner les quelque 290 km/h supplémentaires, soit un gain de 116 % sur la vitesse maximum de 1921.

La part essentielle de l'accroissement de la

vitesse revient donc, non aux « chevaux », mais à la « finesse ».

Il en est de même d'ailleurs pour les autres types d'appareils : si nous considérons des trimoteurs commerciaux utilisant les mêmes moteurs Jupiter K. 7, comme le Fokker et le Wibault 283 T, la vitesse du premier était de 175 km/h et celle du second de 230 km/h. Cependant, la puissance par tonne déplacée était de 200 ch pour le premier et de 162 seulement pour le second. La supériorité de vitesse du Wibault sur le Fokker résultait donc uniquement d'un progrès d'ordre aérodynamique. Avec le trimoteur Dewoitine 338, la vitesse passait à 290 km/h. Sans doute, une partie de cet accroissement était-elle due à l'augmentation de puissance (moteurs Hispano Suiza 9 V), mais la puissance par tonne déplacée tombait à 150 ch, ce qui démontre une nouvelle amélioration aérodynamique.

Mêmes constatations avec les bimoteurs com-

DATE	RECORD (km/h.)	PILOTE	PAYS détenteur	APPAREIL	PUISSANCE (ch.)
7-2-1920 ...	275,862	Sadi-Lecointe	France	Biplan Nieuport-Delage	300
28-2-20	283,464	Casale	—	— Spad Herbemont	—
9-1-20	292,682	de Romanet	—	— Spad Herbemont	—
10-1-20	296,694	Sadi-Lecointe	—	— Nieuport-Delage	—
20-1-20	302,529	—	—	— Nieuport-Delage	—
4-11-20	309,012	de Romanet	—	— Spad-Herbemont	—
12-12-20	313,043	Sadi-Lecointe	—	— Nieuport-Delage	340
26-9-21	330,275	—	—	Sesquiplan Nieuport-Delage	—
21-9-22	341,233	—	—	Sesquiplan Nieuport-Delage	360
13-10-22	358,836	Mitchell	E.-U.	Biplan Curtiss	375
15-2-23	375,000	Sadi-Lecointe	France	Sesquiplan Nieuport-Delage	400
29-3-23	380,751	Maughan	E.-U.	Biplan Curtiss	465
2-11-23	417,078	Brow	—	— Curtiss	500
4-11-23	429,025	Williams	—	— Curtiss	500
11-12-24	448,171	Bonnet	France	Monoplan S. I. M. B.	600

TABLEAU II. — DE 1920 A 1927, L'AVION TERRESTRE AFFIRME SA SUPÉRIORITÉ

DATE	RECORD km/h	PILOTE	PAYS détenteur	APPAREIL	PUISSANCE ch
4-11-1927 ..	477,876	de Bernardi	Italie	Hydravion Macchi	950
30-3-28	512,776	—	—	—	1 000
10-9-29	538	Stainforth	G.-B.	— Gloster	1 800
10-9-29	575,700	Orlebar	—	— Supermarine	1 800
13-9-31	409,891	Stainforth	—	—	2 300
29-9-31	657,076	—	—	—	2 400
10-4-33	682,403	Agello	Italie	— Macchi	2 800
23-10-34	709,209	—	—	—	3 100

TABLEAU III. — LE RÈGNE ÉPHÉMÈRE DE L'HYDRAVION (1927-1934)

merciaux. Le Potez 62 faisait 240 km/h avec 245 ch par tonne déplacée, alors que le Bloch 220, avec les mêmes moteurs, atteignait 300 km/h en croisière, avec seulement 190 ch par tonne (moins que sur le Fokker à moteurs Jupiter qui ne faisait que 175 km/h).

Sur les multimoteurs commerciaux comme sur les monoplaques militaires ou de record, le rôle de l'amélioration des qualités aérodynamiques des cellules l'emporte donc sur l'accroissement de la puissance, bien que celui-ci ne soit pas à négliger. Examinons sommairement les diverses étapes réalisées dans chacun de ces domaines.

Perfectionnements des groupes moto-propulseurs

Les grandes étapes de l'évolution des groupes moto-propulseurs sont les suivantes :

Amélioration du moteur de la guerre de 1914-18.

Jusque vers 1929, on se contenta d'améliorer le moteur classique, sans compresseur ni hélice à pas réglable en vol, en réduisant son poids, son encombrement et sa consommation spécifique et en accroissant sa puissance et sa sécurité de fonctionnement. Les progrès, d'abord assez rapides, se ralentirent ensuite, cette formule conduisant à une impasse.

Emploi des compresseurs.

Le savant français Rateau avait imaginé et réalisé, dès 1917, un turbo-compresseur entraîné par les gaz d'échappement — normalement perdus dans l'atmosphère —, lequel permettait à l'avion d'observation Bréguet 14, lorsqu'il volait vers 6 000 m, de narguer toute poursuite des chasseurs ennemis parce que plus rapide qu'eux à cette altitude. Par suite des difficultés de construction d'un organe dont la turbine tournait

à très grande vitesse (30 000 tours/mn) dans des gaz très chauds (1 000° C) et de sa fragilité, l'étude du turbo-compresseur fut abandonnée dès la paix revenue et avec elle la préférence donnée naturellement aux solutions de facilité.

L'idée du compresseur tomba alors dans l'oubli jusqu'au jour où, vers 1929, elle reprit soudain un essor décisif par suite de l'adoption, à l'étranger, de compresseurs à commande mécanique.

Actuellement, tous les moteurs poussés comportent un compresseur. Le plus souvent, celui-ci est entraîné par engrenages et il comprend parfois deux étages successifs de compression. Mais le turbo-compresseur a été également mis au point et est utilisé sur certains appareils militaires où il permet de récupérer une énergie habituellement perdue.

Emploi d'hélices à pas réglable en vol.

L'emploi des moteurs à compresseur et l'accroissement des vitesses de vol rendirent bientôt nécessaire l'adoption d'hélices à pas réglable en vol sur lesquelles nous n'insisterons pas ici (1).

Augmentation du régime de l'hélice au décollage.

Dès que l'on dépasse des vitesses de l'ordre de 500 km/h près du sol et 600 km/h en altitude, il faut élever le régime de l'hélice au décollage par rapport au régime du vol en vitesse sur les avions à charge élevée (transporteurs, bombardiers). On réalise généralement cette augmentation en accélérant le régime du moteur lui-même par une suppression de l'alimentation au décollage, solution facile, mais qui fatigue le moteur et n'a que des effets limités.

(1) Voir : « L'évolution récente de l'hélice aérienne » (*Science et Vie*, n° 312, août 1943, p. 63).

DATE	RECORD km/h	PILOTE	PAYS détenteur	APPAREIL	PUISSANCE ch
3-9-1932 ...	473,820	Doolittle	E.-U.	Monoplan Gee-Bee	700
4-9-33	490,800	Weddell	—	Monoplan Weddell-Williams	900
25-12-34	506	Delmotte	France	— Caudron-Renault	370
13-9-35	567,115	Howard Hughes	E.-U.	— Hughes Special	—
11-11-37	610,950	Würster	Allemagne	— Messerschmitt	1 100
5-6-38	634,320	Udet	—	— Heinkel	—
		(sur 100 km)			
30-3-39	746,604	Dieterlé	—	— Heinkel	1 800 (?)
26-4-39	755,138	Wendel	—	— Messerschmitt	1 800 (?)

TABLEAU IV. — LA PRIMAUTÉ DÉFINITIVE DE L'AVION (1932-1939)

Aussi la tendance moderne paraît-elle s'orienter vers l'utilisation de démultiplicateurs à deux vitesses. Ce dispositif permettrait, pour une hélice ayant son rendement optimum à 750 km/h et 4000 m d'altitude, de faire passer la traction au point fixe de 0,58 à 1,05, soit un gain de 80 %. Avec une hélice optimum pour 600 km/h, la traction au point fixe passerait de 0,8 à 1,1, soit encore un gain de 40 %.

Cette solution, qui paraît devoir entrer dans la pratique, est donc génératrice de progrès importants, mais limités en raison des grandes vitesses atteintes à l'extrémité des pales, vitesses pour lesquelles la compressibilité de l'air fait sentir ses fâcheux effets.

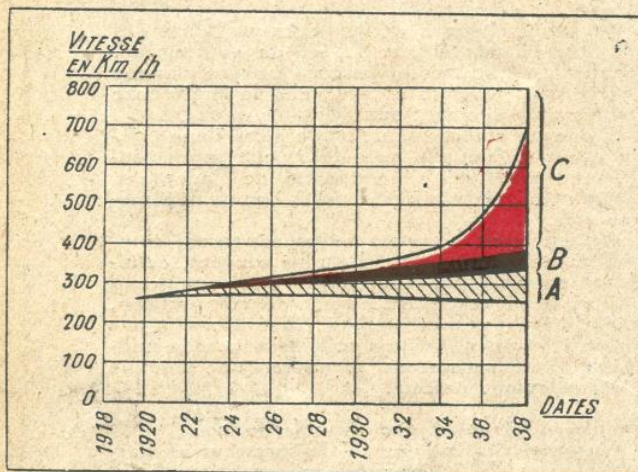


FIG. 1. — GRAPHIQUE MONTRANT L'INFLUENCE RESPECTIVE DE L'ACCROISSEMENT DE LA PUISSANCE (ZONE A) DE L'ADOPTION DE COMPRESSION (ZONE B) ET DE L'AMÉLIORATION DE LA FINESSE (ZONE C) SUR LA VITESSE DES AVIONS

Jusqu'en 1932, l'influence des deux premiers facteurs domine. Depuis cette date, les progrès de l'aérodynamisme confèrent la prépondérance à la finesse.

Poids et consommation unitaires.

Sur un monoplace de chasse moderne, le groupe moto-propulseur complet (moteur et accessoires, hélice, carburant et lubrifiant) représente près de la moitié du poids total. Il faut donc le réduire le plus possible.

On est parvenu aujourd'hui à un poids d'environ 0,5 kg/ch et à une consommation de 190 g/ch.h en croisière, grâce aux hautes compressions autorisées par des carburants spéciaux à indice d'octane élevé.

Un nouveau progrès doit d'ailleurs résulter prochainement de la généralisation de pompes à injection qui envoient directement le carburant dans la culasse des cylindres et qui, tout en étant insensibles au givrage, permettent d'augmenter de 4 à 10 % la puissance du moteur.

Maître-couple.

Il est évidemment avantageux — et cette considération fait tout naturellement la transition entre les progrès des moteurs et ceux qui ont trait à l'amélioration des cellules — de réduire le plus possible le maître-couple du moteur et de donner à celui-ci une forme permettant de le « caréner » aisément. Sinon, la puissance du moteur ne servirait, pour une

large part, qu'à vaincre sa « traînée » (1). D'ailleurs, cette réduction du maître-couple a le plus souvent pour effet, non seulement de diminuer la traînée du fuselage, mais aussi de réduire le poids du moteur et, par conséquent, le poids total de l'avion.

Avec les moteurs récents refroidis par liquide, on parvient à loger environ 1 800 ch sur un mètre carré de surface frontale, si bien que le moteur correspond presque au minimum auquel on puisse ramener la section du fuselage d'un monoplace dans lequel il faut bien loger le pilote (ce minimum est d'environ 0,8 m²). Comme, d'autre part, il est nécessaire d'entourer les pieds des pales d'hélice d'un assez vaste capot — dénommé parfois « casserole » —, on cherche à loger le moteur tout entier derrière ce capot d'hélice. Si on ne peut le faire intégralement, on réduit la traînée en « noyant » le moteur dans le fuselage ou dans l'aile en recourant à la commande à distance des hélices. Mais il faut alors, sur un avion militaire, protéger le pilote contre les coups venant de l'avant par un blindage supplémentaire remplaçant la protection constituée par la masse du moteur.

Perfectionnements des cellules

Les recherches tendant à améliorer la cellule de l'avion en vue d'obtenir de hautes vitesses peuvent se subdiviser de la façon suivante :

- Suppression des résistances parasites;
- Réduction de la surface frontale;
- Amélioration des formes générales de l'appareil;
- Diminution de la traînée due au frottement;
- Adaptation de la forme aux conditions nées de la compressibilité de l'air.

Examinons sommairement ces divers problèmes.

Suppression des résistances parasites

Ce sont les résistances qui proviennent d'organes dont l'exposition au vent relatif n'est pas indispensable. Pratiquement, ce sont donc toutes les parties de l'avion (pare-brise, radiateurs, train d'atterrissage, roue de queue, tourelles de mitrailleuses, etc.) autres que la voilure, les empennages, le fuselage. Encore y aurait-il un intérêt évident à supprimer ce dernier pour en arriver à la formule de « l'aile volante ».

Gains réalisés sur la traînée de divers organes.

Les premiers appareils volants étaient littéralement hérissés de toutes parts de mâts, de haubans, de contrefiches, de jambes de force, de montants, etc., et les organes principaux, comme le fuselage, le train d'atterrissage ou le moteur, n'étaient que peu ou pas carénés. Or, la traînée de chaque organe exposé au vent relatif est proportionnelle au maître-couple de cet organe, au carré de la vitesse et à un coefficient de forme dont la valeur varie beaucoup suivant que le corps est plus ou moins bien fuselé. Pour augmenter la vitesse, il faut donc, simultanément : diminuer le maître-couple de ces organes, donc réduire leur nombre et leurs dimensions; améliorer la forme de ceux qui subsistent.

(1) La traînée est la composante nuisible de la résistance de l'air qui s'oppose à l'avancement.

C'est la voie dans laquelle se sont engagés, dès avant la guerre de 1914-1918, certains constructeurs français, notamment Nieuport et Béchereau qui ont obtenu des résultats remarquables pour l'époque.

La guerre, exigeant des vitesses sans cesse accrues, a accéléré ce mouvement. Les haubans, d'abord multiples et ronds, ont reçu une forme lenticulaire, puis ont progressivement disparu. Il en fut de même pour les mâts. Le train d'atterrissage a été peu à peu caréné jusqu'à ce que l'ensemble jambes-roues soit enfermé dans un « pantalon » profilé.

Les moteurs en étoile, dont les ailettes des cylindres étaient à l'air libre, ont reçu d'abord un capotage périphérique (anneau Townsend), puis un capotage complet (N.A.C.A., Mercier, etc.) qui, tout en réduisant considérablement leur traînée, améliorait leur refroidissement en canalisant le courant d'air sur les points voulus.

Ces mesures se sont cependant révélées insuffisantes dès que les progrès des groupes motopropulseurs ont permis un notable accroissement de la vitesse. On est ainsi entré — au prix d'ailleurs de sérieuses difficultés de construction — dans la voie de l'*escamotage en vol*, à l'intérieur du fuselage ou de la voilure, de tous les organes dont le maintien en permanence à l'extérieur n'était pas indispensable.

Le train d'atterrissage devint escamotable, les *pare-brise* furent ensuite supprimés et l'équipage enfermé dans une « conduite intérieure » bien raccordée au fuselage.

Du point de vue militaire, le problème le plus difficile était évidemment celui des postes de tir sur les multiplaces, postes qui freinent considérablement l'avion aux grandes vitesses. Sur un bombardier de 1914-1918, faisant seulement 120 km/h, deux postes de mitrailleurs à l'air libre ne provoquaient qu'une diminution de vitesse de 2,3 km/h. Avec les mêmes postes, ce ralentissement serait de 27 km/h sur un avion faisant 350 km/h et de 67 km/h sur un appareil faisant 500 km/h, comme tous les bombardiers modernes.

On a commencé, particulièrement en France, par rendre ces postes de tir entièrement éclip-sables en vol (1), pour ne les sortir qu'au moment du combat. Cette formule est, à notre avis, à rejeter, car c'est au moment du combat que l'avion doit aller vite et non sur la « base » des essais de vitesse. Forcément mal carénées parce que mobiles, ces protubérances freinent brutalement l'avion et donnent souvent naissance à des tourbillons nuisibles à l'efficacité des gouvernes. De plus, la manœuvre de sortie de ces tourelles demande plusieurs secondes, durant lesquelles un avion attaqué à l'improviste reste

(1) En réalité, la tourelle inférieure de certains bombardiers (Le O. 20 par exemple) a été rendue escamotable avant même le train d'atterrissage, mais nullement pour des raisons militaires, car on la laissait dehors en vol et on la rentrait à l'atterrissage pour éviter qu'elle touche le sol.

sans défense (1). Quant à la « veille », elle est assurée dans de mauvaises conditions de l'intérieur de tourelles escamotées. Enfin, les moteurs de manœuvre et leurs commandes, d'ailleurs sujets à des avaries de combat ou à des pannes, pèsent un poids non négligeable et ajoutent encore à l'encombrement déjà excessif du fuselage d'un multiplace moderne.

Il paraît bien préférable, après avoir étudié pour les postes de tir les emplacements les meilleurs, tant du point de vue de la défense que du point de vue aérodynamique, d'envelopper ces postes de carènes profilées avec le plus

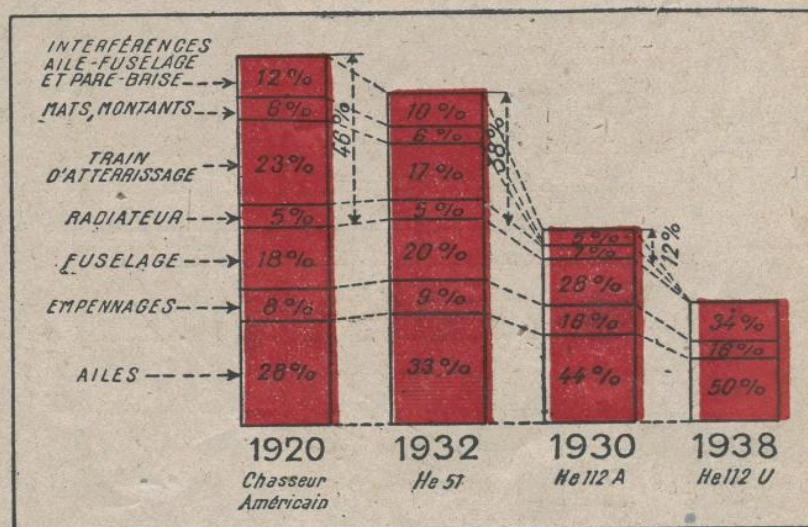


FIG. 2. — GRAPHIQUE MONTRANT L'ÉLIMINATION PROGRESSIVE DES RÉSISTANCES PARASITES

Les résistances parasites, qui proviennent des organes autres que les ailes, les empennages et le fuselage que l'on ne peut soustraire à l'action du vent relatif, ont été complètement éliminées en 1938. On remarque l'importance du gain obtenu en 1930 par l'adoption du train d'atterrissage escamotable en vol.

grand soin et raccordées de façon continue aux autres éléments de l'avion, de façon à éviter les interactions défavorables. Ces carènes sont parfois rendues — au moins en partie — escamotables pour le tir; dans ce cas, elles sont beaucoup plus légères, donc plus faciles et plus rapides à manœuvrer que les tourelles elles-mêmes. Cette méthode de carénage a actuellement tendance à se généraliser, et la traînée supplémentaire résultant des postes de tir ainsi profilés est, d'ores et déjà, très réduite.

L'importance relative de cette traînée dépend d'ailleurs des dimensions de l'avion. C'est ainsi que les Anglais, par exemple, disposent une tourelle à l'extrémité arrière du fuselage de leurs bombardiers lourds. Le tireur bénéficie alors d'un champ de visibilité et de tir parfaitement dégagé (2).

(1) Pour éviter cet inconvénient grave, le seul moyen est de laisser les tourelles sorties en permanence dans la zone où une attaque est possible ou probable. Si l'on procède ainsi, l'intérêt du dispositif d'escamotage achève de devenir non plus même problématique, mais rigoureusement nul, alors que tous ses inconvénients subsistent intégralement.

(2) Cet avantage est d'ailleurs contrebalancé par plusieurs inconvénients sérieux, tels que l'isolement du tireur — les autres membres de l'équipage étant

Gain réalisé sur le système de refroidissement.

La réduction, ou même la suppression de la traînée des radiateurs, constitue également un important problème.

Les moteurs devenant de plus en plus puissants, les radiateurs doivent évacuer des calories en quantités de plus en plus importantes, ce qui entraîne l'augmentation de leurs dimensions, donc de leur traînée. Sur les appareils de vitesse en particulier, on a d'abord pensé à

d'ailleurs, une telle solution était inapplicable aux avions militaires, parce que trop vulnérable.

On est donc revenu aux radiateurs indépendants de la voilure — les seuls demeurés pratiquement en service — mais en apportant une attention toute particulière à leur construction et à leur montage, car, à 560 km/h par exemple, un radiateur à eau exposé en plein vent absorberait à lui seul 80 % de la puissance motrice. Pour un moteur de 2 500 ch, 500 ch

seraient absorbés par la voilure et le fuselage et 2 000 ch par les radiateurs. La puissance développée par le moteur « se dévorerait elle-même ».

Une telle étude devenait encore plus nécessaire avec les moteurs à compresseur, car ils exigent, surtout à haute altitude, un refroidissement de l'air échauffé par la compression pour améliorer le remplissage des cylindres et diminuer les risques de détonation.

Pour diminuer la traînée des radiateurs, on a commencé par réduire leur surface en admettant une température plus élevée du liquide de refroidissement. On a remplacé l'eau — qui bout à 100° C — par un mélange d'éthylglycol ou « prestone » qui bout entre 170 à 180° C. La surface du radiateur et la puissance absorbée par lui sont alors réduites de près des deux tiers. (Elle serait de 30 % pour l'exemple cité d'un avion faisant 560 km/h avec radiateur en plein vent.) Mesure encore insuffisante, une perte de 30 %, rien que pour traîner le radiateur, étant prohibitive.

On a alors envisagé de refroidir le moteur par vaporisation. Dans ce procédé, l'agent de refroidissement (eau ou prestone) sort des « chemises » entourant les cylindres à l'état liquide, se vaporise partiellement et se sépare en deux circuits : l'un ramène à la pompe et au moteur le liquide qui a été refroidi par la séparation de la vapeur; l'autre conduit la vapeur à un condenseur (véritable radiateur refroidi par l'air ambiant), où elle perd sa chaleur de vaporisation. L'avantage principal du système est que le condenseur peut avoir des dimensions relativement faibles, donc une faible traînée. Par

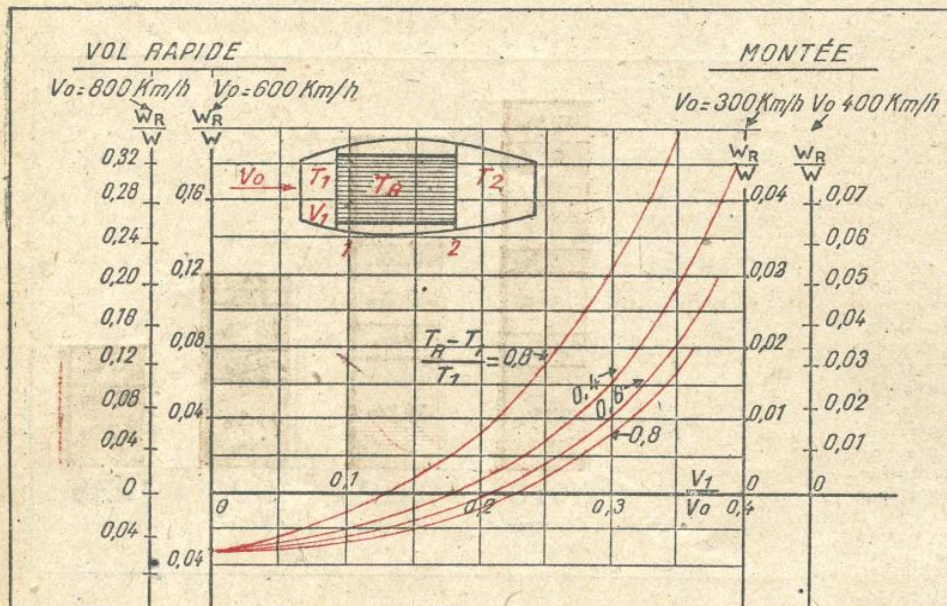


FIG. 3. — LA RÉDUCTION DE LA RÉSISTANCE INTÉRIEURE DANS LE RADIATEUR A VITESSE RALENTIE

Les courbes donnent les valeurs du rapport $\frac{W_R}{W}$ de la puissance absorbée pour vaincre la résistance intérieure du radiateur à la puissance totale du moteur (autrement dit la fraction de la puissance totale absorbée par le radiateur) en fonction du rapport $\frac{V}{V_0}$ de la vitesse d'écoulement de l'air à travers le radiateur à la vitesse de vol (autrement dit en fonction du coefficient de ralentissement du radiateur), cela pour différents régimes de vol et différents modes de fonctionnement du radiateur caractérisés par le paramètre $\frac{T_R - T_i}{T_i}$, où T_R est la température de l'eau du radiateur et T_i celle de l'air à son entrée. En été, au voisinage du sol, ce paramètre, dans l'exemple considéré, est voisin de 0,2; à haute altitude, il est proche de 0,8. On voit que, pour des valeurs convenables du coefficient de ralentissement, la puissance absorbée pour vaincre la résistance intérieure du radiateur s'annule et même devient négative, c'est-à-dire que le radiateur développe un effort de propulsion d'autant plus grand que le vol est plus rapide et que le paramètre cité plus haut est plus élevé.

utiliser la surface même des ailes comme surface refroidissante. La puissance augmentant rapidement, alors que la surface alaire avait tendance à diminuer, on est même rapidement arrivé, sur les hydravions de la Coupe Schneider, à transformer la quasi-totalité de la voilure en radiateur. On était donc à la limite et

parfois à plus de 15 m de lui —, l'amplitude considérable des mouvements de l'appareil ressentis à l'extrémité de la queue, qui fatiguent le tireur et nuisent à la précision de son tir, etc...

sauf. Dans ce procédé, l'agent de refroidissement (eau ou prestone) sort des « chemises » entourant les cylindres à l'état liquide, se vaporise partiellement et se sépare en deux circuits : l'un ramène à la pompe et au moteur le liquide qui a été refroidi par la séparation de la vapeur; l'autre conduit la vapeur à un condenseur (véritable radiateur refroidi par l'air ambiant), où elle perd sa chaleur de vaporisation. L'avantage principal du système est que le condenseur peut avoir des dimensions relativement faibles, donc une faible traînée. Par

contre, les difficultés à résoudre sont nombreuses pour empêcher la formation de bulles de vapeur dans les chemises du moteur, pour permettre son fonctionnement dans le vol inversé, pour hâter la condensation en cas d'avarie du condenseur ou d'effort brutal demandé au moteur, etc.; aussi ce système n'a-t-il été appliqué que sur des avions de record.

Enfin, on est arrivé à la véritable solution qui consiste à *ralentir la vitesse du courant d'air qui traverse le radiateur*.

Voici le principe de ce dispositif : l'évacuation de la chaleur par le radiateur croît à peu près linéairement avec la vitesse de l'air, tandis que la résistance aérodynamique de ce radiateur augmente à peu près comme le carré de la vitesse. La traînée croissant donc beaucoup plus vite que la puissance de refroidissement, il y a là une première et capitale raison pour ralentir la vitesse de l'air à travers le radiateur.

Il en est une seconde; il est inexact que, comme on l'admettait généralement jusqu'à une époque récente, le transfert de la chaleur d'une surface à l'air qui la refroidit s'accroisse toujours avec la vitesse d'écoulement. Quand la vitesse de l'air augmente, le frottement superficiel augmente aussi et la traînée de frottement est convertie en chaleur. Il en résulte que le transfert de la chaleur ne croît que jusqu'à une certaine vitesse, puis décroît, d'où la nécessité, aux très grandes vitesses, de diminuer la vitesse de l'air sur le radiateur ou sur les ailettes du moteur à air.

Pour réaliser le radiateur à vitesse ralentie qui s'impose sur tous les avions modernes, on entoure la surface radiante d'un carénage divergent en amont et convergent en aval (fig. 3). Par suite de la divergence amont, l'air traverse cette surface à une vitesse inférieure à celle du vol (1), s'échauffe et, par suite, se dilate. Il quitte donc le carénage vers l'arrière avec une vitesse plus grande que si le radiateur était froid, et cette augmentation de vitesse produit une impulsion vers l'avant analogue à celle que subit une fusée.

Or, il ne faut pas perdre de vue que les moteurs gaspillent, dans le radiateur et l'échappement, les deux tiers de l'énergie contenue dans le carburant qu'ils brûlent. Il ne s'agit évidemment pas d'obtenir du radiateur à vitesse ralentie un rendement thermique élevé qui impliquerait, pour le fluide, de hautes pressions et des températures élevées, mais, si médiocre que soit le rendement du moteur à réaction constitué par le radiateur et son capotage, il peut avoir pour effet, non seulement de compenser en totalité la traînée intérieure de ce radiateur, mais même de créer finalement une certaine poussée vers l'avant (fig. 3).

Quant à la *résistance extérieure* du radiateur, provenant des pertes par frottement et tourbillons produits par le vent relatif, on la réduit le

plus possible en disposant le radiateur à l'intérieur d'une autre partie de l'avion.

Le radiateur peut être installé dans l'aile (fig. 4, a), de sorte que la surface exposée au vent ne soit guère supérieure à celle du profil initial sans radiateur. Le montage représenté figure 4, b, où est ménagé, entre l'aile de l'avion et le carénage du radiateur, un conduit en forme de fente dont l'extrémité supérieure se trouve en un point où règne une dépression, assure l'aspiration de la veine d'air qui est guidée vers l'entrée du diffuseur. L'écoulement régulier ainsi obtenu à

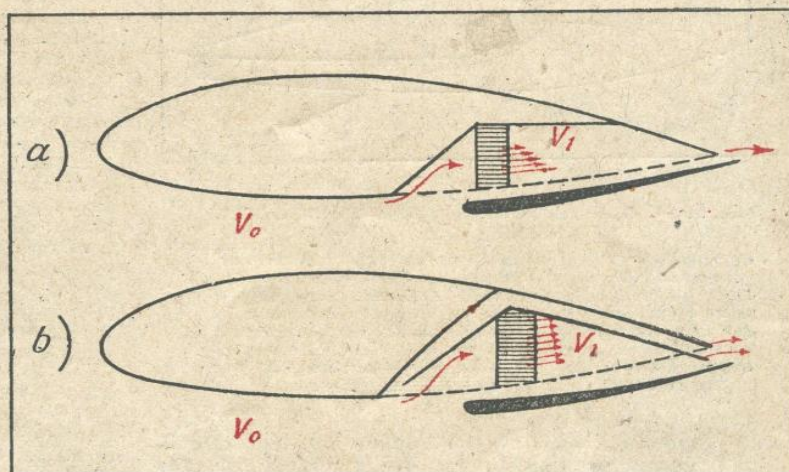


FIG. 4. — MONTAGES DU RADIATEUR DANS L'AILE EN VUE DE RÉDUIRE LA RÉSISTANCE EXTÉRIEURE DE CET ORGANE

La présence d'une fente au-dessus du radiateur (montage b) assure le guidage de la veine d'air principale vers le radiateur et régularise son écoulement (flèches V_1 , sensiblement égales). Le débit à travers le radiateur est accru et la puissance absorbée est réduite dans de grandes proportions (au quart environ).

travers le radiateur diminue dans une proportion qui peut dépasser les trois quarts de sa valeur la résistance à l'avancement (pour une même puissance de refroidissement).

Une autre disposition intéressante, représentée par la figure 5, a fait l'objet d'un brevet de la firme Rolls Royce. Le radiateur est disposé dans un tunnel divergent-convergent placé dans le bord d'attaque de l'aile. L'air entre par ce bord et sort en-dessous de l'aile en produisant une réaction d'autant plus forte qu'il est alors mélangé aux gaz d'échappement.

De même qu'on s'est efforcé de réduire la traînée des radiateurs à liquide, de même on a cherché, depuis quelques années, à diminuer la puissance absorbée par le refroidissement par l'air des moteurs. Sans revenir sur les capots bien connus (Townend, N.A.C.A., Mercier, etc.) qui, tout en canalisant l'air sur les points à refroidir, diminuent la résistance extérieure, signalons qu'on cherche actuellement à aménager ces capotages et déflecteurs qui entourent les cylindres en moteurs à réaction récupérant une partie de l'énergie habituellement perdue dans le refroidissement.

Schématiquement, le fonctionnement d'un tel dispositif est le suivant : l'air qui s'engouffre par l'ouverture avant du capotage se comprime et perd de sa vitesse en pénétrant dans les déflecteurs qui le canalisent autour des cylindres. Dans cette première phase, son énergie

(1) Diminution de vitesse qui doit être naturellement compensée par une certaine augmentation des dimensions du radiateur.

cinétique est absorbée par le travail de compression. L'air ainsi comprimé circule alors à vitesse ralentie autour des cylindres, absorbe la chaleur dégagée par leurs parois et se détend ensuite jusqu'à la fente arrière du capotage par où il s'échappe. Le rendement de ce

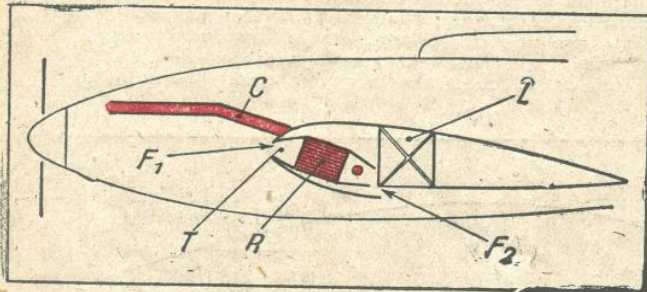


FIG. 5. — MONTAGE ROLLS-ROYCE D'UN RADIATEUR DANS L'AILE

Le radiateur R est placé dans un tunnel divergent-convergent T disposé dans le bord d'attaque de l'aile en avant du longeron L. L'air entre par la fente F₁ ménagée au milieu du bord d'attaque et sort par la fente F₂ au-dessous de l'aile. Il est ainsi rejeté vers le bas et la réaction produite est d'autant plus importante que les gaz d'échappement, amenés par le tuyau C, sont mélangés à l'air de sortie.

moteur à réaction est d'autant meilleur que la vitesse de l'air autour des cylindres est plus faible, que sa détente à l'arrière est plus complète (jusqu'à la pression régnant à l'extérieur), sans créer de tourbillons et de façon que les filets d'air soient parallèles à la paroi externe de la nacelle arrière du moteur et que la température des cylindres soit aussi élevée que possible. Ce rendement croît également avec l'altitude et la vitesse du vol. En utilisant comme moteur à réaction le capotage d'un mo-

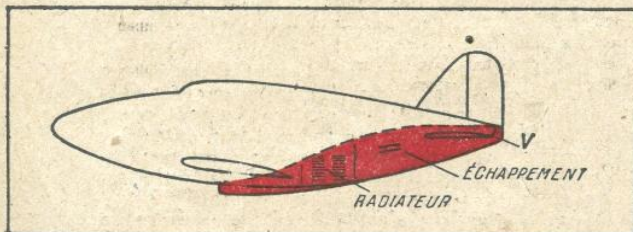


FIG. 6. — EXEMPLE DE RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE DANS LE REFROIDISSEMENT PAR LIQUIDE

Le radiateur à liquide est disposé dans une longue tuyère divergente-convergente dont l'entrée se trouve en arrière et au-dessous du bord d'attaque de l'aile et la sortie dans la queue du fuselage. Un volet V permet de régler à volonté la circulation. La grande longueur de la tuyère permet de la dessiner dans de bonnes conditions et de faire concourir les gaz d'échappement avec l'air de refroidissement à la propulsion de l'avion, tout en facilitant son centrage.

teur à refroidissement par air de 1 000 ch, à 4 000 m d'altitude, on constate que la puissance produite par la détente de l'air commence à se déduire de la puissance absorbée par le refroidissement vers 300 km/h. A 400 km/h

(dans le cas de l'expérience), cette puissance compense exactement la puissance absorbée par le refroidissement. A 640 km/h, la détente de l'air donne un gain de puissance propulsive de 20 ch, qui augmente ensuite rapidement avec la vitesse.

Gain réalisé sur l'échappement.

L'échappement constitue aussi une source de gaspillage de puissance contre laquelle il faut lutter.

Rateau, nous l'avons vu, s'y est efforcé le premier en utilisant les gaz d'échappement pour actionner le compresseur du moteur. D'autres solutions sont possibles, si l'on préfère l'emploi de compresseurs à commande mécanique. On peut, en particulier, traiter l'ensemble « radiateur-échappement » en tuyère thermo-propulsive. La figure 6 indique une solution particulièrement appropriée aux monomoteurs puissants (avions de chasse par exemple). Le radiateur et l'échappement sont disposés dans un long tunnel divergent-convergent dont l'entrée se trouve en arrière et au-dessous du bord d'attaque de l'aile et la sortie dans la queue du fuselage, la circulation étant réglée par un volet. Un tel dispositif permet à la fois d'équilibrer le poids du moteur (donc d'asseoir le pilote au centre de gravité et de donner à la tuyère une longueur suffisante pour que l'énergie calorifique s'y transforme en énergie cinétique dans de bonnes conditions, sans que la traînée de l'avion soit modifiée.

Il serait également possible d'accroître l'action du mélange air-gaz de sortie au moyen d'un jeu de trompes étagées, de façon à intéresser, par induction, une plus grande masse d'air. Du point de vue constructif, la réalisation ne paraît pas très difficile, surtout dans le cas d'un monomoteur où l'on dispose de toute la place nécessaire, en installant le tunnel entre le bord d'attaque de l'aile et l'arrière du fuselage dont l'arête verticale ferait office d'ajutage de sortie. Les températures mises en jeu seraient réduites et les parois de la tuyère pourraient même être constituées en partie par le revêtement du fuselage.

Sur les moteurs à refroidissement par air, on pourrait, de façon analogue, faire contribuer à la propulsion par réaction la détente des gaz d'échappement.

De tels dispositifs ne tarderont guère à être employés, car, si le rendement d'un ensemble « radiateur-échappement » aménagé en moteur thermo-propulsif est forcément réduit, en raison des basses pressions et des faibles températures mises en œuvre, il s'améliore avec la vitesse et avec l'altitude qui diminue les inconvénients présentés par une contre-pression à la sortie des tuyères.

Finalement, on admet aujourd'hui que le rendement global pourrait être de 5 % environ. C'est infime, dira-t-on peut-être : voyons les choses de plus près.

Un moteur d'avion perd actuellement par le refroidissement et l'échappement les deux tiers de l'énergie contenue dans le carburant consommé. Dans un moteur donnant effectivement 1 000 ch au frein, il existe donc en outre 2 000 ch « virtuels », habituellement perdus. Le fait d'en récupérer, ne fût-ce que 5 %, reviendrait à accroître la puissance au frein de 100 ch, soit de 10 % de sa valeur, sans augmenter la consommation. Il y a donc là une voie, assez peu explorée encore, qui doit conduire, dans un proche avenir, à des résultats fructueux.

Résultats obtenus dans la réduction des résistances parasites.

L'étape de la suppression des résistances parasites est presque entièrement parcourue aujourd'hui. La figure 2 met en évidence la façon dont a été systématiquement poursuivie depuis 1932 la réduction de ces résistances.

En prenant comme base de comparaison un chasseur américain de 1920 qui comptait parmi les meilleurs appareils de l'époque et sur lequel ces résistances représentaient près de la moitié de la résistance totale (exactement 46 %), on constate que, sur le He 51 de 1932, elles sont encore de 38 %, l'essentiel du gain réalisé

D'une façon générale, les dimensions des surfaces frontales et, par suite, les gains réalisables dans ce domaine dépendent essentiellement de la *grandeur de l'aile*, elle-même déterminée, pour un avion rapide, par le poids total, la portance maximum réalisable à l'atterrissage et la vitesse d'atterrissage admissible.

En ce qui concerne cette dernière, les progrès réalisés sont importants, puisqu'elle est passée de 38 km/h, au début de l'aviation, à 140 ou 150 km/h sans présenter de danger prohibitif (1). Cet accroissement, dans le rapport de 1 à plus de 4, est dû à l'amélioration simultanée des trains d'atterrissage, des qua-

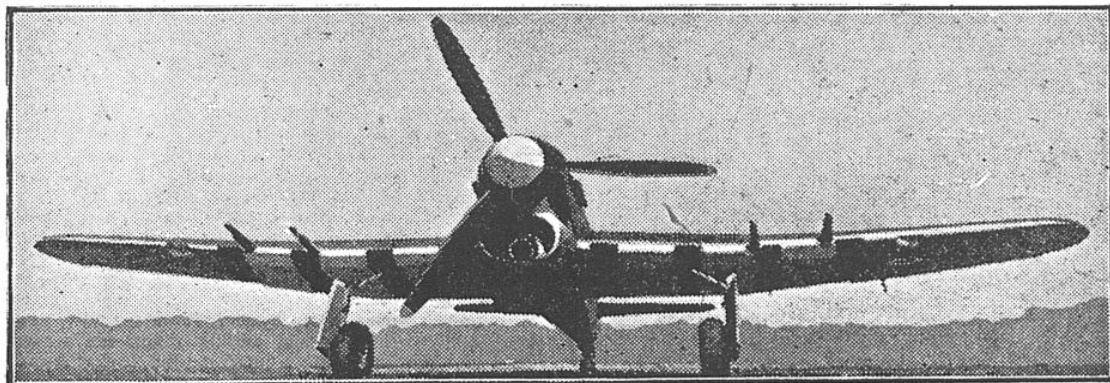


FIG. 7. — LE MONOPLANE DE CHASSE HAWKER « TYPHOON », ARMÉ DE QUATRE CANONS HISPANO DE 20 MM EST ÉQUIPÉ D'UN GRAND RADIATEUR A TUYÈRES DISPOSÉ SOUS LE MOTEUR

Les grandes dimensions de l'ouverture du radiateur sont dues pour une part au blindage qui l'entoure et d'autre part à ce que, ainsi qu'on le voit sur la photographie, autour du conduit central qu'emprunte l'air alimentant le carburateur se trouvent disposés deux radiateurs annulaires concentriques, le plus petit pour l'huile, le plus grand pour le liquide de refroidissement du moteur.

résultant du carénage des roues. Sur le He 112 A de 1936, les mâts étant supprimés et le train escamoté en vol, elles tombent à 12 % et disparaissent entièrement sur la version améliorée 112 U de 1938 (1).

La figure 2 montre en outre que, du fait de leur amélioration parallèle, les traînées respectives de l'aile, du fuselage et des empennages sont restées sensiblement dans le même rapport, celle du fuselage étant environ les deux tiers de celle de l'aile et celle des empennages la moitié de celle du fuselage, soit le tiers de celle de l'aile.

Plus généralement, dans les avions modernes, la traînée de la voilure représente 40 % environ de la traînée totale et certains organes ne peuvent être ni supprimés, ni escamotés en vol, ce qui nécessite une étude serrée des moyens de réduire leur traînée. Les radiateurs et les ailettes de refroidissement comptent parmi ces organes, et nous avons montré comment la technique moderne envisage, non seulement de réduire leur traînée nuisible, mais même de lui substituer certain effort de propulsion.

Réduction des surfaces frontales

Des progrès considérables ont été effectués dans cette voie depuis quelques années.

(1) Sur cet avion de record, le radiateur propulsif n'étant pas encore au point à l'époque, tout radiateur avait été supprimé, le refroidissement étant as-

suré, pendant les quelques minutes que dura le vol, simplement par de la glace disposée à l'avance dans les chemises d'eau des cylindres.

lités de vol des avions au ralenti, des pistes d'aérodromes, de la technique d'atterrissage et de l'entraînement des pilotes. Il semble cependant que l'on ne puisse envisager de dépasser sensiblement, en service courant, une vitesse d'atterrissage de l'ordre de 150 km/h. Le poids total étant fixé par d'autres considérations et la vitesse d'atterrissage limitée, le seul moyen de réduire la surface de l'aile consiste à augmenter sa portance à l'atterrissage, c'est-à-dire la charge par mètre carré pour une même vitesse. Alors que la valeur maximum du coefficient de poussée — ou de sustentation — d'un bon profil d'aile se situe vers 1,3 ou 1,4, on réalise couramment aujourd'hui des portances de 1,98 à 2 avec des volets de courbure à fentes; de 2,35 avec des volets Zap; de 2,4 à 3 avec une aile Fowler, ce qui permet d'augmenter notablement la charge alaire — actuellement de l'ordre de 200 kg/m² — sans augmenter la vitesse d'atterrissage.

Ces résultats, pour intéressants qu'ils soient, sont d'ailleurs loin de constituer une limite. Un grand champ de possibilités reste encore ouvert avec l'application des solutions nouvelles du « contrôle de la couche-limite », grâce auxquelles

suré, pendant les quelques minutes que dura le vol, simplement par de la glace disposée à l'avance dans les chemises d'eau des cylindres.

(1) Sur des appareils très spéciaux (coupe Schneider), cette vitesse, de l'ordre de 300 km/h, était inadmissible pour les avions d'utilisation normale.

on peut espérer réaliser pratiquement, dans un proche avenir, des coefficients maxima de sustentation de l'ordre de 3,5 à 4 avec les « ailes soufflées » ; de 4 avec « l'extrados mobile » ; de 5 avec les « ailes aspirées ». Ces progrès sur la portance unitaire permettront, sans accroître la vitesse d'atterrissage, d'augmenter encore très notablement la charge au mètre carré, donc de réduire la surface et la traînée totale de l'aile.

L'épaisseur et la forme du profil jouent, à l'égard de la traînée frontale, un rôle d'autant plus important que la vitesse est plus grande. L'expérience s'accorde avec la théorie pour affirmer que, plus la vitesse est voisine de celle

sible, c'est-à-dire jusque vers 700 km/h environ, il semble qu'on soit arrivé au voisinage d'un « plafond ».

Diminution de la traînée de frottement

L'influence de la traînée de frottement, qui résulte, non plus de la forme générale des surfaces exposées au vent relatif, mais de leur « rugosité » ou fini superficiel, prend de plus en plus d'importance, en raison précisément des améliorations aérodynamiques obtenues par aileurs. Pour situer l'importance de ce phénomène, mentionnons que, par rapport à une surface idéalement lisse et polie, les rivets à « tête noyée » occasionnent une augmentation de traînée de 6 %, le vernissage au pistolet une augmentation de 14 % et les rivets à tête saillante une augmentation de 27 % (fig. 11). On ne saurait donc apporter trop d'attention à la perfection du fini superficiel.

Le tonnage de l'appareil joue aussi un rôle dans la réduction de la traînée de frottement. Plus ce tonnage est important, plus la traînée de frottement est faible. Ceci peut paraître paradoxal, car, à la différence des navires dont le déplacement croît comme le cube des dimensions linéaires, la portance des avions croît seulement comme le carré de ces dimensions. Elle croît donc moins vite que leur tonnage qui, lui, suit toujours la loi des cubes, ce qui a fait craindre pendant longtemps que la charge commerciale des gros avions soit très réduite.

Divers travaux, dont ceux de von Karmán et du N.A.C.A. aux Etats-Unis et du professeur B. Melvil Jones en Angleterre, ont cependant montré que l'accroissement du tonnage entraîne une aug-

mentation de la finesse de l'avion par suite d'une diminution du coefficient de la traînée de frottement. C'est ainsi que, si l'on décuple le tonnage d'un avion moyen actuel — ce qui revient à peu près à doubler ses dimensions linéaires — la puissance nécessaire, par tonne de poids total, pour voler à une même vitesse de 240 km/h, est réduite de 18 %. Cette économie de puissance atteint 22 % pour les avions lourds volant de 350 à 500 km/h. Si l'on considère les appareils de très gros tonnage, le poids des groupes moto-propulseurs et du carburant y représentait environ 55 % du poids total. Le gain sur la traînée de frottement d'un appareil de 80 tonnes représente donc une économie de poids de 8 à 10 tonnes. D'autre part, un gros avion peut avoir une plus grande finesse qu'un petit parce qu'il est plus facile d'y loger à l'intérieur des ailes tous les éléments de la charpente et des groupes moteurs.

Adaptation de la forme aux conditions nées de la compressibilité de l'air aux grandes vitesses

L'étude de cette dernière partie du problème général de la recherche aérodynamique des hautes vitesses comporterait une complexité et des développements incompatibles avec le cadre

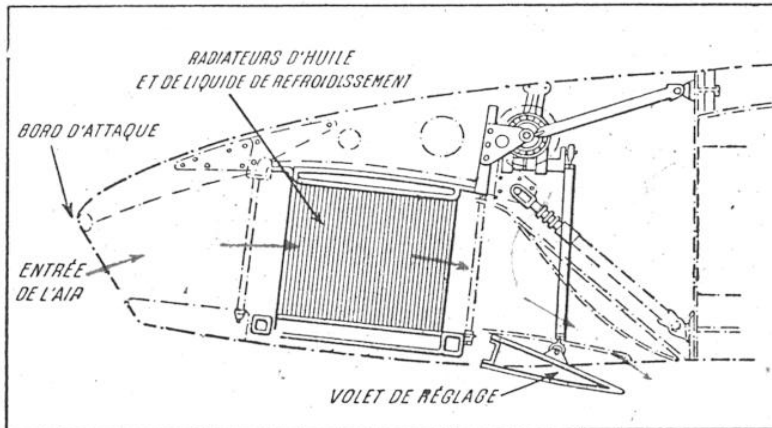


FIG. 8. — COUPE DU RADIATEUR DU DESTROYER BIMOTEUR DE HAVILLAND « MOSQUITO »

L'orifice d'entrée de l'air se trouve sur le bord d'attaque de l'aile. Un volet mobile à l'arrière assure le réglage du débit d'air.

du son, plus le profil d'aile doit être aminci.

En conclusion, la recherche de la diminution des surfaces frontales reste ouverte et peut conduire à de nouveaux et importants progrès.

Amélioration des formes générales de l'appareil

La figure 10 (1) schématise les principaux résultats obtenus depuis quelques années, tant en France qu'à l'étranger, à la suite des recherches entreprises sur les formes générales de l'appareil.

En ce qui concerne le fuselage, en particulier, il est spécialement difficile de lui donner des formes aérodynamiques avantageuses sur les avions militaires, car il faut prévoir, aussi bien pour les dispositifs de lancement des bombes que pour le montage des armes automatiques de bord, des supports et des « décrochements » qui altèrent la pureté des formes de l'appareil. On est malgré tout parvenu à construire des postes d'où les pilotes et les bombardiers ont des vues dégagées dans toutes les directions et qui, cependant, se raccordent parfaitement à la ligne générale du fuselage.

Actuellement, et pour la gamme des vitesses où l'air peut être considéré comme incompress-

(1) Extraits d'une étude de MM. Guillot et Delignière.

du présent article. Nous dirons simplement ici que, lorsqu'on se rapproche de la vitesse du son (342 m/s ou 1 230 km/h près du sol), les phénomènes aérodynamiques prennent un aspect tout différent de celui qui est maintenant bien connu dans le domaine subsonique. Les lois usuelles de la résistance de l'air font faillite, parce que, au delà de 600 ou 700 km/h environ, cet air ne peut plus être considéré comme incompressible, et c'est toute une nouvelle mécanique des fluides qu'il convient d'élaborer.

pour masquer presque complètement d'autres causes de déperdition, comme la résistance de frottement et la résistance induite (1).

Aujourd'hui, où l'affinement des cellules a fait des progrès énormes, le moindre gaspillage d'énergie se traduit par une diminution considérable des performances. Le bilan aérodynamique constituera donc vraisemblablement, dans un avenir prochain, l'une des méthodes de contrôle les plus efficaces du rendement des avions, à condition que les postes qu'il doit comprendre et que les méthodes de mesure et de

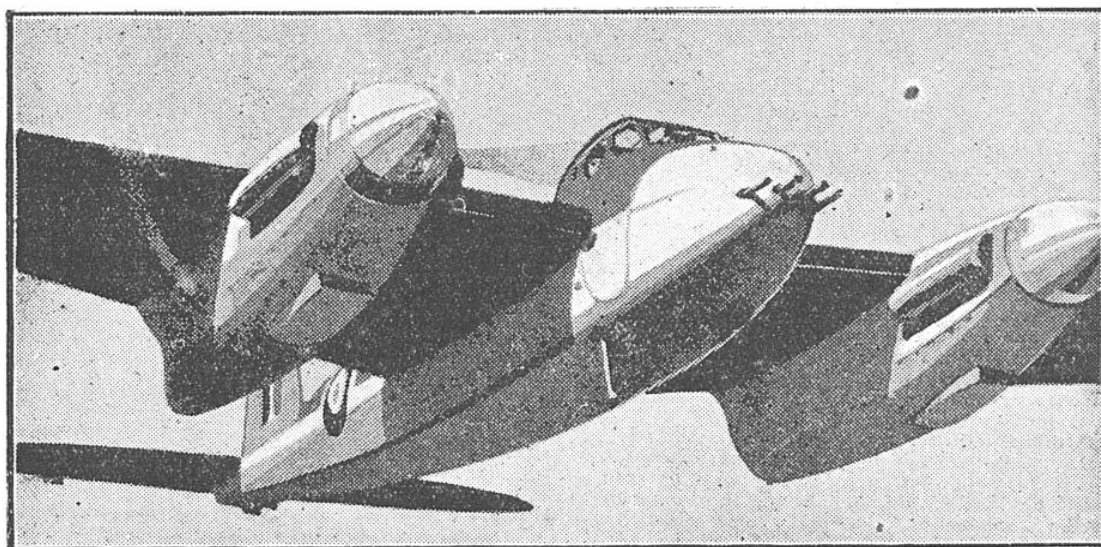


FIG. 9. — LES RADIATEURS DU DESTROYER BIMOTEUR BRITANNIQUE DE HAVILLAND « MOSQUITO » SONT DISPOSÉS DANS LA PARTIE CENTRALE DE L'AILE (VOIR FIG. 8)

Le bilan aérodynamique de l'avion

La résistance aérodynamique totale d'un avion, qui absorbe la puissance fournie sur l'arbre d'hélice par le moteur, est la somme de multiples résistances partielles dont nous n'avons passé en revue que quelques-unes. Pour travailler utilement à réduire la résistance totale, il faut définir et évaluer exactement chacun des éléments qui la composent. Ceci a conduit à la conception du « bilan aérodynamique » de l'avion (1), tout à fait comparable au « bilan thermique » d'une installation de force motrice et dont le but, comme celui de tout bilan, est de rechercher toutes les causes de gaspillage d'énergie.

Cette notion ne s'est pas généralisée jusqu'ici, d'abord parce que la mesure ou le calcul des diverses résistances partielles présente de très sérieuses difficultés et reste entaché d'erreurs, et aussi parce que, naguère encore, les pertes d'énergie dues au profilage défectueux de l'avion, aux « interactions » entre ses divers éléments et au rendement insuffisant des hélices à pales fixes étaient assez considérables.

(1) Le bilan aérodynamique a fait l'objet, en particulier de la part de M. Verdurand, de travaux importants à qui sont empruntées la plupart des considérations qui suivent.

calcul de chacun d'eux soient exactement définis, de façon à rendre comparables entre eux les bilans de différents avions.

Un tel bilan devrait, par exemple, partant de la puissance sur l'arbre du moteur, détailler, en pourcentage de cette puissance, les pertes d'énergie dues aux hélices, à la résistance induite, aux résistances de frottement sur les ailes, le fuselage, les empennages, les mâts, le train d'atterrissage, aux résistances supplémentaires de frottement engendrées par les sillages des hélices sur le fuselage ou sur les nacelles des moteurs, aux résistances de forme (turbulence) des capotages-moteurs, des radiateurs et du planeur.

Sur les avions modernes très bien fuselés, le plus léger gain de finesse est, comme nous l'avons dit, le bienvenu. Ainsi que l'a exprimé M. Verdurand sous une forme humoristique, « on peut dire que, pour ce qui concerne les tourbillons, la chasse au gros gibier ne tardera pas à être fermée par suite de la disparition

(1) D'après la théorie de Prandtl, la traînée d'une aile est la somme de deux traînées partielles : la *traînée de profil* qui résulte du frottement de l'air sur le profil d'aile et qui dépend de la forme de celui-ci, mais non de la poussée ou sustentation qu'il engendre dans son déplacement; la *traînée induite*, liée à cette sustentation et due à ce que l'air dévié par le passage de l'aile conserve, en arrière de celle-ci, un mouvement dirigé dans le sens opposé à la sustentation.

totale de l'espèce, en sorte que, pour trouver encore quelque chose à se mettre sous la dent, les aérodynamiciens devront bientôt se rabattre sur la chasse à la vermine.

La vitesse des avions augmentera-t-elle indéfiniment?

Les progrès réalisés laissent prévoir que, dès la reprise des compétitions internationales, le record actuel de vitesse pure (755 km/h) sera mis à mal. On peut même affirmer d'ores et déjà qu'un avion de chasse de 1944, affiné par l'affranchissement de toute servitude militaire, allégé de son armement, de ses blindages et de la plus grande partie de son équipement et de son carburant, avec une surface alaire réduite en proportion et un moteur « gonflé », au détriment de sa durée, atteindrait 850 km/h.

Peut-on conclure que le cap fatidique des 1 000 km/h sera bientôt franchi? Sans aller, comme M. G. Lewis, directeur des recherches aéronautiques aux Etats-Unis, jusqu'à affirmer que, dans leur forme actuelle, les avions ne sauraient dépasser 267 m/s, soit 920 km/h, car une telle précision paraît incompatible avec la complexité de la question, on peut néanmoins affirmer qu'il existe une limite de vitesse infranchissable aux avions avec hélices et ailes, un véritable « mur » s'opposant aux efforts des techniciens. Ce mur technique est constitué par « l'onde de choc » qui prend naissance à l'avant

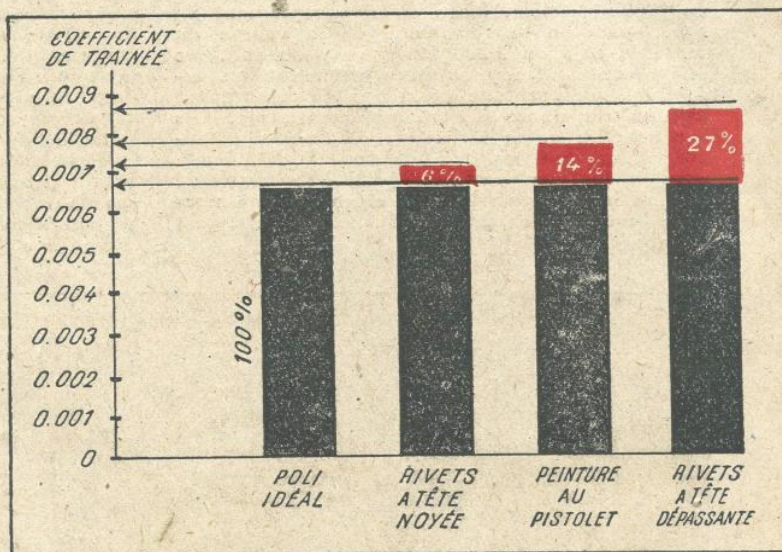


FIG. 11. — INFLUENCE DU POLI DE LA SURFACE SUR LA TRAINÉE DE FROTTEMENT

Par rapport à une surface idéalement polie, les rivets à tête noyée provoquent une augmentation de trainée de 6 %, le vernissage au pistolet une augmentation de 14 % et les rivets à tête saillante, véritable non-sens aérodynamique, une augmentation de 27 %.

et à l'arrière d'un mobile lorsque sa vitesse est supérieure à une certaine limite. Comme cette limite est d'autant plus élevée que le mobile est plus effilé, il n'est pas possible de préciser exactement le maximum de vitesse réalisable par un avion. Ce que l'on peut dire, c'est que la vitesse limite se situe vers 85 % de la vitesse du son (vers 1 000 km/h, pour des avions très affilés).

Mais cela ne signifie nullement que l'homme, dans son irrésistible besoin d'aller toujours plus vite, ne parviendra pas à voler à des vitesses beaucoup plus grandes encore. Nous sommes même persuadé du contraire.

Il lui faudra seulement faire appel, pour cela, à des techniques entièrement différentes de la technique actuelle et dont certains engins déjà utilisés par les belgés (avions à propulsion par gaz anglais et allemands, « V 2 » à vitesse supersonique, etc.) constituent peut-être la préfiguration.

Pierre SARLAC.

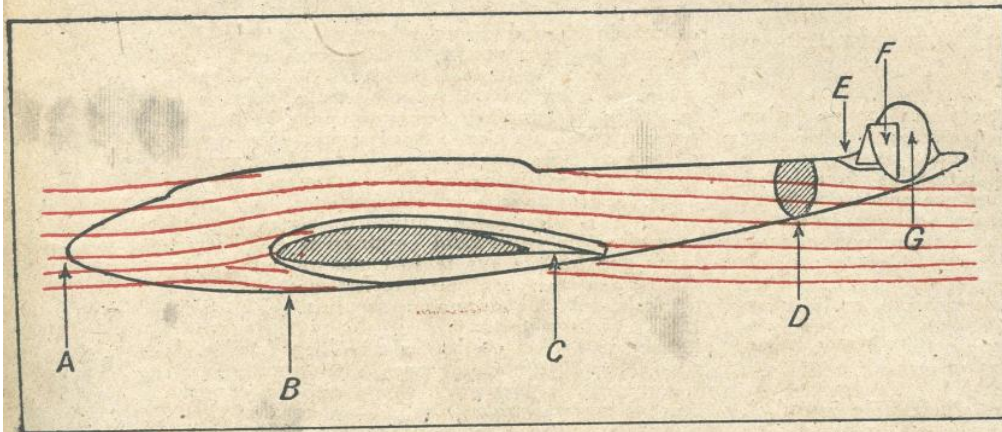


FIG. 10. — L'AMÉLIORATION DES FORMES GÉNÉRALES DE L'APPAREIL

A. Le nez est effilé et de forme bien continue, sans tourelles ni « décrochements » ; — B. la forme du ventre de l'appareil permet de réduire l'angle de calage de l'aile sur le fuselage (3° environ) ; — C. La jonction de l'aile au fuselage est enveloppée d'un « raccord » qui évite les remous dans l'angle ainsi formé ; — D. La section du fuselage est piriforme avec la pointe en bas, de façon à éviter les remous observés avec un fuselage rond ; — E. La jonction des empennages au fuselage est carénée comme celle de l'aile ; — F. La dérive — ou plan fixe vertical — est dédoublée en deux dérives latérales placées dans le champ des hélices (la figure se rapportant à un bimoteur à moteurs latéraux) ; — G. Les empennages sont dégagés des remous de l'aile. Ils forment pour cela un « dièdre » qui permet de profiter au maximum de la déflexion due à l'aile.

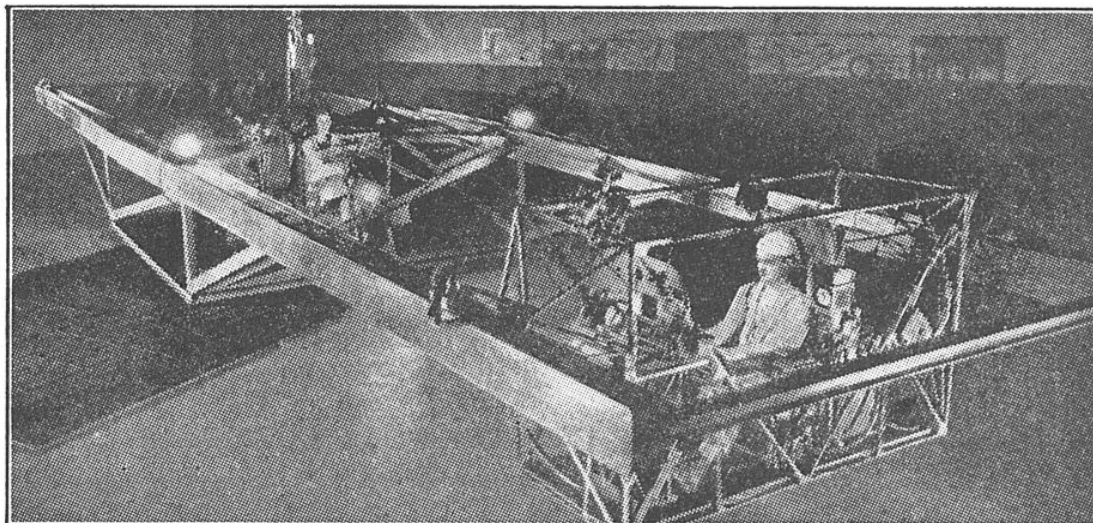


FIG. 1. — LE CARROUSEL DE WRIGHT FIELD POUR L'ÉTUDE DU « MAL DES ACCÉLÉRATIONS »

UN CARROUSEL POUR PILOTES

Au grand centre de recherches aéronautiques américain de Wright Field, près de Dayton (Ohio), est installé le Laboratoire aéromédical des Forces aériennes de l'Armée américaine, où sont activement poursuivis des travaux sur la résistance physiologique des aviateurs aux accélérations (1). L'un des appareils les plus originaux utilisés dans ce but est un carrousel, constitué par un grand cadre métallique suspendu à un axe vertical et portant à son extrémité la plus longue un équipage mobile, semblable à une cabine de pilotage d'avion. Le pilote qui y prend place est entraîné dans un mouvement de rotation rapide autour de l'axe vertical, et se trouve ainsi soumis à des accélérations élevées semblables à celles qu'il subit au cours des évolutions sur les avions de vitesse ou lors des manœuvres qui suivent les piqués sous grand angle. Dans un organisme humain sur lequel s'exerce une accélération égale à plusieurs fois celle de la pesanteur, le sang se trouve drainé vers les extrémités inférieures, et l'irrigation insuffisante des centres cérébraux peut se traduire, d'abord par un obscurcissement du champ visuel, puis par la perte de la connaissance et éventuellement par la mort si la syncope se prolonge. Sur l'appareil de Wright Field, le sujet a devant lui un manche à balai semblable à celui d'un avion de chasse, sur lequel se trouvent un certain nombre de boutons qui doivent être pressés suivant les indications de voyants lumineux disposés sur le tableau de bord. Ainsi, l'expérimentateur, installé près de l'axe de rotation et ainsi soustrait à la force centrifuge, peut suivre la capacité de réponse du pilote aux indications qu'il lui donne. Les « temps de réponse » sont d'ailleurs enregistrés, en même temps qu'une caméra cinématographique, dont l'objectif fait face au pilote, filme ses attitudes et les indi-

cations d'un chronomètre et d'un accéléromètre. Enfin, sont simultanément enregistrés : la pression artérielle en différents points du corps, l'amplitude et le rythme de la respiration, et les ondes cérébrales (1), le sujet étant coiffé d'un casque maintenant plusieurs électrodes au contact de son crâne. Le pilote peut atteindre une vitesse linéaire de 70 km/h. On constate, en règle générale, que sa faculté de réponse est déjà fortement réduite lorsque l'accélération atteint 3g (2) et qu'à partir de 4g, lorsqu'il est pressé sur son siège par une force égale ou supérieure à quatre fois son poids normal, il perd, en quelques secondes, la vue et l'ouïe, et ne tarde pas à tomber en syncope.

(1) Voir : « Les ondes cérébrales livrent peu à peu leur secret » (*Science et Vie*, n° 266, août 1939).

(2) *g* désigne l'accélération de la pesanteur, 981 cm/s² dans les conditions normales.

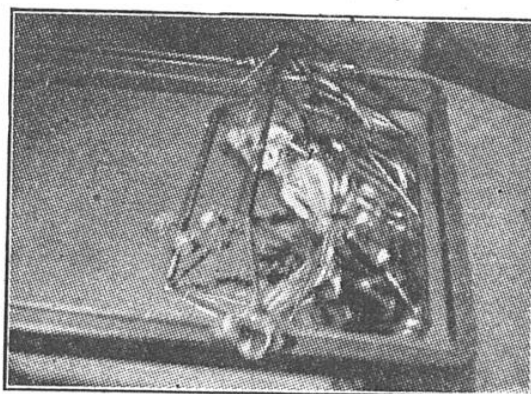


FIG. 2. — LE SIÈGE DU PILOTE, SUSPENDU À L'EXTREMITÉ DU BRAS MOBILE, S'INCLINE SOUS L'EFFET DE LA FORCE CENTRIFUGE

(1) Voir : « Comment accroître la résistance physiologique des aviateurs dans les acrobaties et les piqués » (*Science et Vie*, n° 315, novembre 1943).

POUR DÉTECTER LES MINES ENFOUIES DANS LE SOL

par André LAUGNAC

POUR s'opposer aux tentatives de débarquement des armées alliées et ensuite pour en ralentir la vitesse de progression, les Allemands ont mis en œuvre une énorme quantité de mines terrestres qu'ils ont enfouies à faible profondeur dans le sable de nos plages, le long de nos routes, au milieu de nos champs. Pas plus que les casemates du mur de l'Atlantique, les mines allemandes n'ont pu stopper l'offensive alliée; cependant, si leurs armées n'occupent plus que quelques parcelles du territoire français, elles ont abandonné un nombre considérable de ces mines qui, en certaines régions, rendent inaccessibles et inutilisables des terrains étendus. Le danger grave qui résulte de la présence de ces engins ne peut être écarté que par le déminage systématique. Les détecteurs de mines sont pour cela d'un précieux secours.

Il convient cependant de mettre en garde les

profanes contre les accidents qui pourraient résulter de la confiance absolue qu'ils placeraient dans tel ou tel détecteur de mine. Les Allemands, en effet, ont utilisé, pendant longtemps des mines comportant essentiellement une charge d'explosif dans un boîtier métallique, et un détecteur destiné à faire exploser l'engin au passage d'un véhicule ou simplement d'un piéton. La détection électrique de ces mines est chose aisée au moyen d'appareils plus ou moins complexes. Les unités alliées étaient dotées d'appareils portatifs capables de localiser les pièces métalliques enfouies dans

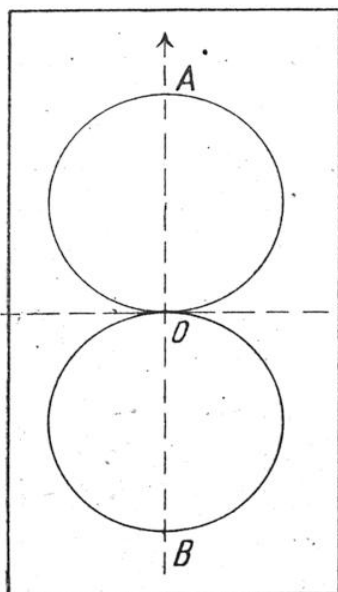


FIG. 1. — DIAGRAMME DE RAYONNEMENT D'UN CADRE COMPENSÉ

Le cadre est dirigé suivant A B, et son diagramme se compose de deux circonférences de même diamètre et tangentes au point O. Si le cadre n'est pas compensé, c'est-à-dire s'il est dissymétrique par rapport à la masse, il n'y a plus d'extinction au récepteur, mais seulement des minima, et ces minima ne sont plus à 180° l'un de l'autre.

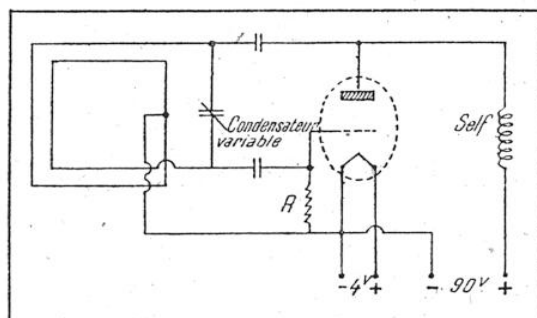


FIG. 2. — PRINCIPE DE L'OSCILLATEUR A CADRE COMPENSÉ

sol et qui pourraient être des mines. Le génie inventif d'outre-Rhin s'est cependant efforcé de rendre cette détection inopérante. Puisque le boîtier métallique (magnétique ou non magnétique) permettait de déceler la présence de la mine, l'armée allemande utilise actuellement des mines à boîtier en matière moulée que les détecteurs radioélectriques sont incapables de détecter.

Le problème nouveau qui est ainsi posé est délicat à résoudre et nous nous bornerons ici à l'examen sommaire de la méthode classique de détection des conducteurs métalliques enfouis dans le sol : ils furent à l'origine réalisés dans un but pacifique, la recherche des minerais... ou des trésors, mais leur principe est évidemment applicable à la recherche des mines métalliques.

Plusieurs types de détecteurs de pièces métalliques ont été successivement réalisés, mais nous ne retiendrons que les deux plus simples : le système à deux cadres orthogonaux, et le système à cadre unique.

Le détecteur à cadres orthogonaux

Ce détecteur comprend essentiellement :

1° un petit émetteur modulé en amplitude à 1 000 périodes par seconde. Cet émetteur, d'une puissance haute-fréquence de l'ordre de 1 watt, comporte comme dispositif de rayonnement un cadre compensé;

2° un récepteur accordé sur la longueur d'onde du petit émetteur. Ce récepteur, de même que l'émetteur, est muni d'un cadre compensé.

Les deux cadres sont disposés dans deux plans orthogonaux, le cadre émetteur étant vertical et le cadre récepteur étant horizontal. Si les appareils ont été bien réalisés, le couplage entre émetteur et récepteur est nul et le casque téléphonique dont est doté l'opérateur restera muet. Lorsque l'ensemble émetteur-récepteur sera placé à proximité d'une masse métallique, la répartition du champ de rayonnement du cadre émetteur sera perturbée de telle sorte que le cadre

récepteur ne sera plus disposé dans une région de champ nul, et le casque téléphonique du récepteur transmettra un son, de 1 000 cycles, dont l'intensité sera fonction de l'importance de la perturbation, c'est-à-dire des dimensions, de la position et de la distance de la masse métallique perturbatrice.

Pour la détection d'objets métalliques de petites dimensions, ou enfouis au voisinage de la surface du sol, certains expérimentateurs ont préconisé l'emploi de cadres très rapprochés et une fréquence de l'ordre de 175 kilocycles. Pour la détection d'objets métalliques de grandes dimen-

cadre, d'où une variation de la note de battement. Cette note de fréquence audible est amplifiée par une troisième lampe et peut être entendue au casque.

Pour régler le détecteur, on place le cadre horizontalement au-dessus du sol à environ 15 cm, on tourne le condensateur d'accord de la détectrice à réaction jusqu'à l'audition confortable d'un son au casque. Si le cadre passe ensuite au-dessus d'un objet métallique, la fréquence du son varie considérablement. On peut faire ce réglage de telle manière que la fréquence augmente ou bien qu'elle diminue. On trouve cependant que le

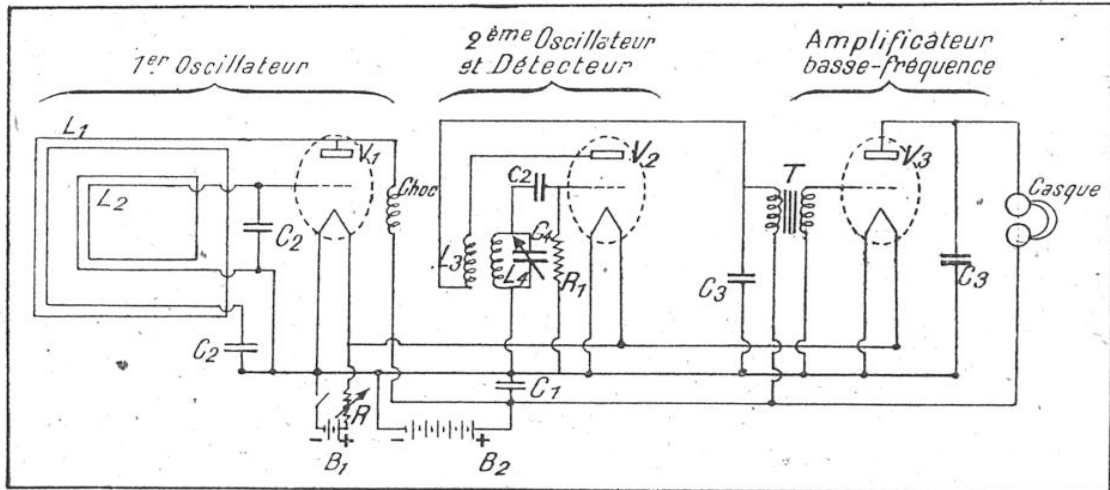


FIG. 3. — SCHÉMA D'UN DÉTECTEUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE A CADRE UNIQUE

V_1, V_2, V_3 , triodes type 30. L_1, L_2 , cadre rectangulaire à deux enroulements espacés de 12 mm : L_1 , 7 spires isolées; L_2 , 9 spires isolées. L_3, L_4 , deux bobinages à spires jointives, de diamètre intérieur 30 mm; écartement entre bobinages, 12 mm; L_3 , 4 spires; L_4 , 19 spires. Condensateurs fixes : C_1 , 0,1 μ F; C_2 , 0,0001 μ F; C_3 , 0,002 μ F. Condensateur variable : C_4 , 0,0001 μ F. T, transformateur basse fréquence, rapport 1/3. B_1 , pile 3 volts. B_2 , pile 45 volts. R, rhéostat 30 ohms. R_1 , résistance 1 mégohm. Casque, 2 000 ohms.

sions et placés à une grande profondeur, il est recommandé d'écarter les cadres et d'augmenter la fréquence de l'émetteur.

Nous donnons ci-joint le schéma de principe d'un émetteur avec cadre compensé (voir fig. 2).

L'ensemble émetteur-récepteur sera alimenté par piles afin d'être d'un déplacement facile.

Le détecteur à cadre unique

Le détecteur électromagnétique dont nous venons de rappeler le principe fut pendant longtemps le seul employé, bien que sa réalisation fût délicate en raison de la nécessité d'éviter l'effet d'antenne de l'émetteur et de son cadre et que son maniement fût rendu incommode par ses dimensions; aussi ce type de détecteur électromagnétique à deux cadres orthogonaux a-t-il été généralement remplacé par un détecteur à cadre unique dû à l'Américain R. Fisher.

Le principe de ce détecteur diffère sensiblement de celui du type précédent. Sous la forme initiale, il comprenait deux oscillateurs, l'un des deux fonctionnant en détectrice à réaction au-dessus de la limite d'accrochage. Les deux circuits oscillants étaient réglés sur des fréquences voisines de façon à produire, par battement, une note de fréquence audible.

Lorsque une pièce de métal, magnétique ou non, est placée dans le champ du cadre d'un des oscillateurs, elle change un peu l'inductance du

réglage le plus pratique est celui pour lequel la fréquence diminue au-dessus de l'objet en métal.

Nous donnons ci-joint le schéma du détecteur tel que son auteur R. Fisher l'a décrit il y a quelques années, pour en faire un chercheur d'objets métalliques enfouis dans le sol (fig. 3).

La réalisation d'un appareil de ce genre est à la portée de tout amateur, sa mise au point est aussi simple que celle de la classique détectrice à réaction. Bon nombre d'amateurs possèdent encore quelques lampes à chauffage par accumulateurs et quelques pièces détachées qui leur permettront de réaliser à peu de frais un petit appareil détecteur de mines métalliques enfouies dans le sol.

Pour la facilité du maniement de l'appareil, l'alimentation est faite par piles; l'emploi de lampes à faible consommation est indispensable, leur modèle est sans importance. Le coffret contenant le matériel sera placé à environ 25 cm au-dessus du cadre émetteur.

Le détecteur sera suspendu à l'extrémité d'une perche ou d'un bambou de 3 à 4 m de longueur et que l'on portera appuyé sur l'épaule. On explorera le sol devant soi et on évitera ainsi de s'approcher dangereusement de l'engin dont on cherche à révéler la présence.

Mais il ne faut pas perdre de vue que les mines à boîtier non métallique ne sont pas décelées par ce détecteur électromagnétique.

A. LAUGNAC.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

par V. RUBOR

Un radeau pneumatique pour 25 personnes

LES services de la garde côtière des Etats-Unis ont fait récemment des essais avec un radeau pneumatique géant, capable de donner asile à 25 personnes,

avec vivres et eau potable pour trente jours. Replié, ce radeau forme un paquet rectangulaire de 1,50 m sur 2,10 m, haut de 45 cm. Son encombrement est faible et on pourra le loger sans peine en de nombreux endroits des navires de guerre et des cargos. Il comporte un gros tube cylindrique quadrangulaire de 60 cm de diamètre, formant le bord du radeau,

et trois tubes transversaux plus petits servant de sièges. L'espace libre à la disposition des passagers mesure 6,3 m sur 1,8 m. Le radeau peut être gonflé rapidement avec du gaz carbonique comprimé en bouteilles ou à l'aide de pompes à main. Les tubes sont compartimentés pour assurer la flottabilité de l'ensemble, même si l'enveloppe venait à être endommagée. A bord se trouve d'ailleurs tout ce qu'il faut pour réparer. Le fond du radeau est détachable et peut être également gonflé pour former un radeau indépendant. Il protège normalement les passagers contre le froid, tandis qu'une toile rabattable les met à l'abri du vent et de la pluie.

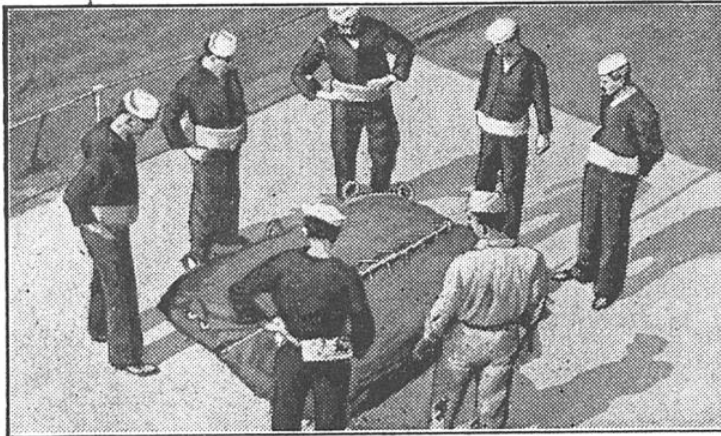


FIG. 1. — RADEAU PNEUMATIQUE PLIÉ SUR LE PONT

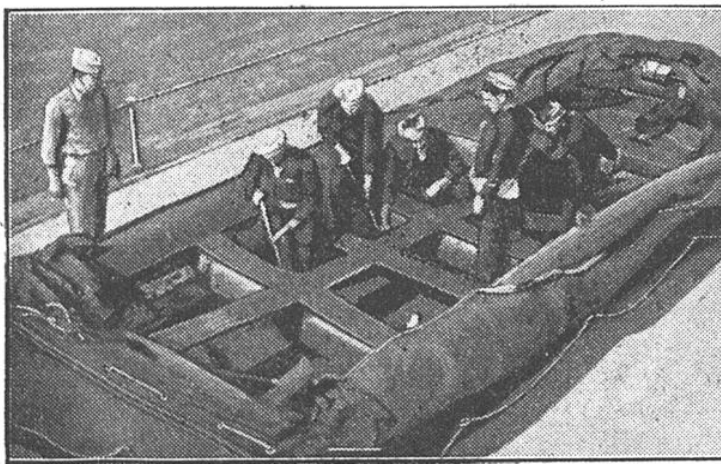


FIG. 2. — LE RADEAU PNEUMATIQUE EN COURS DE GONFLAGE

Les pipe-lines du front

LE ravitaillement en essence des troupes motorisées et des véhicules de toute sorte assurant la liaison avec l'arrière est un problème capital pour les armées opérant loin de leurs bases. La solution la plus élégante, celle adoptée par l'armée américaine, est fondée sur l'emploi généralisé du pipe-line.

Lors du débarquement d'Afrique du Nord, plus de 2 000 km de pipe-line démontable et transportable furent installés par des unités américaines spécialisées. Aujourd'hui, on peut dire que 90 % de l'essence distribuée, en Europe, aux formations combattantes ou à l'arrière sont amenés aux utilisateurs par des canalisations allant du port de débarquement à la ligne de feu. Ces canalisations sont de deux types, une de 10 cm de diamètre, l'autre de 15 cm. Au kilomètre de longueur, stations de pompage comprises, le poids de l'équipement dépasse de peu

815 kg. La canalisation elle-même comprend des sections de 6 m de longueur réunies par des joints flexibles et pesant 50 kg. Le pipe-line de Normandie transporte ainsi 6 millions de litres d'essence par jour.

La machine allemande à détruire les voies ferrées

LA régularité des transports par rail dépend évidemment du bon fonctionnement des signaux, mais elle est surtout fonction de l'état de la voie. En temps de guerre, les transports constituant un facteur essentiel de la bonne marche des opérations, les beligérants s'évertuent à désorganiser le plus possible tout ce qui peut contribuer au ravitaillement en vivres et en matériel de l'ennemi. Une armée qui avance n'a guère d'autre ressource que de procéder à des bombardements des ouvrages d'art situés sur les voies, à moins que, comme en France, les

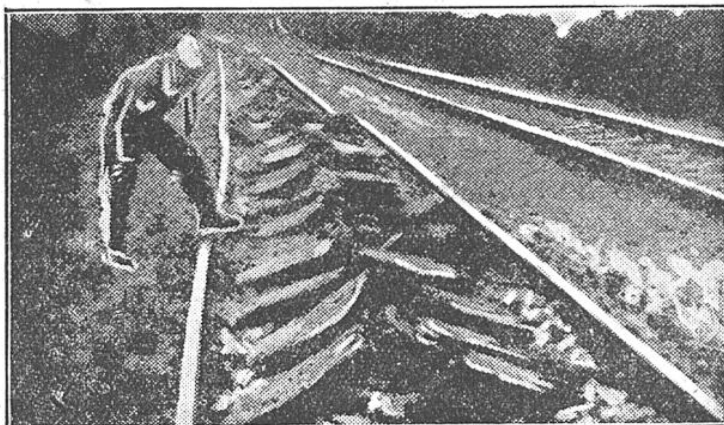


FIG. 4. — TRÂVERSES BRISÉES SOULEVÉES PAR LA MACHINE

forces de la résistance intérieure ne contribuent pour une large part aux destructions nécessaires.

Une armée qui se replie dispose d'autres moyens. Elle peut faire sauter les rails, les viaducs, les lignes électriques, etc. La solidité de la voie étant avant tout fonction de la répartition de la charge supportée par les rails et d'un écartement constant des rails, conditions réalisées grâce aux

traverses, c'est à ces dernières que s'en sont pris parfois les Allemands au cours de leur repli.

Ils ont imaginé pour cela une machine, sorte de charue géante, roulant sur la voie, tandis que le soc s'enfonce entre les traverses et les brise en les soulevant au fur et à mesure qu'elle avance. Cette destruction est certainement très efficace et exige un temps appréciable pour y remédier. Mise en œuvre dans le sud de l'Italie, cette machine n'a cependant pas empêché l'avance des Alliés qui ont certainement réussi à rétablir rapidement les voies ainsi mises hors d'usage.

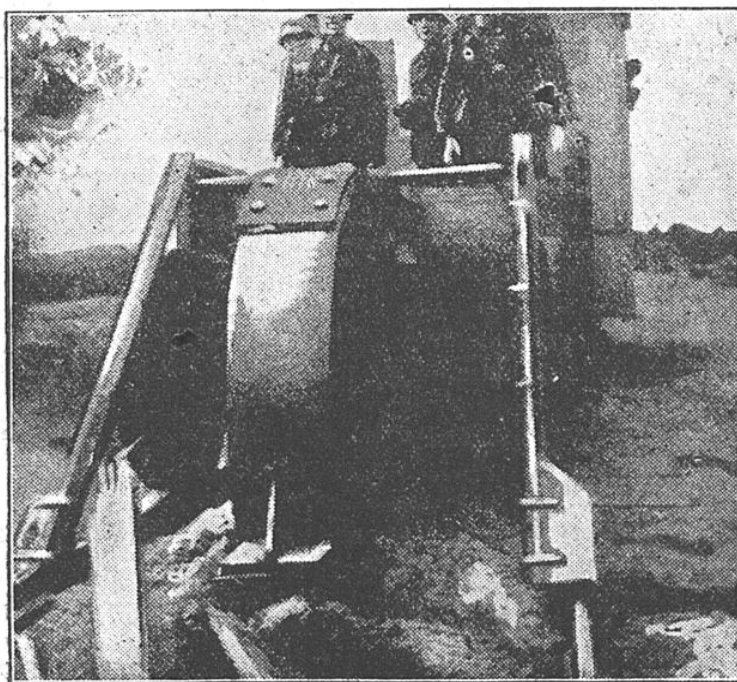


FIG. 3. — MACHINE À DÉTRUIRE LES VOIES EN ACTION

Vitamine K et Prix Nobel

LE prix Nobel de médecine pour 1943 a été partagé entre deux savants, le Dr Dam et le Dr E. A. Doisy, pour leurs travaux sur une vitamine qui intéresse depuis peu le monde médical, la vitamine K.

Il y a une dizaine d'années, le docteur danois Henrik Dam, qui poursuit aujourd'hui ses recherches aux Etats-Unis, au Strong Memorial Hospital de Rochester, parvenait à provoquer chez la poule, soumise à un régime alimentaire particulier, une maladie de carence particulièrement grave. Les symptômes en étaient de for-

tes hémorragies cutanées, musculaires et dans les organes internes. Ils disparaissent lorsque la nourriture contenait une substance complexe que l'on put isoler et qui fut appelée vitamine de coagulation ou antihémorragique, ou encore vitamine K.

On a émis l'hypothèse que cette vitamine K, soluble dans les graisses (liposoluble), était nécessaire pour maintenir à un taux suffisant dans le sang le ferment spécial qui assure sa coagulation, la « prothrombine ». La vitamine K serait un des constituants de cette substance qui intervient dans la transformation du fibrinogène (dissous dans le plasma sanguin) en fibrine, constituant principal du caillot sanguin.

Quoi qu'il en soit, on a signalé la présence de la vitamine K dans diverses substances, les plantes vertes, le

foie, les muscles, la rate et le sang. Mais jusqu'à ces derniers temps, on la retirait pratiquement de la luzerne d'une part, des poudres de poissons putréfiées d'autre part. (Il s'agirait en réalité de deux vitamines différentes, appelées K 1 et K 2, voisines dans leur constitution chimique comme dans leurs effets.)

Grâce aux recherches du Dr Edward A. Doisy, de la St-Louis University Medical School, aux Etats-Unis, on sait maintenant l'obtenir en grandes quantités par synthèse, ce qui en rend l'emploi beaucoup plus pratique, soit sous forme de pilules, soit en solution injectable.

Dans l'intestin des mammifères, de l'homme en particulier, certaines bactéries fabriquent normalement de la vitamine K. Celle-ci est facilement absorbée par la muqueuse intestinale. Il ne semble donc pas « a priori »

que l'homme doive avoir besoin d'un apport extérieur de vitamine K. Mais des troubles dans les facultés d'absorption de la paroi de l'intestin peuvent se produire et des phénomènes hémorragiques peuvent se manifester. Ignorant leur cause jusqu'ici, on se trouvait réduits à faire appel à des palliatifs.

De telles hémorragies s'observent parfois chez le nourrisson, au cours de la crise de jaunisse plus ou moins accusée qui suit la naissance. On les trouve aussi chez l'adulte lors de troubles des fonctions hépatiques, en particulier lors de jaunisses. L'absorption ou l'injection de vitamine K fait régresser les symptômes alarmants. On a pu évaluer le besoin quotidien de l'adulte en vitamine K à 80 000 unités internationales, soit environ 10 mg.

V. RUBOR.

NUMÉROS DISPONIBLES

Nous pouvons fournir à nos lecteurs les numéros suivants :

218, 234, 237, 239, 263, 264, 273, 275, 276, 278, 279, 280 281, 289, 290, 291, 303, 307, 308, 309, 322, 323, 326, 327

Envoyer exclusivement par chèque postal au C.C. Postal Toulouse 184.05 :

- 15 francs par exemplaire commandé pour les numéros ordinaires;
- 30 francs pour le numéro spécial : 280.

• Nous nous réservons le droit de rembourser les lecteurs dont les commandes ne pourront être assurées, par suite de l'épuisement du stock.

Pour être sur de lire régulièrement *SCIENCE ET VIE*, abonnez-vous :

	France	Étranger
Envois simplement affranchis.....	150 francs	300 francs
Envois recommandés.....	200 francs	400 francs



Tous les règlements doivent être effectués par chèque postal : 184.05 Toulouse. Nous n'acceptons pas les timbres-poste.

Prière de joindre 3 francs pour les changements d'adresse.

La table générale des matières n° 1 à 186 (1913-1932) est expédiée franco contre 25 francs.

"L'Électricité c'est l'avenir des jeunes"



Étudiez chez vous, sans interrompre vos occupations, la plus jeune et la plus passionnante des sciences

L'ÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS

En 6 mois, grâce à notre méthode moderne d'enseignement pratique professionnel, vous deviendrez l'expert recherché dans l'Industrie, le Cinéma, la Télévision, l'Amplification, etc

INSTITUT ELECTRO-RADIO

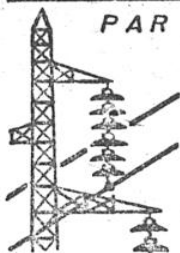
6, RUE DE TÉHÉRAN - PARIS - 8^e

DE SUITE, écrivez-nous pour recevoir gratuitement notre luxueux programme.
"L'ÉLECTRICITÉ ET SES APPLICATIONS MODERNES"
PRÉPARATION AUX DIPLOMES D'ÉTAT

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

222, Boulevard Pereire - PARIS-17^e

BON
pour la documentation 6A
(joindre 4f50 en timbres).

SACHEZ VOIR PLUS LOIN.. *Que le présent*

Jeunes gens, ils sont venus ...

Les mauvais jours sont finis.
la victoire totale est proche.
Plus que jamais la radio vous appelle.
C'EST L'AVENIR

Préparez dès aujourd'hui les carrières civiles et militaires de la Radio aux débouchés aussi variés que nombreux.
AVIATION — MARINE — COLONIES
ADMINISTRATIONS

A temps perdu, sans rien changer à vos occupations, où que vous puissiez être...

NOS COURS SPECIAUX

sur place ou

PAR CORRESPONDANCE

feront de vous des Spécialistes recherchés
L'Ecole prépare à toutes les carrières industrielles ou administratives de la radio.

N'hésitez pas à nous demander conseil, il vous sera répondu par retour du courrier.



ECOLE DE RADIOELECTRICITE ET DE TELEVISION

15, RUE DU DOCTEUR BERGONIE

LIMOGES (H.V.) C.C.P. 406.05

LES MEILLEURES ETUDES PAR CORRESPONDANCE

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

LA CÉLÈBRE MÉTHODE DE CULTURE MENTALE DUNAMIS

... permet à chacun, moyennant vingt à trente minutes par jour d'exercices attrayants de développer au maximum son attention, son intelligence, sa mémoire, son imagination, sa volonté, d'acquiescer la confiance en soi et, selon l'expression d'un éminent pédagogue, de FORCER LE SUCCÈS EN TOUS DOMAINES. Elle s'adresse à tous ceux, hommes et femmes, qui veulent non seulement conserver intact, mais encore accroître chaque jour, le trésor de leurs facultés mentales. Demandez la notice gratuite numéro R. 876.

LE COURS DE DESSIN

... où, pour la première fois dans l'histoire de l'enseignement des arts graphiques, a été appliqué le principe : « APPRENDRE À DESSINER, C'EST APPRENDRE À VOIR. QUI SAIT VOIR, SAIT DÉJÀ DESSINER », vous rendra capable de dessiner paysages, natures mortes et portraits; en outre, il vous permettra, le cas échéant, de vous spécialiser dans une des nombreuses carrières ouvertes aux dessinateurs. Demandez la notice gratuite numéro R. 877.

LE COURS D'ELOQUENCE

... vous rendra maître de votre langage, vous affranchira de la funeste timidité, vous donnera le moyen de vous exprimer dans les termes les plus choisis et les plus persuasifs; vous permettra, d'une part, d'improviser compliments, speeches ou allocutions dans toutes les circonstances de la vie familiale ou professionnelle, et, d'autre part, de préparer aisément des conférences, des discours selon les meilleures et les plus sûres traditions de l'art oratoire. Demandez la brochure gratuite numéro R. 878.

LE COURS DE PUBLICITÉ

... essentiellement pratique mettra à votre disposition tous les secrets de la technique publicitaire sous toutes ses formes, et vous permettra soit de vous créer une situation dans la publicité, soit de développer dans des proportions inespérées le volume de vos affaires, qu'elle qu'en soit l'importance actuelle. (Notice grat. n° R. 879.)

Si vous désirez faire des ÉTUDES PRIMAIRES OU SECONDAIRES, n'oubliez pas que l'efficacité de l'enseignement de l'ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS est consacrée par les nombreux et brillants succès que remportent ses élèves au BREVET ÉLÉMENTAIRE, au B.E.P.S., au CERTIFICAT D'ÉTUDES CLASSIQUES ou MODERNES et au BACCALAURÉAT. Demandez l'envoi gratuit de la brochure numéro R. 880 (études primaires) ou numéro R. 881 (études secondaires).

ÉCOLE DES SCIENCES ET ARTS

81, boulevard des Belges, LYON (Rhône).

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

**Devenez
DESSINATEUR
et PEINTRE!**



Renseignez-vous aujourd'hui même sur l'ÉCOLE INTERNATIONALE et sur les lucratives et passionnantes carrières auxquelles vous pourrez prétendre lorsque vous

sauvez dessiner. L'ÉCOLE INTERNATIONALE vous offre, gratuitement un très bel Album qui vous expliquera comment vous pouvez apprendre rapidement et agréablement, chez vous, à dessiner et à peindre. Pour recevoir cet Album, sans aucun engagement pour vous, il vous suffit de découper le bon ci-dessous, d'y joindre 5 Frs, à votre gré, ainsi que votre nom et adresse, et d'adresser aussitôt votre lettre à

L'ÉCOLE INTERNATIONALE
PAR CORRESPONDANCE
DE DESSIN ET DE PEINTURE
SERVICE DO _____ PRINCIPAUTÉ DE MONACO



Le Gérant : Lucien LESTANG.

Imprimerie Régionale. Toulouse.

LA RADIO *manque* DE SPECIALISTES!



JEUNES GENS!

Pour répondre aux besoins sans cesse grandissants de la Radio française en cadres spécialisés, nous conseillons vivement aux jeunes gens de s'orienter délibérément vers les carrières de la T.S.F.

AVIATION CIVILE ET MILITAIRE, INDUSTRIE, MARINE MARCHANDE ET MARINE NATIONALE, COLONIES, MINISTÈRES ET ADMINISTRATIONS. Ces carrières réaliseront les aspirations de la jeunesse moderne, puisqu'elles joignent à l'attrait du scientifique celui de travaux manuels importants.

PREPAREZ CES CARRIERES en suivant nos cours spécialisés PAR CORRESPONDANCE

conçus d'après les méthodes les plus modernes de l'enseignement américain.

INSCRIPTIONS A TOUTE ÉPOQUE DE L'ANNÉE

TOUS NOS COURS COMPORTENT LES EXERCICES PRATIQUES A DOMICILE

PLACEMENT

A l'heure actuelle, nous garantissons le placement de tous nos élèves opérateurs radiotélégraphistes diplômés.

L'Ecole délivre des CERTIFICATS DE FIN D'ÉTUDES conformément à la loi du 4 août 1942.

Notices gratuitement

sur demande.



ÉCOLE GÉNÉRALE PROFESSIONNELLE RADIOTECHNIQUE

RUE DE BRETAGNE & RUE DU MARÉCHAL LYAUTEY—VICHY—(ALLIER)

ADRESSES DE REPU

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PARIS, 152, av. de Wagram
NICE, 3, rue du Lycée

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

MATHÉMATIQUES Enseignement des Mathématiques, Physique, Mécanique, Chimie, Astronomie, à tous les degrés.

INDUSTRIE CONTREMAÎTRE, DESSINATEUR, TECHNICIEN, SOUS-INGENIEUR, INGENIEUR en Mécanique générale, Constructions aéronautiques, Électricité, Electromécanique, Chimie industrielle, Bâtiment, Travaux publics, Constructions navales, Géomètres.

COMMERCE - DROIT Secrétaire, Comptable et Directeur, capacité en droit, études juridiques, brevet d'expert comptable de l'Etat.

AGRICULTURE Agriculture générale, Mécanique et Génie agricole, Sylviculture, Industries agricoles.

ADMINISTRATIONS Tous les concours techniques des diverses administrations France et Colonies, Armée, Air, Marine.

AVIATION CIVILE Brevets de navigateurs aériens et de Pilotes, Concours d'Agents techniques et d'Ingénieurs adjoints, Météorologistes, Opérateurs radioélectriciens, Chefs de Poste et Mécaniciens d'aéronefs.

BACCALAURÉATS, ÉCOLES NATIONALES Préparation à l'entrée à toutes les Ecoles nationales, secondaires, techniques et supérieures et aux Baccalauréats. Brevets Math.-Géné.

Envoi du programme désiré contre 5 francs en timbres... (INSCRIPTIONS A TOUTE ÉPOQUE)

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, perfectionné depuis 1908.

Possibilité d'exercices pratiques chez soi : lecture au son, manipulation, montage et construction de poste.

Préparation à l'entrée aux écoles privées d'Enseignement maritime, ainsi qu'aux écoles en exercice de l'Aviation et de la Marine militaires. COURS SUR PLACE ont lieu à Nice à l'Ecole d'Enseignement maritime, 21, boul. Frank-Pilatte.



*Pour Monsieur,
Pour Madame...*

L'ENSEMBLE
Edacoto 87

*fait
ultra chic!*



Edacoto

USINES : 104, BOUL[®] ARAGO. PARIS ET ORLÉANS

IMPR RÉGIONALE 59 RUE BAYARD. TOULOUSE. I.C.O 31 2638