

SCIENCE ET VIE

NUMÉRO
HORS-SÉRIE
200^f



AVIATION 1951

Ramon Quij

FIAT AVIATION

- FIAT G 46 | école
entraînement et
tourisme sportif
- FIAT G 59 | écolage de chasse
et entraînement
- FIAT G 80 | turboréacteur
pour écolage de chasse



19^e SALON INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE

GRANDE NEF
STAND 21 A

FIAT AERITALIA Corso Francia 366 Turin (Italie)



CICQUE L. D'AVA.

S.N.C.A.S.O.

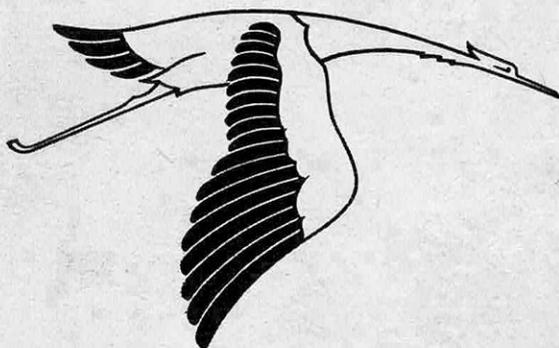
AVIONS DE TRANSPORT

AVIONS MILITAIRES A RÉACTION

HÉLICOPTÈRES A RÉACTION

SOCIÉTÉ NATIONALE DE CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES DU SUD-OUEST

105, AV. RAYMOND-POINCARÉ, PARIS-16^e



SOCIÉTÉ D'EXPLOITATION DES MATÉRIELS
HISPANO SUIZA
RUE DU CAPITAINE GUYNEMER - BOIS-COLOMBES - SEINE

TURBO-RÉACTEURS
MOTEURS D'AVIONS
MOTEURS DIESEL
FONDERIE D'ALUMINIUM

Agents exclusifs pour la France de ROLLS-ROYCE (Aviation).

K·L·G CORUNDITE

** la meilleure bougie du monde.*

VOICI LES PROGRÈS

RÉALISÉS PAR AIR FRANCE

DEPUIS LE SALON DE 1949

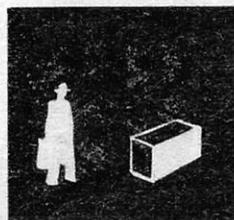
Jetez un coup d'œil sur les réalisations Air France de ces dernières années. Les chiffres parlent, ils apportent un double témoignage :

- Air France joue un rôle de premier plan, à l'échelle mondiale, dans le développement et la promotion de l'aviation commerciale.



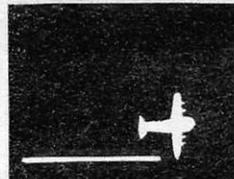
LES AVIONS AIR FRANCE

ont transporté :
EN 1948
573.472 passagers
15.328.946 kilogs de fret
EN 1950
774.906 passagers
28.670.956 kilogs de fret



LES AVIONS AIR FRANCE

ont parcouru :
EN 1948
37.475.894 kilomètres
EN 1950
48.452.899 kilomètres



LA FLOTTE AIR FRANCE

s'est accrue dans le même laps de temps de :
10 Constellation à 4 moteurs de 2.500 CV. et de
11 D. C. 4 à 4 moteurs de 1.450 CV.



LES ATELIERS AIR FRANCE

se sont multipliés et perfectionnés
(création des ateliers modèles de Courbevoie)



LE RÉSEAU AIR FRANCE

couvre actuellement plus de 200.000 km.



AIR FRANCE

mérite votre confiance. Passionné de l'aviation, ou néophyte, qui n'avez jamais pris l'avion, venez faire l'expérience d'un voyage confortable, rapide, ponctuel.

A ces chiffres, il faut ajouter les progrès qui ne peuvent se mesurer : le confort accru, la mise au point chaque jour plus minutieuse d'horaires adaptés aux besoins des voyageurs.



AIR FRANCE



TOUTES AGENCES DE VOYAGES ET 119, CHAMPS-ÉLYSÉES, BAL. 70-50 - 2, RUE SCRIBE, OPE. 41-00

LA SÉCURITÉ des Constructions Aéronautiques AUGMENTÉE

*par
l'emploi
de nos
produits
spéciaux
homologués*

Pour les surfaces en
ALU ET ALLIAGES LÉGERS

I PRO 79 B dégraisse sans attaquer le métal

I PRO 93 protège contre la corrosion

GALOXAL 70 décape les peintures
se rince à l'eau

DEOXIDINE 205 facilite l'accrochage des peintures
rapidement, économiquement

**ET
ALODINE** traite les surfaces contre la
corrosion. Déroche la peinture

Pour l'emploi de
ces produits
consultez nos
techniciens

**COMPAGNIE FRANÇAISE
DE PRODUITS INDUSTRIELS**

177, Quai D' Dervaux, ASNIÈRES (SEINE)
USINES: ASNIÈRES, MARSEILLE, GAILLON

La T.S.F. en voiture

AVEC VOTRE POSTE D'APPARTEMENT

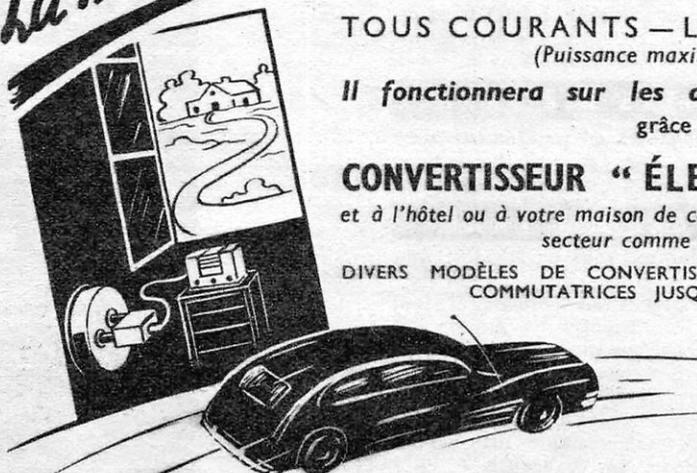
TOUS COURANTS — LAMPES "RIMLOCK"
(Puissance maximum 22 W.)

Il fonctionnera sur les accus de votre voiture
grâce au

CONVERTISSEUR "ÉLECTRO-PULLMAN"

et à l'hôtel ou à votre maison de campagne vous l'utiliserez sur le
secteur comme à l'habitude

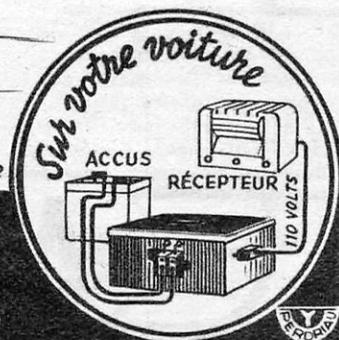
DIVERS MODÈLES DE CONVERTISSEURS (JUSQU'A 100 W.) ET
COMMUTATRICES (JUSQU'A 300 V. AMP.).



Notice détaillée franco sur demande

Electro-Pullman

125, Bd LEFEBVRE • PARIS-15^e LEC. 99-58





QUI PEUT LE PLUS PEUT LE MOINS!

Seul poids lourd ayant osé s'engager dans le **Rallye Méditerranée-Le Cap**, le Camion 5 tonnes RENAULT a prouvé qu'avec son moteur Diesel, disposé à plat sous le châssis il pouvait passer partout très facilement.

Avec une magnifique régularité il a couvert les 15 000 km du parcours à pleine charge, avec 3 hommes à bord, en respectant la moyenne imposée quelles que soient les difficultés rencontrées dans chaque étape : sables mouvants, pistes rocheuses du désert, embûches de la brousse et de la forêt vierge, marécages, boues glissantes du Congo, bacs précaires, ponts insuffisants pour un camion de ce tonnage.

Bien souvent, le 5 tonnes a ouvert la voie à une caravane de concurrents dans les passages difficiles. Toujours, il est arrivé à l'étape avec les autres voitures, prouvant ainsi qu'il était parfaitement adapté aux mauvaises pistes et aux climats tropicaux.

LE 5 TONNES RENAULT
a **GAGNÉ** la **PARTIE**

POG

BRÉGUET 76 DEUX PONTS "PROVENCE"



PRODUCTION EN SÉRIE DE LA SOCIÉTÉ DES ATELIERS D'AVIATION
LOUIS **BREGUET**, 24, RUE GEORGES-BIZET, PARIS (XVI^e ARR.)

ASTRONOMIE

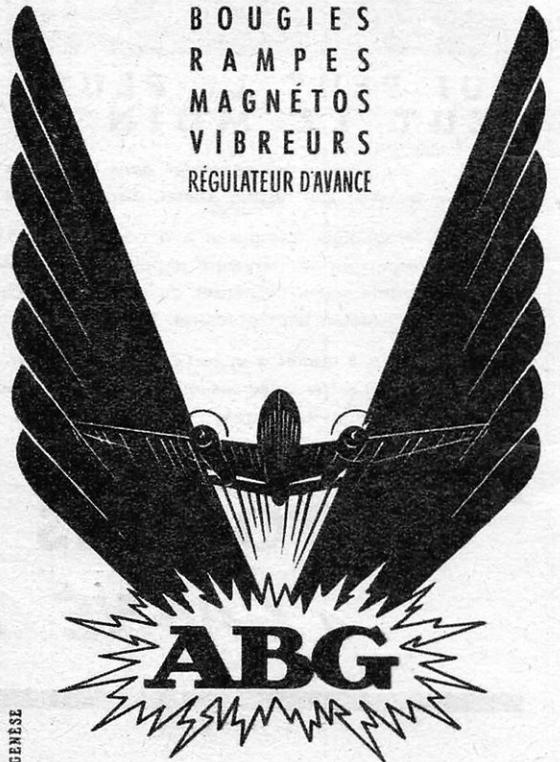
Les Astres, l'Univers



Collection in-4^e
LAROUSSE

* *Chez tous les Libraires* *
3700 Francs

BOUGIES
RAMPES
MAGNÉTOS
VIBREURS
RÉGULATEUR D'AVANCE



GENESE

DEPARTEMENT AVIATION 3, IMPASSE THORETON - PARIS XV^e - VAU 68-40

VIENT DE PARAITRE

CLOSTERMANN

FEUX DU CIEL

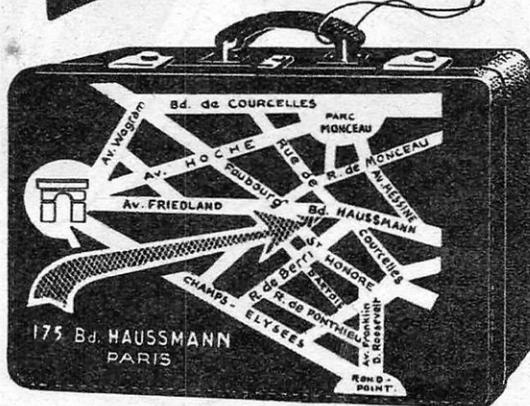
UN DOCUMENT GRANDIOSE :
L'AUTEUR DU GRAND CIRQUE
S'AFFIRME LE PLUS ÉTONNANT
ÉCRIVAIN D'ACTION.

Un vol. 450 fr.

FLAMMARION

MALLES *légères* **LAVOET**
fondée en 1889

175, Boulevard HAUSSMANN - ELY. 03-03
MAROQUINERIE SELLERIE
BAGAGES AVION ARTICLES pour CHIENS



Spécialiste du bagage aérien

Découpez suivant le pointillé ...

Orientez votre activité vers une branche moderne, intéressante et rémunératrice. De brillantes SITUATIONS sont assurées aux techniciens capables. L'I. M. P. se chargera de votre formation technique, comme il a assuré depuis 1919 celle de plus de 50.000 spécialistes (contremaîtres, dessinateurs, s/ingénieurs, ingénieurs).

Par des études progressives et agréables chez vous, l'I. M. P. vous conduira sûrement et rapidement à l'emploi que vous convoitez dans

Votre intérêt est de demander, dès aujourd'hui, la brochure programme gratuite; elle sera pour vous un guide précieux.

INSTITUT MODERNE POLYTECHNIQUE

15, Av. V.-Hugo - Boulogne/s/Seine - Mol. 29-33

L'AVIATION



L'ÉLECTRICITÉ



L'AUTOMOBILE



LE BÉTON ARMÉ



LE CHAUFFAGE
CENTRAL



... Remplissez cette carte au verso

SUZE

GENTIANE

Découpez suivant le pointillé

*M*ONSIEUR,

Veuillez m'envoyer votre brochure
programme **gratuite** concernant :

(Indiquez ci-dessus votre branche préférée)

NOM ET PRÉNOM _____

ADRESSE _____

Écrire très lisiblement nom et adresse

BON
GRATUIT POUR UNE
DOCUMENTATION

*Mettre sous enveloppe
et adresser à :*

INSTITUT MODERNE
POLYTECHNIQUE

15, Avenue Victor-Hugo
BOULOGNE-SUR-SEINE
(Seine)

Lire le texte au verso

S.K.

D.O.22



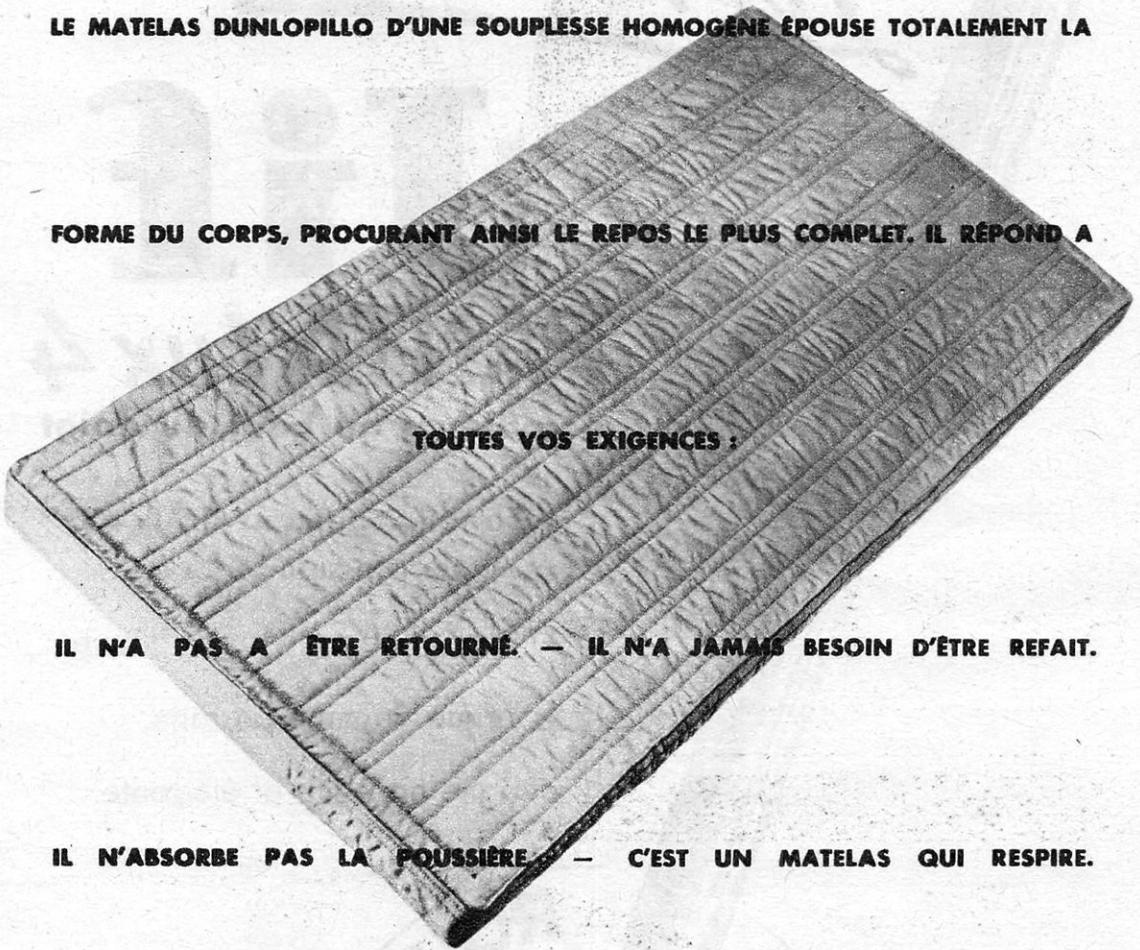
LE MATELAS DUNLOPILLO D'UNE SOUPLESSE HOMOGENE ÉPOUSE TOTALEMENT LA

FORME DU CORPS, PROCURANT AINSI LE REPOS LE PLUS COMPLET. IL RÉPOND A

TOUTES VOS EXIGENCES :

IL N'A PAS A ÊTRE RETOURNÉ. — IL N'A JAMAIS BESOIN D'ÊTRE REFAIT.

IL N'ABSORBE PAS LA POUSSIÈRE. — C'EST UN MATELAS QUI RESPIRE.



DUNLOPILLO

SOMMEIL NOUVEAU

MAGASIN D'EXPOSITION :
80, Rue de Courcelles - PARIS 8^e

UNE PRODUCTION DUNLOP

USINES A
Mantes-Gassicourt (S.-&-O.)

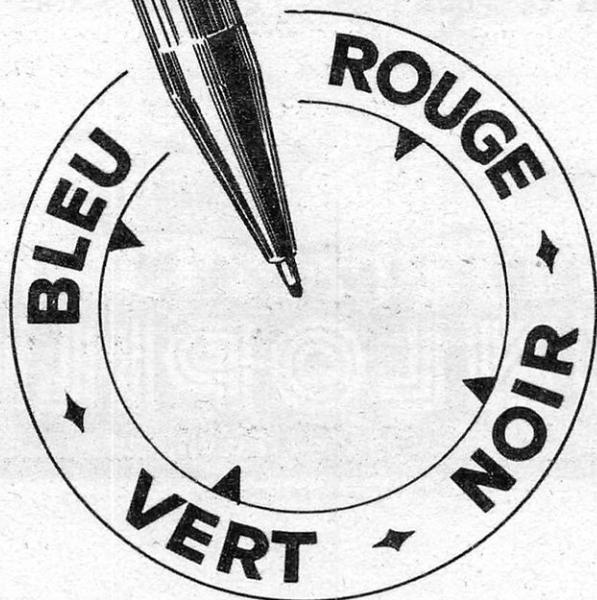
Le nouveau

Jif

PANTA-Lux 4

4 couleurs au bout du doigt

- ★ Fonctionnement doux sur simple pression du doigt.
- ★ Rappel de mine automatique.
- ★ Tenue de mine parfaite.
- ★ Ligne nouvelle et élégante.



AVIATION 1951

SOMMAIRE

● RÉALISATIONS FRANÇAISES, par Y. Marchand	1
● NAISSANCE D'UN AVION, par Jean Brocard	12
● LE TRAFIC AÉRIEN MONDIAL, par François Serraz	25
● LES DERNIERS PROGRÈS DES MOTEURS D'AVION, par Camille Rougeron	34
● L'AVIATION DE TRANSPORT VARIE SES FORMULES, par Camille Rougeron	54
● LES HÉLICOPTÈRES, par Pierre Lefort	70
● LA NAISSANCE DE L'AVION CONVERTIBLE, par Camille Rougeron	82
● LE COMBAT AÉRIEN EST-IL ENCORE POSSIBLE ? par Pierre Belleruche	91
● L'ÉJECTION DES PILOTES, par Y. Marchand	101
● VERS L'AVION ATOMIQUE	109
● L'AVIATION MILITAIRE, par le Général L.-M. Chassin	110
● LE PORTE-AVIONS S'ARME D'AVIONS A RÉACTION, par le Vice-Amiral P. Barjot	134
● RECHERCHES EN VOL SUPERSONIQUE : LA FORMULE DE L'AILE EN « DELTA »	146
● L'AVIATION SOVIÉTIQUE, par Camille Rougeron	149
● L'AVIATION LÉGÈRE, par Jacques Noetinger	158
● LES CARRIÈRES DE L'AVIATION, par L. Augeron	173

SCIENCE ET VIE

FRANCE : Administration et Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris-8^e. Téléphone : BALzac 57-61. Chèque postal 91-07, Paris. Adresse télégraphique : SIENVIE-PARIS. — **Publicité** : 2, rue de La Baume, Paris-8^e. Tél. : Élysées 87-46.

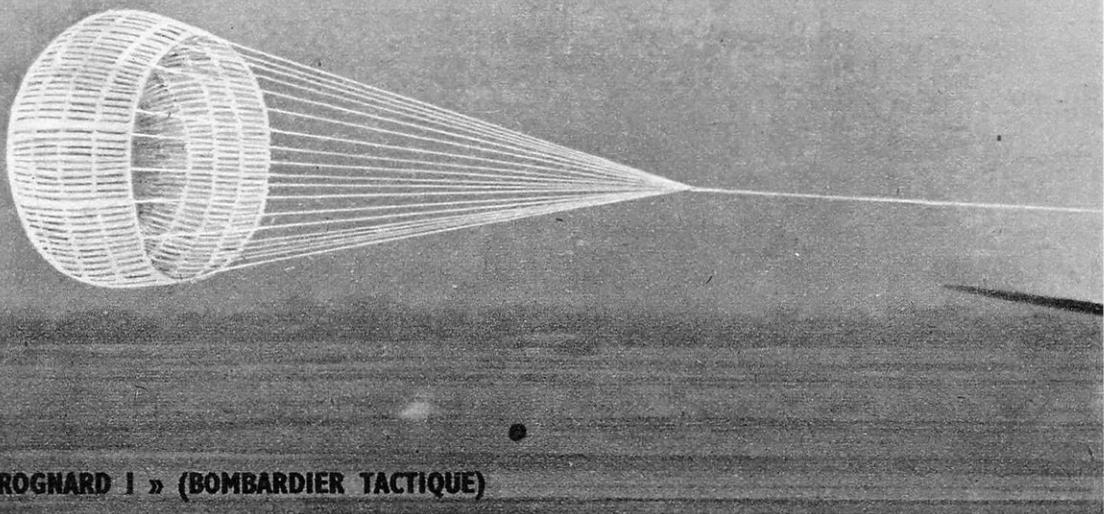
BELGIQUE : Société ÉDIMONDE, Direction et Administration : 10, bd de la Sauvenière, Liège. Téléph. : 23.78.79.

ITALIE : SCIENZA E VITA, Direzione, Redazione e Amministrazione : 8 Piazza Madama, Roma. Tel. 50.919. C.C.P. I. 14.983.

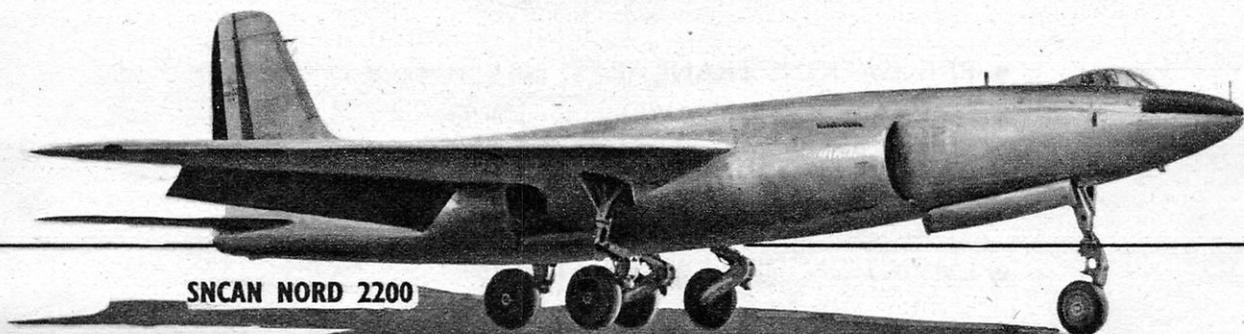
SUISSE : INTERPRESS S.A. Administration : 1, rue Beau-Séjour, Lausanne. Téléphone : 26-08-21. C. C. Postaux 11,68-40.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays. Copyright by **SCIENCE ET VIE**

Jun mil neuf cent cinquante et un.

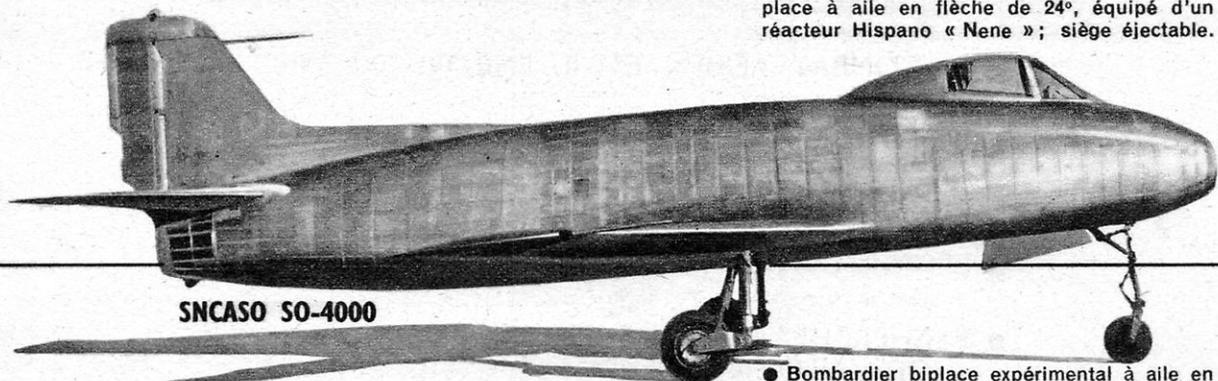


SE « GROGNARD I » (BOMBARDIER TACTIQUE)



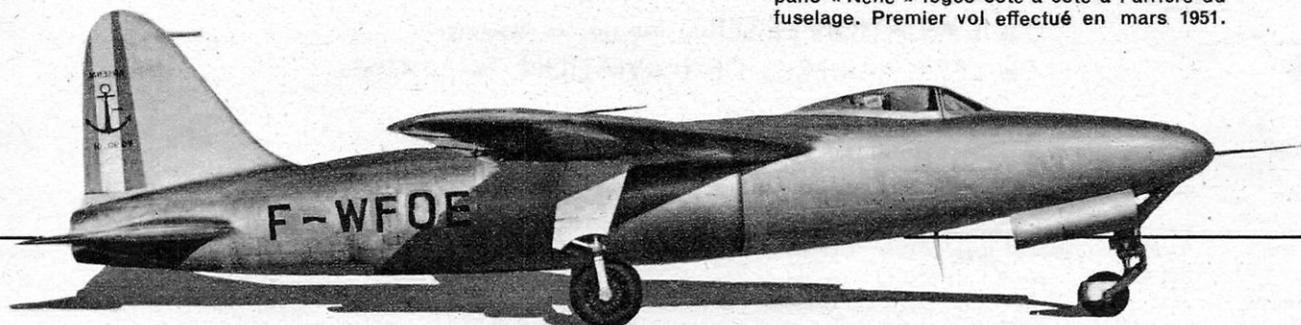
SNCAN NORD 2200

● Ce chasseur est actuellement en construction pour l'aviation embarquée. C'est un monoplacé à aile en flèche de 24°, équipé d'un réacteur Hispano « Nene »; siège éjectable.



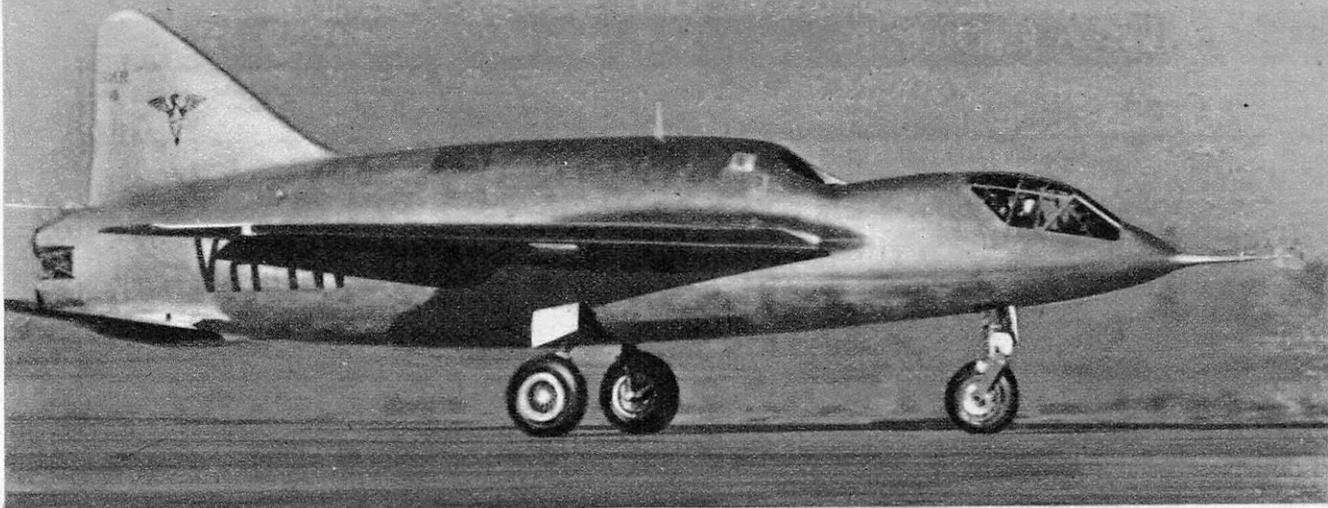
SNCASO SO-4000

● Bombardier biplace expérimental à aile en flèche, équipé de deux turboréacteurs Hispano « Nene » logés côte à côte à l'arrière du fuselage. Premier vol effectué en mars 1951.



ARSENAL VG-90

● Avion embarqué de chasse et d'attaque en piqué. Il est équipé d'un réacteur Hispano « Nene ». Son aile en flèche est repliable en trois éléments. Performances non publiées.



RÉALISATIONS FRANÇAISES

LORS du Salon de 1949 déjà, le Grand Palais et l'Aéroport d'Orly révélèrent les premières applications de nos constructeurs en matière de réaction. Depuis deux ans la tendance s'est nettement confirmée et la propulsion par turbine envahit peu à peu toute l'aviation. Les appareils de combat en ont été comme il est logique les premiers bénéficiaires. Mais, parallèlement, l'avion léger et l'hélicoptère à réaction ont fait l'objet d'études spécialement poussées. L'aviation de transport, dernière servie lorsqu'il s'agit d'adapter des formules nouvelles à ses exigences économiques, en est actuellement au stade expérimental en fait de propulsion par réaction.

L'AVIATION DE COMBAT

S'il est un domaine où la primauté de la réaction est indiscutable, c'est bien celui de l'aviation militaire.

En France, un effort indéniable a été fourni pour combler le retard dû à cinq années d'occupation, et déjà les productions nationales commencent à sortir en série. Cependant pour parer au plus pressé et permettre, entre autres, l'entraînement des pilotes, on a jugé préférable de construire sous licence les chasseurs anglais De Havilland « Vampire » qui doivent entrer pour une part dans les formations de combat ; la SNCASE qui se charge de cette fabrication, vient d'en mettre au point une version améliorée, le « Mistral » 53, comportant une majorité d'équipements français et un siège éjectable.

Le plan quinquennal de 1950 a adopté pour l'équipement de notre armée de l'Air le chasseur monoplace à réaction MD-450 « Ouragan » de Marcel Dassault, concurrentem-

ment au SO-6020 « Espadon » de la société du Sud-Ouest.

L'« Ouragan » est un appareil léger, dont le poids total de 5 600 kg pour une surface portante de 23 m², à peine inférieure aux 25,20 m² de l'« Espadon », lui vaut une charge alaire n'excédant pas 245 kg/m², et une vitesse d'atterrissage de 160 km/h. Sa vitesse horizontale maximum dépasse à peine 950 km/h au sol, tandis que sa vitesse ascensionnelle atteint 42 m/s au sol.

Plus lourd que l'« Ouragan », le SO-6020 « Espadon », avec ses 8 300 kg, emporte 1 500 kg de combustible lui assurant un rayon d'action de 1 500 km. Cet appareil à aile médiane est caractérisé par la forme en flèche de sa voilure et son très faible allongement.

L'armement particulièrement puissant comporte 6 canons de 30 mm. L'appareil est capable d'opérer de jour et de nuit, à haute altitude, et avec une grande autonomie. La version 6021 présente quelques différences : les entrées d'air de son turboréacteur sont noyées dans le fuselage ; elle est équipée de servo-commandes et son poids a nettement diminué. L'« Espadon » correspond plutôt à un programme d'avion de pénétration en face de cet intercepteur qu'est l'« Ouragan ».

Si les performances de l'« Ouragan » semblent dépassées par les plus récentes réalisations américaines, on est en droit de penser que celles du « Mystère », la dernière production de Dassault, les rattraperont aisément. On possède peu de renseignements sur ce chasseur dérivé du 450 ; on sait qu'il a volé en mars à 1 080 km/h. Dès maintenant d'ailleurs, Dassault en étudie deux variantes « Aladin » et « Manhattan » ; l'une, monoplace, possédera une importante installation radar,

MOTEURS A RÉACTION ET TURBINES A GAZ DE CONSTRUCTION FRANÇAISE

Constructeurs	Désignation	Diam. mm	Long. mm	Poids kg	Chambres de combustion	Compresseur	Poussée max. kg	Puissance (turboprop.) ch	Consommation kg/h/kg ou g/ch-h
SNECMA	Atar-101 t.r.	886	2845	895	1 annulaire	Axial, 7 étages	2800 (4000 avec p.c.)		1,0
	TB-1000 t.p.	700	2730	480	6	Axial, 9 étages		1450	315
HISPANO-SUIZA	Escopette p.r.	150	2850	4,7			10,5		1,8
	Nene t.r.	1258	2960	797	9	Centrifuge	2300		1
RATEAU TURBOMÉCA	Tay t.r.	1270	2542	895	9	Centrifuge	2850		1,06
	SRA-101 t.r.	1100	3065	1000	12	Axial, 10 étages	4000		0,85
	Piméné t.r.	408	1055	54	1 annulaire	1 centrifuge	110		1,08
	Palas t.r.	408	1055	60	1 annulaire	1 centrifuge	150		1,22
	Aspin I t.r.	580	1210	127	1 annulaire	1 centrifuge	220		0,64
	Aspin II t.r.						330		0,64
	Marboré t.r.	567	1381	120	1 annulaire	1 centrifuge	300		1,1
Artouste t.p.	520	805	84				275	420	
Orédon t.p.	520	805	84				160	450	

l'autre, biplace, doit être équipée pour la chasse de nuit.

Il faut d'autre part mentionner la nouvelle étude de l'ingénieur Servanty à la SNCASO portant sur un chasseur supersonique, le SO-9 000, dont les caractéristiques sont pleines de promesses.

Deux chasseurs sont en construction pour l'aviation embarquée, l'un à l'Arsenal de l'Aéronautique, le VG-90, l'autre à la SNCAN, le Nord-2 200.

Dans le domaine de l'aviation de bombardement, l'effort de l'industrie française a porté principalement sur les chasseurs-bombardiers et bombardiers légers destinés aux missions tactiques.

Pour la Marine et pour l'Armée, Bréguet construit les versions 960 et 961 de son chasseur-bombardier à propulsion mixte. Le 960 a été commandé il y a environ deux ans pour la Marine; muni à l'avant d'un turbopropulseur Armstrong-Siddeley « Mamba » de 1 200 ch et à l'arrière d'un turboréacteur Hispano « Nene », il jouit à la fois des avantages de la vitesse et de l'autonomie. Le 961 est destiné à l'attaque au sol.

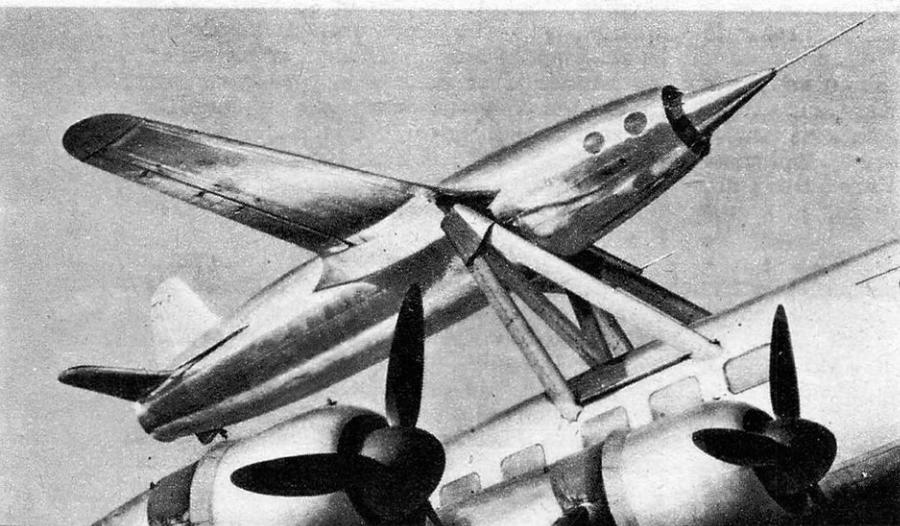
Bien que destiné, pour le moment, à la

seule expérimentation, le biréacteur Nord-1 601 construit par la Société Nationale du Nord fournira le cas échéant un avion de combat aux multiples possibilités.

Enfin, dans une gamme de tonnages supérieurs, s'inscrivent deux appareils qui font honneur à notre industrie nationale, le SE-2 410 « Grogard » de la Société du Sud-Est et le SO-4 000 de la Société du Sud-Ouest. Le premier, d'un poids en charge de 18 tonnes, est doté d'un armement puissant. La voilure et l'empennage sont en flèche.

Une seconde version, le 2 415, dont la voilure présente une plus grande surface et une moindre flèche que celle du 2 410, a effectué son premier vol en février dernier.

Le SO-4 000, plus lourd, atteint environ 28 tonnes de poids en charge. Il est équipé de deux réacteurs Hispano « Nene ». Ses performances actuelles, 950 km/h de vitesse maximum, plafond de 10 à 20 000 m, pourraient être sensiblement relevées par montage de turboréacteurs plus puissants tels que les Rolls-Royce « Avon » ou Armstrong-Siddeley « Sapphire »; la structure de l'avion peut en effet supporter leur poussée et l'on devrait alors largement dépasser les 1 000 km/h.

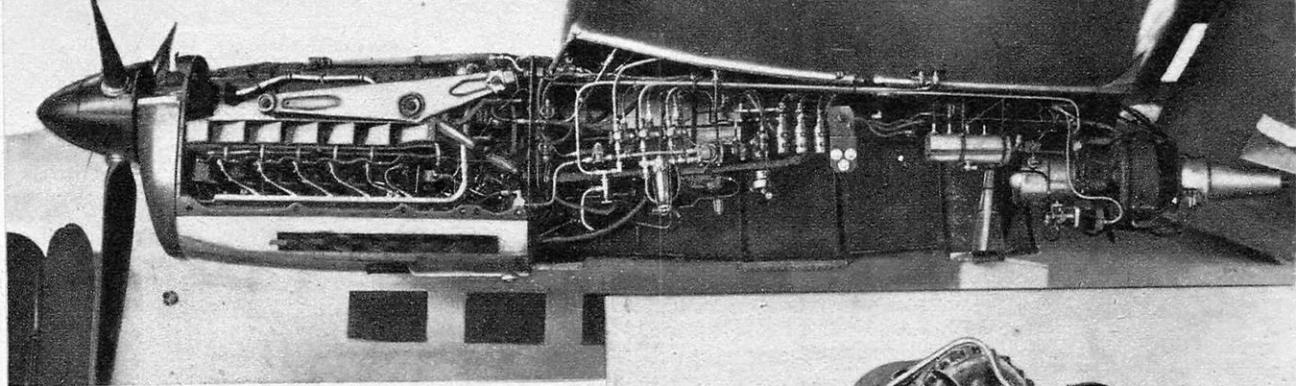


← AVION LEDUC-010

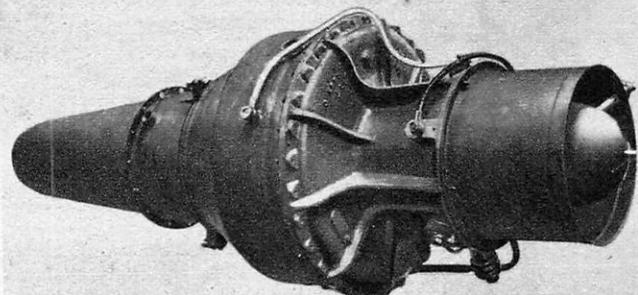
Leduc est le pionnier de l'étude du statoréacteur dont il retrouva le principe (découvert en 1906 par Lorin). Conçu bien avant la guerre, son avion supersonique a vu sa mise au point retardée par la défaite. Le troisième prototype va être terminé.

CHASSEUR NORD 1601 →

Cet appareil destiné actuellement à l'expérimentation a des possibilités nombreuses. C'est un biréacteur (2 R-R « Derwent V ») à aile mince en flèche de 35°. Il atteindra 1 000 km/h; sa vitesse ascensionnelle sera de 40 m/s; plafond de 12 000 m.



LE « PIMÉNÉ » est le moins puissant des réacteurs de Turboméca. Ci-dessus, un Piméné placé à l'arrière du fuselage d'un Fouga CM 101 R (avion cargo) comme moteur d'appoint au décollage et de secours.



L'AVIATION DE TRANSPORT

Pénétrant à son tour dans le domaine du transport, la réaction n'y a pas connu un succès aussi total qu'en aviation militaire.

En attendant la sanction de l'expérience qui départagera les deux solutions, on procède à la fois à des essais de turbopropulseurs et de turboréacteurs. Certains constructeurs, comme Bréguet en France, étudient simultanément les deux sur un même appareil; c'est ainsi qu'il met au point pour son 97 « Fulgur » une version équipée de quatre turbopropulseurs Armstrong-Siddeley « Double Mamba » ou Allison T-38 et une version équipée de quatre turboréacteurs Rolls-Royce « Nene », les deux cellules étant par ailleurs identiques; au poids total de 49 tonnes, le « Fulgur » emportera 100 passagers.

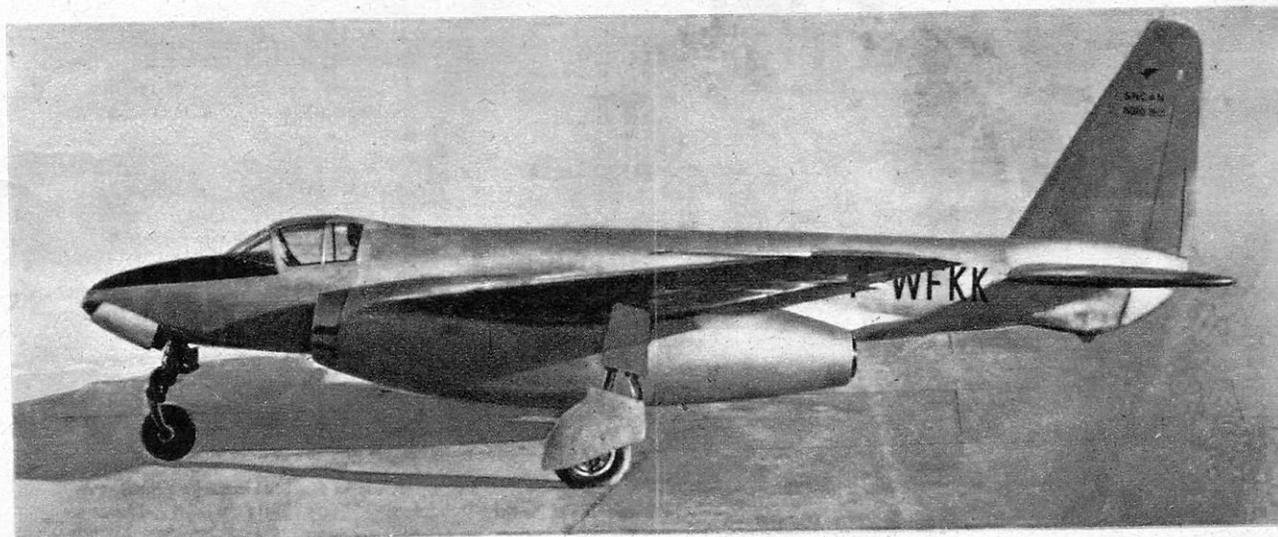
De son côté, la SNCASO, se tournant vers la réaction pure, procède aux essais du SO-30 « Nene », version à turboréacteurs de son avion de transport moyen SO-30 P, destinée à la mise au point du quadriréacteur de transport SO-5 100 « Champagne ». Le SO-30 Nene permettra des recherches intéressantes relatives à l'utilisation commer-

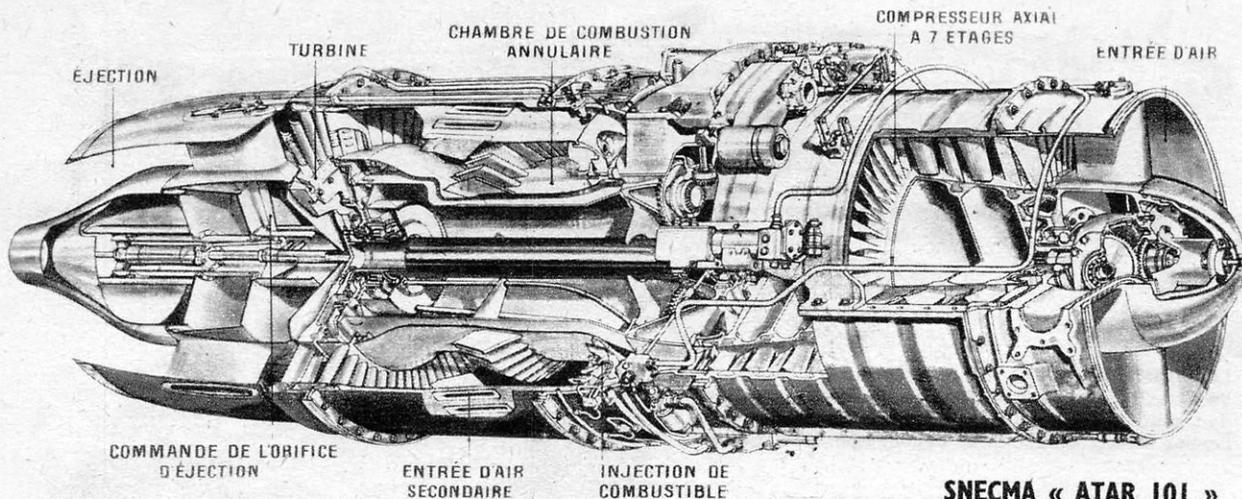
ciale d'un avion à réaction susceptible de voler jusqu'à 10 000 m d'altitude.

A l'exception de ces études, les réalisations françaises en matière de transport sont toutes équipées de moteurs à explosions.

Pour les longs-courriers, on trouve chez Bréguet le 761 « Deux-Ponts », commandé à 12 exemplaires par Air France.

Le SE-2010 « Armagnac » en est également au stade de la construction de série. Ce quadrimoteur doit emmener 107 passagers sur les étapes continentales tandis que la version transatlantique Paris-New York est aménagée pour 56 fauteuils-couchettes. La vitesse de croisière atteint 425 km/h. Actuellement 15 appareils sont en cours de montage dans les ateliers de Toulouse, dont huit ont été commandés pour Air France. Un autre sera équipé de turbopropulseurs à titre expérimental.





● L'« Atar 101 » est un turboréacteur de grande puissance à compresseur axial, dont les performances soutiennent la comparaison avec celles des réacteurs

étrangers les plus récents. Il développe 2 400 kg de poussée au sol. Avec addition d'un dispositif de post-combustion cette poussée s'élève à 4 000 kg.

Après une mise au point soignée de son moyen-courrier SO-30, la SNCASO a retenu la version SO-30 P dont une commande de série lui a été passée dans le courant de l'année dernière. Ce bimoteur peut être aménagé soit pour 30 passagers, soit pour 43-45 passagers en version « coach ».

Dans le domaine des avions-cargos, la Société du Sud-Ouest a prévu, pour l'Armée, une version cargo du SO-30, le SO-30 C, dans laquelle le chargement s'effectue par l'arrière du fuselage.

Le Nord 2 500 vient d'être retenu pour la construction de série ; l'Armée de l'Air en a commandé 160. L'avion rappelle le Fairchild « Packet » américain. Au poids total de 19 500 kg, le « Noratlas » emporte une charge utile de 5 570 kg sur 1500 km. Sa vitesse maxi-

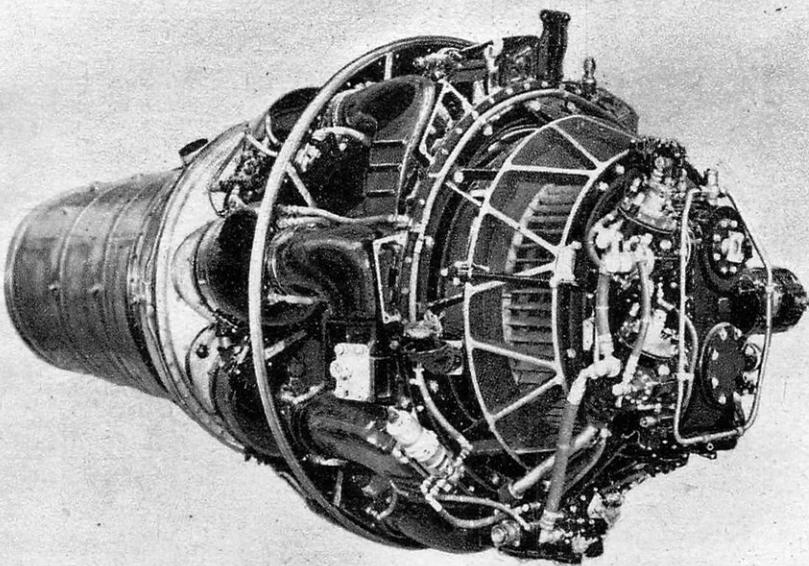
mum est de 410 km/h ; il est équipé de deux moteurs Bristol « Hercules ».

La soute, d'un volume total de 43 mètres cubes, se charge par l'arrière. Le fuselage, suivant les missions, est aménagé pour le transport de passagers, de parachutistes, de blessés au nombre de 18, de containers largables, ou de tout autre matériel militaire.

Parfaitement adapté aux exigences de l'Armée, le « Noratlas » est un appareil de très bon rendement qui devrait pouvoir être utilisé par les transporteurs civils. Il a d'ores et déjà suscité un vif intérêt de la part de plusieurs compagnies aériennes.

D'un poids total de 16 850 kg, légèrement inférieur à celui du « Noratlas », le Bréguet 891 « Mars » est la version militaire du 890 « Mercure », bimoteur comme lui, tandis qu'un troisième type, le 892, par ailleurs analogue aux deux autres, est équipé de quatre moteurs 12 S de 600 ch. La soute, de 53 mètres cubes, se charge par une large porte latérale de 2 m sur 2 m.

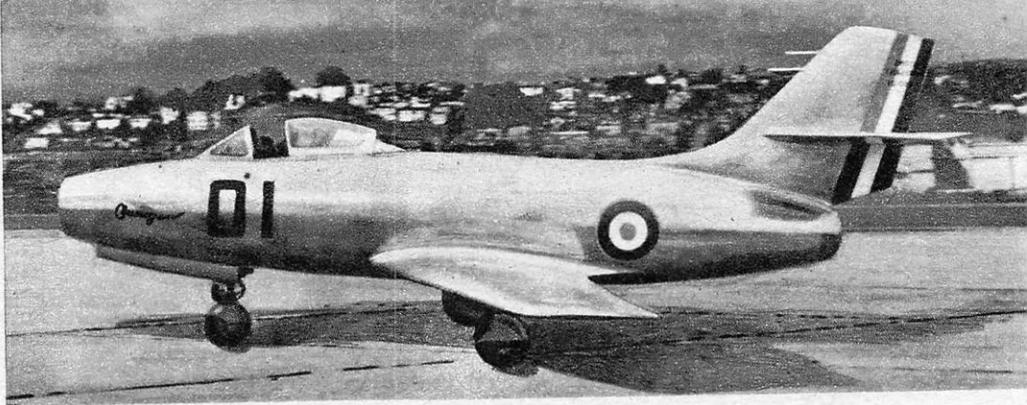
La véritable nouveauté dans ce domaine des avions-cargos est l'avènement du Hurel-Du-Bois HD-31 dont la formule révolutionnaire pourrait bien apporter quelques sérieuses modifications à l'économie du transport aérien. La valeur très élevée de l'allongement de l'aile entraîne une diminution de la résistance à l'avan-



◀ La Société française Hispano a acheté la licence du turboréacteur Rolls-Royce « Tay » dont les performances surclassent nettement celles du « Nene » : il développe une poussée maximum de 2 850 kg.

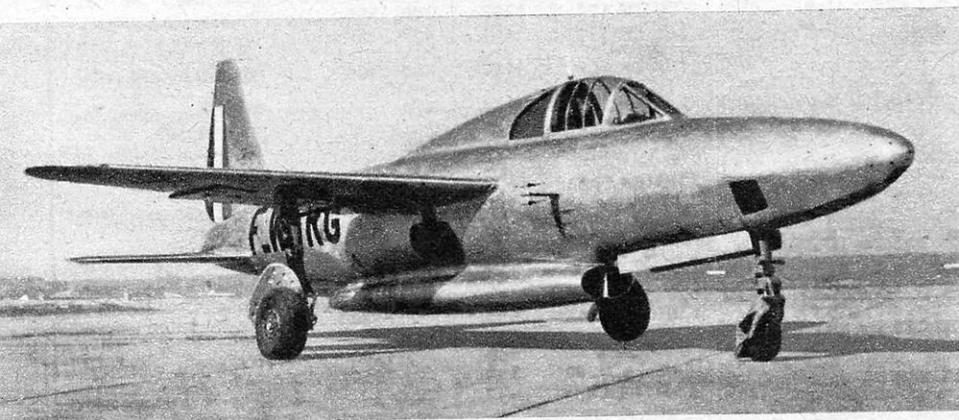
MD-450 «OURAGAN»

Le Marcel Dassault MD-450 présente les caractéristiques d'un intercepteur à grande altitude : légèreté et grande vitesse ascensionnelle. Le « Mystère » à aile en flèche, dérivé de l'« Ouragan », vole à 1 080 km/h. Il est aussi propulsé par un turboréacteur Hispano « Nene » et son armement doit comporter 4 canons de 20 mm.



SO-6021 «ESPADON»

C'est un chasseur à réaction monoplace à aile médiane en flèche équipé d'un réacteur Hispano « Nene ». Conçu en 1945, le 6020 a effectué ses premiers vols à la fin de 1948. Le 6021 en est la version améliorée. La cabine pressurisée est munie d'un siège éjectable. Le réacteur est logé à l'arrière du fuselage. Poste de pilotage avec servo-commandes.

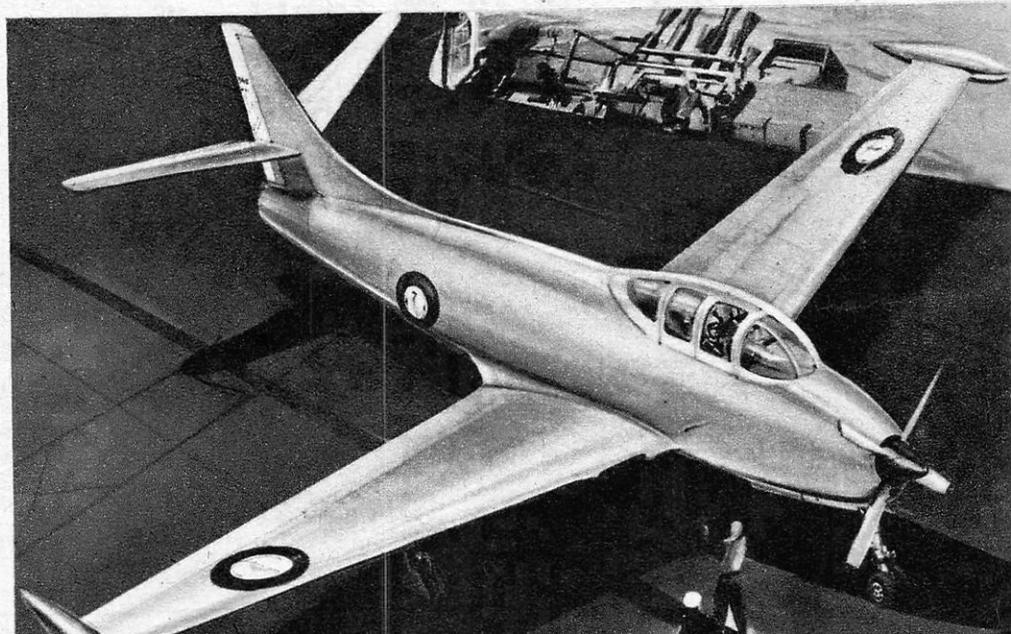


SNCASO SO-6025

C'est une version de l'« Espadon » équipée d'une fusée propulsive supplémentaire. Malgré l'augmentation du poids total au départ entraînée par l'installation de ce propulseur auxiliaire, les performances de l'appareil sont améliorées dans des proportions considérables tant en ce qui concerne la vitesse maximum en palier que la vitesse ascensionnelle.

BREGUET «VULTURE»

Le Breguet 960, chasseur bombardier de la Marine, est équipé à la fois d'un turbopropulseur « Mamba » et d'un réacteur « Nene ». Il allie ainsi des performances très élevées à un régime de croisière économique. Le 961, version pour l'Armée, un peu plus lourde, est aussi remarquable par son écart de vitesse : maximum de plus de 900 km/h ; atterrissage à moins de 150 km/h.





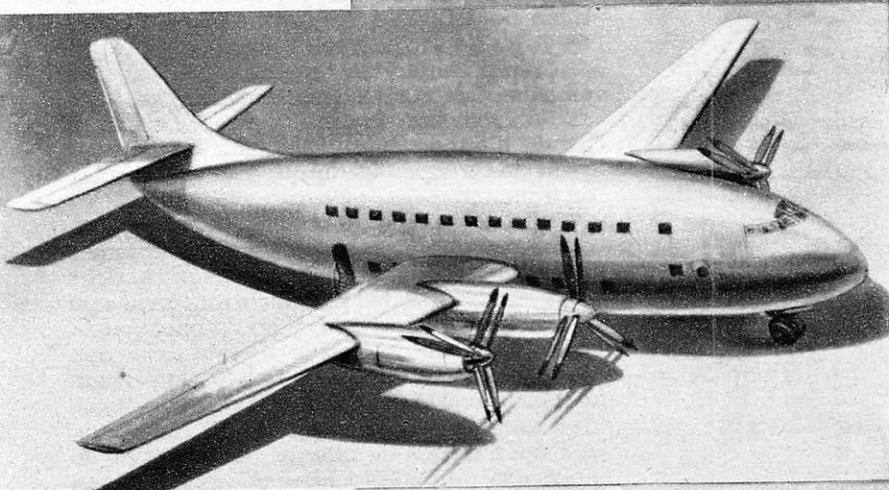
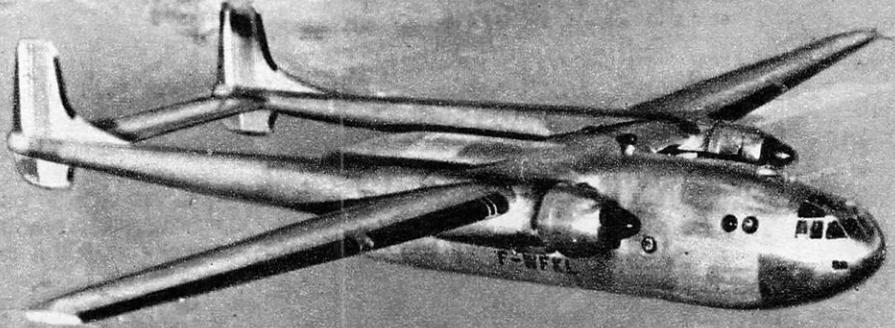
SNCASO SO « NENE »

Cette version à réaction du transport moyen SO-30-P est propulsée par deux Rolls-Royce « Nene ». Son étude doit aider à mettre au point le quadri-réacteur de transport SO-5 100 « Champagne ».

Constructeurs	Désignation	Env. m	Long. m	Poids total kg	Moteurs	Puissance totale ou poussée ch ou kg	Vit. max. km/h	Ray. d'ac- tion km	Equi- page ou passa- gers	Observations
RÉALISATIONS FRANÇAISES. — SOCIÉTÉS PRIVÉES										
BÉARN BRÉGUET	« Minicab » 97 "Fulgur"	8,14	5,45	480 49000	1 Continental A-65 4 H.S. "Nene" ou 4 "Mamba" 1 H.S. "Nene" 1 A.S. "Mamba"	65 9080	198		2 100	Avion léger. Transport à turbo- réact. ou turboprop. Chasseur embarqué, 1 version terrestre.
	960				2 Br. "Hercules"	2270 kg + 1200 ch	900			Transport de fret. Transport de fret.
DASSAULT	890 "Mercure"	30,62	21,60	18000	4 SNECMA 12 S	2400	380	1000		Cargo. Tr. troupes.
	892	30,62	21,60	16000	2 SNECMA 14 R	3200	350	1000		Passagers ou fret.
	891 "Mars"	30,62	21,60	16850	4 SNECMA 14 R	6400	365		130	Liaison mil. ou col.
	761 "Deux-Ponts"	42,96	28,95	48000	2 SNECMA 12 S	1200	390		10	Chas. int. à réact.
FOUGA	MD 315 "Flamant"	20,20	12,60	6000	1 H.S. "Nene"	2270	960		1	Chas. int. à réact.
	MD 450 "Ouragan"	12,28	10,74	5600	1 H.S. "Nene"		1080		1	Plan. troupe. ou fret.
HUREL-DUBOIS	"Mystère"				1 Turboméca "Piméné"	100	240	300	1	Passagers ou fret.
	CM.-10	26,7	17,9	6420	2 Turboméca "Piméné"	1200	280	500	35	Motoplaneur à réaction.
	CM.-100	26,7	17,9	7300	1 Turboméca "Palas"	160	350	300	1	Avion léger à réaction.
	"Sylphe"		6,66	525	2 Turboméca "Piméné"	220	370		2	Biréacteur formé de 2 "Sylphe" accolés.
J.D.M. JODEL	"Cyclope"	8,76	6,66	570	1 Mathis G 2 F	40	215		1	Biréacteur compété.
	"Gémeaux"	10,76	6,66	1080	2 SNECMA 14-X	1600	280		1	Avion expérimental.
LEDUC MAX HOLSTE	"Lutin"				1 Poinsard	25	155		1	Avion-cargo.
	HD-10	12		480	1 A.B.C. Scorpion	34	170	400	1	Av. ultra-léger, clubs.
MORANE	HD-31	45	22	13500	1 Salmson	85	185	920	3	Avion léger.
	« Roitelet »	6,95	4,15	210	1 thermoprop. Potex 4 D	150	230	600	2	D-9 agrandi.
REY	D-9 "Bébé-Jodel"	7	5,40	270	1 D.H. Gipsy Major	135	220		2	Avion expérimental.
	D-10 "Jodel-Club"	8,7	6,6	640	1 SNECMA 14 M	680	468	1530	2	Tourisme et entr.
SCAN	010	10,52	10,25	2800	1 H.S. 12 Y	850	550	1200	1	Avion d'acrobatie.
	MH-52	9,76	7,28	870	2 Potex 4 D	360	290	1200	4	Biplace entraînement.
SIPA	MH-53	9,80	7,25	1040	1 Potex 6 D 00	240	250	950	3	Entr. à la chasse
	MS-474	10,59	8,93	2839	2 SNECMA 6 Q	440			2	Transport colonial.
STARCK	MS-475	10,59	9,04	3042	1 Béarn 6 D	325			4	Avion école.
	MS-700-1-3-4	14,20	9,92	2300	2 Mathis 8 GB	440	224	600	4	Avion expérim. à ailes battantes.
ARSENAL SN CAN	MS-730-2-3	11,35	9,46	1670	1 SNECMA 12 S	600	360	700	2	Hydr. d'entr.
	R.1	13,17	9,20	2700	1 Minié 4 DC	75	200	500	2	Amphibie, lic. amér.
SNCASE	SCAN-20	15	11,96		1 SNECMA 12 S	75	200	500	2	Avion d'entraînement.
	SCAN-30	12,92	9,44	2200	1 Minié 4 DC	75	200	800	2	Avion léger d'école.
SNCASO	S.12	11	9,32	2070					2	Avion de tourisme.
	S.90	8,75	5,76	600					4	Amph. Rec. sauv.
ARSENAL SN CAN	AS-57	8,80	6,45	600					1	Experimental.
	YG-90	12,60	13,44	8000	1 "Nene"	2270	960		1	Chass. emb. à réact.
SNCASE	1203 "Norécrin"	10,22	7,22	1050	1 SNECMA 4 L	135	280	900	4	Avion de tourisme.
	1402 "Noroit"	31,60	22,04	20860	2 Arsenal 12 H	4200	370	3500	7	Amph. Rec. sauv.
SNCASO	1601	12,46	11,82	6700	2 R.R. "Derwent"	3200	1000	430	1	Ch. emb. à réact.
	2200	12	13,5	7890	1 "Nene"	2270	950	430	1	Passagers, cargo.
SNCASE	2501	32,50	21,86	19500	2 Br. "Hercules"	4080	438	1500	42	Bomb. à réact.
	2410 "Grogard"			18000	2 "Nene"	4540				Transport civil.
SNCASO	161 "Languedoc"	29,39	24,26	20577	4 SNECMA 14 N	4880	440	2700	24-33	Long courrier.
	2010 "Armagnac"	48,95	39,63	73000	4 P. & W. R-4360	14000	540	6000	84	Moyen courrier, une version exp. avec turboréact.
SNCASO	SO. 30-P "Bretagne"	26,9	18,95	19500	2 P. & W. R-2800	4800	430	2240	30-43	Cargo.
	SO. 30-C "Bretagne"	26,9	18,95	20000	2 P. & W. R-2800	4800	380	2450		Lignes d'apport.
SNCASO	SO. 95 "Corse"	17,9	12,35	5600	2 SNECMA 12 S	1200	354		10-13	Maquette volante du SO-4000.
	SO. M.2	9,08	9,90	4700	1 R. R. "Derwent"	1800	1000		1	Bombardier à réaction
SNCASO	SO. 4000	17,86	19,75	22000	2 H.S. "Nene"	4540	850		2	Experimental.
	SO. 6000 "Triton"	9,96	10,41	4560	1 "Nene"	2270	955		2	Chasseur à réaction.
SNCASO	SO. 6021 "Espadon"	10,60	15	6870	1 "Nene"	2270	1000		1	Tourisme.
	SO. 7060 "Deauville"	10,37	6,67	800	1 Walter Minor	105	205	800	2-3	Tourisme.
SNCASO	SO. 7010 "Pégase"	14,75	11,12	3050	1 Mathis 16 G	460	300	1250	6	Quadriréact. transp.
	SO. 5100 "Champagne"			50000					55-100	Chasseur supers.
	SO. 9000				2 réact. 2 m. fus.					

SNCAN NORD 2500

Cet appareil a été commandé en série par l'Armée de l'Air. Le fuselage s'ouvre par l'arrière, ce qui permet le chargement rapide des véhicules ou des canons à transporter et le largage en vol des containers.



BREGUET « FULGUR »

La version ci-contre sera entraînée par 4 turbopropulseurs « Double-Mamba ». Il est prévu également une version à 4 turbopropulseurs Allison T-38 et une autre à 4 turboréacteurs R.R. « Nene ». Le « Fulgur » logera 100 passagers.

HUREL - DUBOIS HD-10

Cet appareil expérimental présenté au Salon de 1949 est remarquable par son aile étroite (40 cm) et très allongée, soutenue par un haubannage. Il a servi à l'étude de l'avion-cargo HD-31 qui sera susceptible d'utiliser des terrains très exigus.



BREGUET « MERCURE »

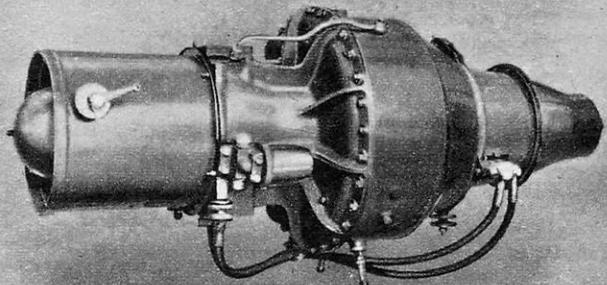
Le Breguet 891 et le Breguet 890 sont respectivement les versions civile et militaire du même avion bimoteur de charge. Une troisième version (892) est propulsée par 4 moteurs SNECMA 12 S de 600 ch. Chargement de la soute effectué par une large porte latérale.



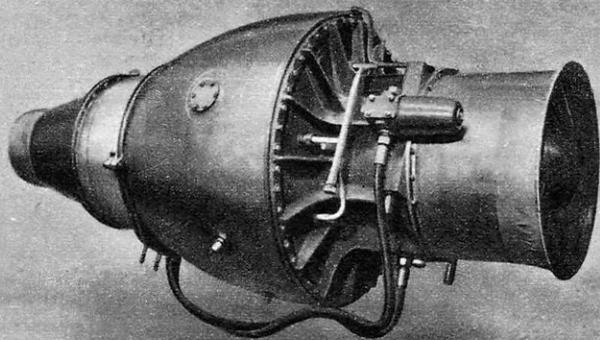
MORANE MS-700 COLONIAL

Cet appareil dont le fuselage peut se transformer au choix pour emmener des passagers, des blessés ou du frêt existe en plusieurs versions qui diffèrent par la puissance des moteurs (SNECMA de 200 ch ou Potez de 220 ch ou Mathis de 180 ch) et le nombre de passagers transportés.

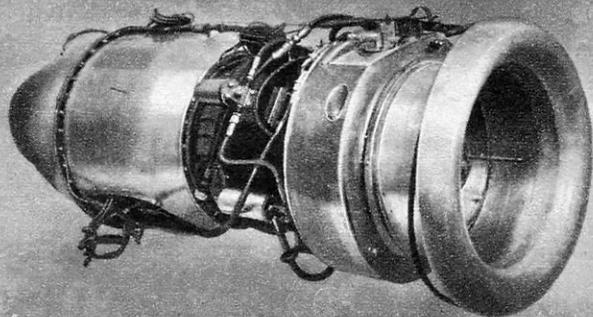
LE « PALAS » de Turboméca équipe le Fouga « Cyclope ». A plein régime il développe 160 kg de poussée.



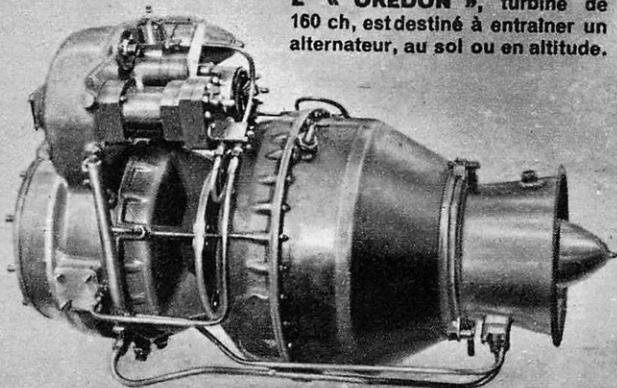
LE « MARBORÉ » du même constructeur que le « Palas » est deux fois plus lourd. Sa poussée est de 300 kg.



L'« ASPIN », turboréacteur à double flux est remarquable par sa souplesse et sa faible consommation.



L'« ORÉDON », turbine de 160 ch, est destiné à entraîner un alternateur, au sol ou en altitude.



cement et améliore beaucoup la finesse.

L'aile, reste légère grâce à l'emploi de haubans d'un dessin spécial, qui constituent des mâts-porteurs. Les résultats sont remarquables ; on a pu tripler les allongements classiques, obtenir des finesesses extraordinaires qui, à leur tour, assurent un rendement très élevé.

La longueur de roulement au décollage, qui n'excède pas la valeur extraordinairement faible de 250 m, indique suffisamment à elle seule les remarquables possibilités du HD-31 capable d'utiliser des terrains d'une extrême exigüité. Les applications sont multiples, tant en exploitation civile (lignes coloniales, lignes d'apport...) que militaire (débarquement des troupes et du matériel à proximité du front...).

Dans la gamme des petits tonnages, on remarque plusieurs réalisations intéressantes susceptibles de rendre de précieux services dans les missions les plus diverses, civiles ou militaires, transport de fret ou de passagers...

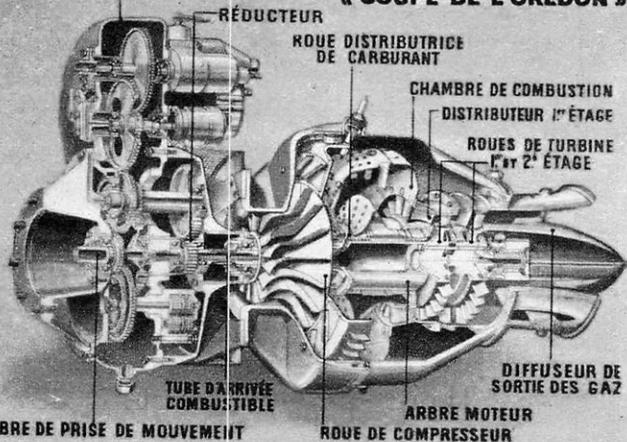
Le Fouga CM-100 est la version motorisée du planeur de transport CM-10. Aile haute et train fixe, il emmène sur 500 km, à la vitesse de croisière de 246 km/h, soit 15 passagers, soit deux tonnes de charge payante pour un poids total de 7 300 kg. Il existe de cet appareil une seconde version, le CM-101, qui ne diffère essentiellement de la première que par son train d'atterrissage escamotable. L'expérience acquise par la Société Fouga dans le domaine des réacteurs légers a conduit à l'étude d'une solution inédite et riche d'applications le montage sur le CM-101 de réacteurs auxiliaires destinés à augmenter la sécurité en cas de panne des moteurs principaux et à accroître la charge marchande en fournissant une poussée additionnelle.

Chez Dassault, le MD-315 « Flamant » a été commandé en série par l'Armée de l'Air et se trouve actuellement en cours de construction et de livraison.

Conforme aux spécifications françaises d'avion colonial, le Morane MS-701 est également un petit bimoteur de liaison, existant en plusieurs versions.

Poursuivant sa construction de série qui porte sur une soixantaine d'appareils, le

BOITIER DE COMM^{te} DES ACCESSOIRES « COUPE DE L'ORÉDON »



SO-95 « Corse » est prévu pour le transport de 13 passagers ou éventuellement 880 kg de fret. Sa principale commande est celle de la Marine française.

LES AVIONS LÉGERS

En matière d'aviation légère, la France a réalisé ces dernières années des appareils de classe internationale ; introduisant la réaction dans ce domaine, elle a mis au point des prototypes dont le succès est incontestable au cours de leurs diverses présentations à l'étranger.

Les réalisations qui nous valent cet éloge sont le fruit d'une heureuse collaboration entre les sociétés Fouga et Turboméca, la première ayant eu l'ingénieuse idée d'adapter à l'un de ses planeurs le turboréacteur de petite puissance que la seconde venait de construire ; ce fut là l'origine du Fouga « Sylphe » dérivé du planeur de performances CM-8.15 et équipé d'un réacteur Turboméca « Piméné »,

La deuxième réalisation de Fouga dans cette même classe d'appareil n'est plus un planeur expérimental mais bien un avion léger à réaction, utilisable pour l'entraînement des pilotes et l'acrobatie, le « Cyclope ». Sa vitesse maximum passe à 375 km/h contre 250 km/h grâce au relèvement de la poussée, de 160 kg pour le Turboméca « Palas » qui l'équipe.

Enfin le biréacteur « Gémeaux » commence ses vols ; il est formé de deux « Sylphe » accolés et, biplace double-commande, est équipé de deux turboréacteurs Turboméca « Piméné ». On en escompte une

vitesse maximum de 370 km/h à 4 000 m.

Un autre appareil léger à réaction effectuait ses premiers vols à la fin de l'année dernière ; c'est le motoplaneur « Emouchet-Escopette » à 4 petits pulsoréacteurs. Un motoplaneur ainsi équipé est d'un prix d'achat réduit et reste parfaitement à la portée des clubs. Le décollage à l'aide des pulsoréacteurs reste peu coûteux : une vingtaine de litres de combustible pour une montée à 600 ou 800 mètres ; de là, il est en mesure de tenir l'air une ou plusieurs heures ce qui permet de voler à bas prix.

À côté de ces prototypes, premières applications de la réaction à peine sorties du stade expérimental malgré un succès déjà certain, l'industrie française construit en série des appareils de tourisme éprouvés qui lui font honneur.

Il faut rappeler le Nord 1 200 « Norécrin », quadriplace de tourisme construit et vendu tant en France qu'à l'étranger, tandis que la chaîne de montage en poursuit activement la production.

Egalement construit en série et destiné à l'exportation, le SIPA-90 est un biplace que ses qualités de légèreté et de maniabilité destinent tout particulièrement aux missions d'avion-école.

Deux petits appareils économiques ont également attiré l'attention de tous ceux qui s'intéressent à l'aviation sportive. Le « Minicab » de la Société Béarn est l'avion le moins cher actuellement construit en France. Il fait l'objet d'une construction de série.

La Société des avions Jodel a mis au point le D-9 « Bébé-Jodel » destiné aux construc-

LES PRINCIPAUX MOTEURS A EXPLOSIONS DE CONSTRUCTION FRANÇAISE

Constructeurs	Désignation	Formule	Puis- sance max.	Alé- sage	Cour- se	Cylin- drée	Ré- gime max.	Lon- gueur	Lar- geur ou diam.	Poids
			ch	mm	mm	l	t/mn	mm	mm	kg
ARSENAL	24 H	24 cyl. en H. Refr. par liquide. Suralimenté...	4000	150	165	70	3000	3020	1200	1900
	12 H	12 cyl. en V inversé. Refr. par liquide	2250	150	165	35	3250	2246	789	952
HISPANO-SUIZA	12 H en tandem	2 moteurs 12 H reliés par un arbre de transmission	4500	150	165	70	3250	5498	776	2100
		12 cyl. en V. Refr. par liquide. Suralimenté ..	1500	150	170	36	2700	2459	744	620
MATHIS	4GB-62	4 cyl. opposés horizont. Refr. par air	2200	150	170	36	2700	2390	802	930
	8 G-20	8 cyl. en V inversé	92	105	100	3,46	2650	868	826	114
MINIÉ	8 GB-22	8 cyl. en V inversé. Refr. par air	200	96	100	6,024	3350	834	700	170
	4 DC-32	4 cyl. opposés horizont. Refr. par air	230	105	100	6,92	3350	1386	700	205
POTÉZ	4 D-31	4 cyl. en V inv. Refr. par air. 4 versions	80	102	91,5	2,98	2610	791	860	85,5
	8 D-30	8 cyl. en V inv. Refr. par air. Suralimenté ..	220	125	120	5,85	2550	1207	527	166
SALMSON	6 D	6 cyl. en ligne inversés. Ref. par air	450	125	120	11,7	2800	1720	794	335
	8 AS	8 cyl. en V inv. Refr. par air. Version franç. de l'Argus AS 10	240	125	120	8,77	2530	1560	510	220
SNECMA	9 ADB	9 cyl. en étoile. Refr. par air	240	120	140	12,7	2000	1105	880	232
	5 AQ-01	5 cyl. en étoile. Refr. par air	59	50	86	2,9	2350	685	694	79
SNECMA	9 ND	9 cyl. en étoile. Refr. par air	90	100	100	3,9	2550			96,6
	9 ABC	9 cyl. en étoile. Refr. par air	195	100	140	9,9	2130			170
SNECMA	14 N-68	14 cyl. en étoile. Refr. par air. Suralimenté ..	260	125	170	18,7	1780			272
	14 R-206	14 cyl. en étoile. Refr. par air. Suralimenté ..	1120	146	165	38,64	2400	1773	1290	700
SNECMA	14 U	14 cyl. en étoile. Refr. par air. Suralimenté ..	1850	146	165	38,64	2600	2088	1298	856
	14 X "Super-Mars"	14 cyl. en étoile. Refr. par air. Suralimenté ..	2200	156	165	44,13	2600	2379	1400	1252
SNECMA	4 L 02	4 cyl. en ligne inversés. Refr. par air	820	122	116	19	3100			740
	12 S	12 cyl. en V inversé. Refr. par air. Suralimenté	170	120	140	6,3	2340	1366	500	155
			600	105	115	12	3300	1930	770	527

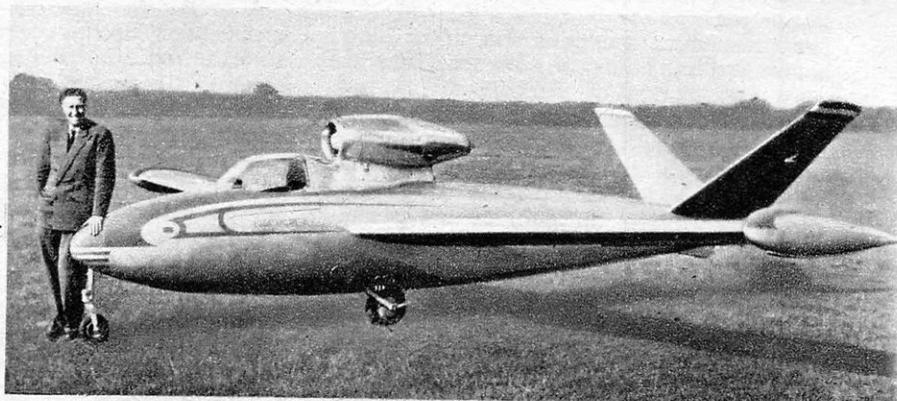


FOUGA « GÉMEAUX »

Il est constitué de deux « Sylphe » accolés : il a deux fuselages et deux réacteurs « Piméné ». Il servira d'avion école biplace double commande. Cet appareil qui commence actuellement ses vols doit atteindre selon les estimations de ses constructeurs une vitesse de l'ordre de 370 km/h.

LE FOUGA « SYLPHE » est un planeur de performance CM-8.15 équipé d'un réacteur « Piméné ». Il décolle en 250 m et sa vitesse de croisière est de 250 km/h. Il peut évoluer à 65 km/h avec ses volets braqués.

LE FOUGA « CYCLOPE » est un avion léger à réaction pour l'entraînement et l'acrobatie. Il est équipé d'un réacteur « Palas ». Sa vitesse maximum est de 375 km/h. Son rayon d'action par vent nul est de 300 km.



teurs amateurs. Plus de 100 de ceux-ci ont acheté les plans et mené à bien la réalisation de cet appareil. Moins confortable que le « Minicab », il est aussi moins puissant mais plus économique.

En matière de planeurs on relève peu de nouveauté dans l'industrie aérienne française. Fouga annonçait au début de l'année la mise en chantier d'une nouvelle version de son planeur de performance CM-7, le CM-71 commandé par le service de l'Aviation légère et sportive. Actuellement en production de série, le Bréguet 900 est un planeur monoplace de grande performance. Sous la direction de l'ingénieur Jarlaud, l'Arsenal a également mis au point plusieurs planeurs de performances, parmi lesquels on compte l'Air-100 monoplace, l'Arsenal 4111 et l'« Emouchet ».

Dans le domaine des voilures tournantes, on remarque, au Sud-Ouest, le SO-1110 « Ariel II », hélicoptère à réaction biplace destiné à l'entraînement et à certaines missions du genre liaisons militaires ou travail aérien, et surtout le SO-1120 « Ariel III » qui est équipé de la turbine à gaz « Artouste » fabriquée par Turboméca. Cet excellent petit moteur doit permettre d'ajouter une troisième place dans la cabine pour un poids total de 1125 kg seulement, tandis que les performances se relèveront de façon appréciable.

Bréguet a construit une nouvelle version de son Gyroplane, le type III, qui emmène maintenant 4 passagers.

La Société du Sud-Est s'intéresse également aux voilures tournantes ; après avoir repris la formule du birotor côte à côte allemand

Focke-Achgelis Fa-223, devenu le SE-3000, elle a mis au point deux petits hélicoptères monorotors SE-3110 et SE-3120 respectivement version civile biplace et version agricole pour saupoudrage, etc...

LES MOTEURS

En turboréacteurs, Hispano-Suiza, travaillant sous licence Rolls-Royce, fabrique en série le « Nene » auquel elle a d'ailleurs apporté quelques modifications. La société vient en outre d'acquiescer la licence du Rolls-Royce « Tay ».

La SNECMA poursuit l'étude de l'« Atar 101 », turboréacteur qui a subi avec succès, en février dernier, l'épreuve d'homologation officielle à la poussée de 2400 kg, aux conditions de l'OACI. Au cours d'essais récents, il a fonctionné pendant 15 heures en développant une poussée de 2600 kg.

Les essais en vol ont commencé en février sur « Marauder » B-26 jusqu'à une altitude de 8000 m.

La Société Rateau a entrepris l'étude d'un turboréacteur de grande puissance qu'elle destine aux avions militaires rapides, le SRA-101. Les performances annoncées sont remarquables ; la température des gaz devant turbine atteindrait 900° C grâce aux nouveaux aciers spéciaux utilisés ; la poussée statique au décollage, de 3300 kg, se relèverait à 4000 kg avec injection d'eau et la consommation, particulièrement faible, serait de 0,85 kg par heure et par kg de poussée.



Dans le domaine des petites puissances, la France doit à la Société Turboméca un certain nombre de réalisations particulièrement réussies, dont plusieurs ont subi avec succès les épreuves d'homologation dans les conditions de l'OACI tandis que certaines même font l'objet de commandes de série.

Le « Piméné », qui vola en juillet 1949, équipe le Fougas « Sylphe » avec lequel il a déjà accompli plusieurs exhibitions spectaculaires. Plus récent, le « Palas » est de même formule ; légèrement plus lourd, il développe une poussée de 160 kg contre les 110 kg du premier ; il est monté sur le Fougas « Cyclope » dont les vols ont commencé il y a quelques mois. Enfin, toujours dans cette même série de turboréacteurs classiques à compresseur centrifuge, la société étudie le « Marboré » qui, pour un poids double de celui du « Palas », doit fournir une poussée totale de 300 kg.

Cependant parmi les différentes études conduites par Turboméca sous la direction de M. Szydlowski, l'une des plus intéressantes est celle de l'« Aspin », turboréacteur à double-flux et circulation variable. Ces deux dispositifs confèrent à la turbine à gaz la grande qualité qui lui manquait, la souplesse de fonctionnement. Dès maintenant les résultats obtenus avec l'« Aspin » qui n'en est qu'à ses débuts, sont très satisfaisants et doivent être améliorés. Pour un poids en charge de 120 kg, la poussée maximum atteignait 200 kg

au cours des essais d'endurance et se relèvera sous peu à 220 kg d'après les prévisions. Mais ce qui est remarquable, c'est la consommation spécifique du moteur qui n'excède pas 628 g par heure et par kg de poussée.

Outre les turboréacteurs, la Société fabrique également des turbopropulseurs, l'« Orédon » et l'« Artouste ».

Enfin, la nouvelle réalisation de la SNECMA, le pulsoréacteur « Escopette », est décrite par ailleurs.

Nous ne reviendrons pas ici sur les remarquables possibilités de la tuyère thermopropulsive de M. Leduc dont la mise au point se poursuit de façon satisfaisante. Le troisième prototype du Leduc-010 est en cours de réalisation.

Dans le domaine du moteur à explosions, on doit signaler quelques intéressantes nouveautés en matière de petites et moyennes puissances.

Potez, en particulier, présente le 6 D, à six cylindres en ligne, inversés, à refroidissement par air, développant 240 ch.

Dans les moteurs de moyenne puissance, il convient de signaler la dernière production de la SNECMA, le 14 X « Super-Mars ». Avec ses 840 ch de puissance au décollage, le « Super-Mars » est actuellement le seul de sa catégorie, excepté le Wright « Cyclone-7 » au diamètre beaucoup plus élevé de 1,28 m, on ne lui connaît aucun concurrent de même puissance.

Y. Marchand.

LES PRINCIPAUX TYPES DE PLANEURS DE CONSTRUCTION FRANÇAISE

DÉSIGNATION	Env.	Long.	Poids à vide	Poids total	Nb de places	OBSERVATIONS	Vit. min. de descente
							m/s
ARSENAL « AIR 100 »	18	8,02	242	337	1	Haute performance.	0,55
ARSENAL 4111	19,20	7,48	280	375	1	Haute performance.	0,62
BREGUET 900	14,30	6,50	200	290	1	Haute performance.	0,70
FOUGA CM. 311 P	14	6,60	167	254	1	Performance.	0,65
FOUGA CM. 71	18	8,47	330	510	2	Performance.	0,82
FOUGA CM. 8.13	13	6,54		335	1	Acrobatie.	0,80
FOUGA CM. 8.15	15	6,20	245	355	1	Semi-acrobatie.	0,71
S.N.C.A.N. C. 800	16	8,40	240	440	2	Ecole. Entraînement.	0,88

NAISSANCE D'UN AVION



L'AVION PARVENU AU STADE DE LA CONSTRUCTION EN SÉRIE (STRATOJET).

QU'IL s'agisse de concevoir un avion civil ou militaire ; avion de tourisme ou de transport de passagers, cargo aérien, bombardier, chasseur ou avion d'assaut — pour n'en citer que quelques-uns — le problème qui se pose est, dans son essence profonde, immuable et se résume en ceci :

« Transporter une charge donnée, à une certaine vitesse et une certaine altitude, sur une distance donnée (ou pendant un certain temps), tout en remplissant des conditions adéquates d'aménagement et de confort. »

L'ensemble de ces exigences constitue la « mission » de l'avion.

Les conditions que pose chacune de ces « missions » sont bien souvent contradictoires. Citons, par exemple, la mission de l'avion-cargo, dont la caractéristique fondamentale doit être le transport du fret avec un prix de revient de la tonne kilométrique réduit au minimum : ceci implique l'obtention d'une excellente « finesse » aérodynamique pour économiser la puissance motrice et le combustible ; mais, en même temps, il faut prévoir de grandes soutes aux accès faciles et complètement remplissables qui s'accrochent mal de formes fuselées ; la mission de l'avion de transport demande, en plus de la précédente, de grandes conditions de confort pour

les passagers, sans toutefois qu'il faille les payer par un alourdissement fatal à la rentabilité.

Citons encore la mission du chasseur d'interception, à qui l'on demande d'atteindre le « mur du son » ou même de le franchir tout en emportant des armes qui accroissent la résistance à l'avancement, qui doit posséder des habitacles pour l'équipage offrant une excellente visibilité; suffisamment confortables pour faciliter le pilotage, les visées, le tir, et pourtant assez réduits en volume et convenablement carénés pour ne pas engendrer prématurément ces néfastes « ondes de choc », ennemies des performances et de la stabilité.

Les exemples de telles conditions contradictoires peuvent se multiplier à l'infini. Ils font de la construction aéronautique une science d'éternels compromis.

Tout comme un être vivant, l'avion va naître avec ses qualités et ses aptitudes, ses possibilités de développement.

Des capitaux, vont s'investir par centaines de millions. Ingénieurs, techniciens et ouvriers collaborent à la création d'une machine qui, dans quelques mois, voire quelques années, s'envolera en emportant à son bord des vies humaines. C'est dire la responsabilité écrasante qui incombe à ses créateurs et, partant, quels soins il leur faut apporter à la conception de l'appareil jusque dans ses moindres détails.

Cette conception comporte deux stades également importants pour le succès final.

Le premier consiste à poser le problème, c'est-à-dire à fixer le programme à réaliser : charge payante, vitesse, altitude, rayon d'action. Il demande beaucoup de science et d'expérience, une parfaite connaissance des possibilités et de l'évolution de l'aviation pour ne pas exiger des performances irréalisables ou, au contraire, trop timides.

Le deuxième stade est la résolution du problème ainsi posé.

Pour mener à bien son œuvre, l'ingénieur doit rassembler autour du berceau de son futur nouveau-né un grand nombre de « fées » modernes, dont les principales se nomment : l'Aérodynamique, la Thermodynamique, la Mécanique des Fluides, la Résistance des Matériaux, la Métallurgie, l'Electricité, l'Electronique, ainsi que cette nouvelle discipline née au voisinage de la barrière du son : l'Aéroélasticité, sans oublier la Science des aménagements et, bien entendu, l'Esthétique, car l'avion — champion d'une marque et bien souvent ambassadeur d'une nation — doit porter en soi l'élégance et la race garantes de ses qualités.

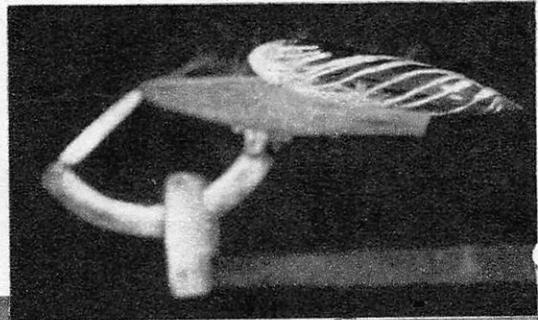
LE PROBLÈME DE L'AVION

L'avion est essentiellement constitué par un fuselage, des ailes, des empennages et des gouvernes, des organes de propulsion, un système atterrisseur.

La sustentation (ou « portance »), qui équilibre le poids de l'avion en vol horizontal, est produite par les ailes; elle est égale à la projection sur la verticale de la résultante des forces aérodynamiques produites par la vitesse d'avancement.

Elle se paie, bien entendu, par une « traînée » aérodynamique qui est la projection de cette résultante des forces aérodynamiques sur la direction de la vitesse.

A cette traînée s'ajoutent les résistances des autres organes de l'avion (fuselage, empennages, train lorsqu'il n'est pas escamotable, antennes, etc.), résistances dites « passives » car elles ne contribuent pas en général à la sustentation.



L'appel d'air entre l'intrados et l'extrados engendre des tourbillons en bouts d'ailes. Ils sont ici « visualisés » en vol par condensation de vapeur d'eau et en soufflerie par projection de bouillie crayeuse.



Le rapport de la traînée totale à la portance porte le nom de « résistance aérodynamique relative » (1).

Les organes de propulsion doivent, dans un vol équilibré horizontal, fournir une traction égale et opposée à la traînée.

Toute la philosophie du problème de l'avion s'exprime alors dans une formule très simple : la puissance utile fournie, par exemple, par un moteur à hélice (produit de sa puissance intrinsèque par le rendement de son hélice) est égale au produit de la vitesse de vol par la traction, elle-même égale, comme nous venons de le dire au produit du poids de l'avion par la résistance aérodynamique relative (2).

Par conséquent, pour emporter, avec une puissance donnée, la plus grande charge utile à une vitesse donnée, ou pour réaliser la plus grande vitesse possible avec une charge utile donnée, il faudra réduire la résistance aérodynamique relative au minimum, puis chercher à diminuer tous les poids qui ne sont pas la charge payante.

Le constructeur du moteur devra obtenir la plus grande puissance pour un poids donné de son engin, et la plus faible consommation spécifique; l'hélicier réalisera le plus grand rendement d'hélice possible.

L'étude de l'avion implique la connaissance parfaite des lois qui régissent la résistance aérodynamique relative et, par conséquent, les lois de la résistance de l'air et de la sustentation.

Elle implique également, une connaissance approfondie des lois de la résistance des matériaux et des efforts que les structures auront à subir, afin de dimensionner celles-ci sans employer un gramme de matière inutile tout en restant dans les limites de la sécurité.

C'est de quelques-uns de ces problèmes, choisis parmi les plus importants, que nous allons dire quelques mots.

TRAINÉE ET PORTANCE

Une aile qui se déplace dans l'air, sous un certain « angle d'attaque », crée au sein du fluide un champ de pressions qui engendre la portance.

En fait, la face supérieure de l'aile, ou extrados, est le siège de dépressions, et la face inférieure, ou intrados, de pressions.

Il en résulte qu'aux extrémités des ailes le voisinage de la dépression d'extrados et de la pression d'intrados crée un appel d'air qui provoque un tourbillon à axe longi-

tudinal d'autant plus violent que la portance est plus grande. La portance se paie donc par une perte d'énergie désignée par « traînée induite » (sous-entendu, par la portance).

Il est clair que, pour une aile de surface donnée, les tourbillons marginaux seront relativement d'autant plus importants que l'envergure sera plus faible (et la profondeur de l'aile plus grande), la proportion de surface altérée étant d'autant plus forte.

C'est pour cette raison que les ingénieurs s'attachent à réduire la traînée induite en augmentant le rapport de l'envergure de l'aile à sa profondeur, que l'on appelle l'« allongement » de l'aile.

Ils sont rapidement limités dans cette voie par des conditions de résistance, car les ailes de grand allongement subissent d'importants efforts de flexion et résistent mal à la torsion, et le poids de matière requis pour la résistance de la structure risque de devenir prohibitif.

Pour les avions classiques de transport, on est ainsi conduit aujourd'hui à des allongements variant de 10 à 12, suivant la distance à franchir.

Un planeur de performance, pour lequel on cherche de très faibles pentes de descente, aura des allongements de 20 et plus. Au contraire, pour un avion à réaction qui vole à des coefficients de sustentation extrêmement faibles, la traînée induite est négligeable et permet d'adopter des allongements de l'ordre de 5 et même moins, au bénéfice d'ailleurs du poids de structure, et de l'épaisseur relative des ailes.

Au voisinage de la vitesse du son, les phénomènes de compressibilité sont d'ailleurs moins nocifs pour les ailes d'allongement réduit.

RÉSISTANCE DE FROTTEMENT

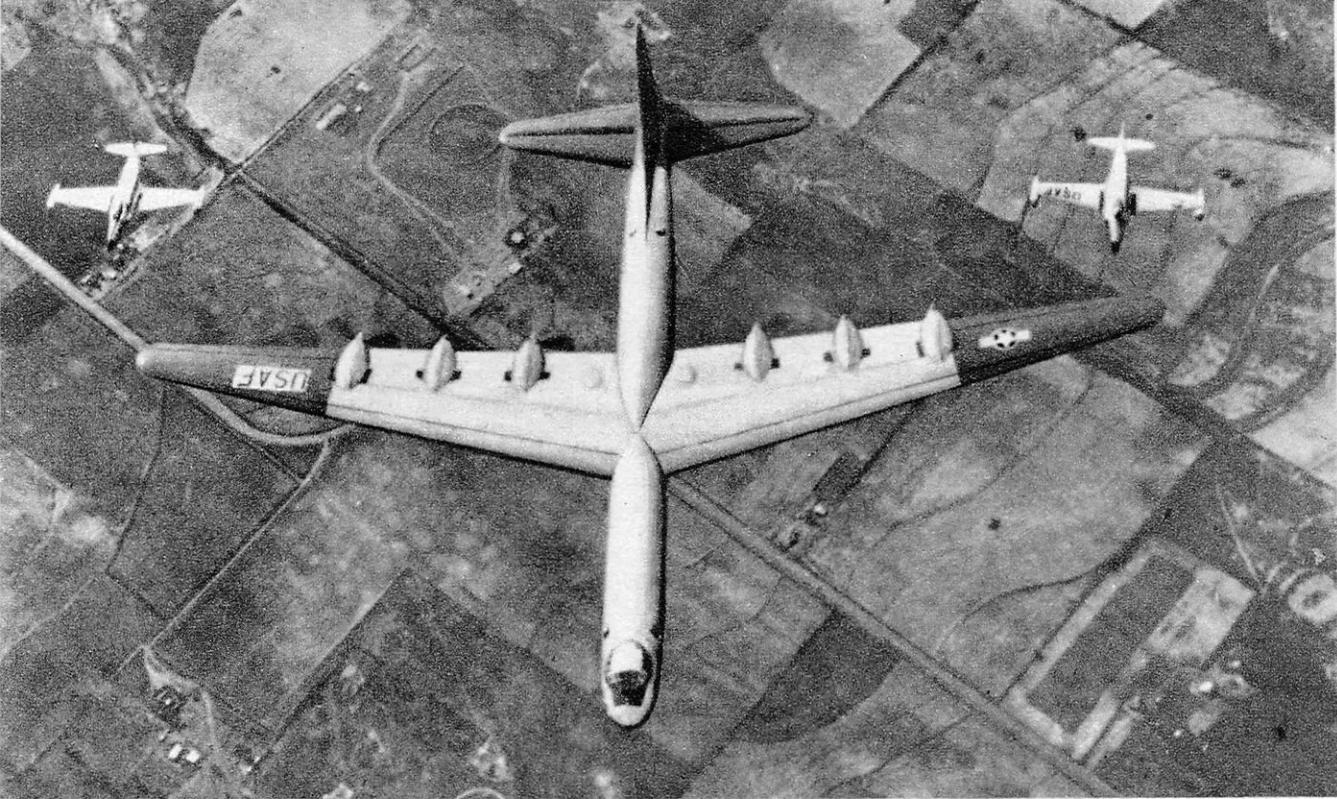
Aux vitesses usuelles en aviation, les forces de frottements des molécules d'air les unes sur les autres sont négligeables, sauf dans une mince couche au voisinage immédiat de l'aile. Quelle est la nature de cette « couche limite » ?

Lorsqu'un profil d'aile est plongé dans de l'air en mouvement, des molécules adhèrent à ses parois, leur vitesse est nulle ; mais lorsqu'on s'écarte de la paroi, la vitesse croît rapidement jusqu'à atteindre la vitesse de l'écoulement extérieur. La couche mince où règne cette variation ou « gradient » de vitesse est constituée, au voisinage du bord d'attaque, par des lames de fluide sensiblement parallèles. On l'appelle « couche limite laminaire ».

A partir d'un certain « point de transition » dont la position dépend de plusieurs facteurs : forme du profil, angle d'attaque, turbulence de l'air, etc..., la couche limite augmente fortement d'épaisseur et devient « turbulente » ; elle est le siège d'un brassage éner-

(1) Ce rapport est généralement désigné par $\tan \varphi$, l'angle φ ainsi défini présentant une analogie frappante avec l'angle de frottement des mécaniciens ou encore l'angle φ des électriciens. La notion de « résistance aérodynamique relative » présente une importance considérable, mise en évidence pour la première fois par Louis Breguet (L'Aérophile du 1er décembre 1909).

(2) Dans le cas d'un avion à réaction, la relation se réduit à : Poussée du réacteur = Poids \times résistance aérodynamique relative.



● Pour réduire la « traînée induite », due aux tourbillons marginaux, on est conduit à augmenter l'allongement de l'aile (rapport de l'envergure à la profon-

deur). Sur le bombardier B-36, il atteint 13. Sur les « Shooting Star » qui l'accompagnent, où la traînée induite a moins d'importance, il est seulement de 5.

gique des molécules d'air et les forces de frottement qui s'exercent sur l'aile sont considérablement accrues.

Siège principal de la « traînée de frottement », la couche limite est l'un des soucis majeurs de l'ingénieur qui doit connaître parfaitement sa nature et les lois qui la régissent, afin d'en réduire les effets néfastes; aussi, très nombreux sont aujourd'hui les travaux qu'elle a provoqués.

L'analyse mathématique en a été longuement développée. Elle a laissé entrevoir les gains que l'on obtiendrait en augmentant l'importance de la couche limite laminaire au détriment de la couche limite turbulente, par un recul du point de transition. Mais l'analyse mathématique ne permet pas à elle seule de faire progresser la technique. Elle doit s'accompagner obligatoirement d'une expérimentation approfondie qui, bien entendu, ne portera tous ses fruits que si l'on peut en transposer avec certitude les résultats à la réalité.

Or on démontre que, pour que les écoulements aérodynamiques soient les mêmes sur l'aile de l'avion réel et sur la maquette de l'aile étudiée en soufflerie, il faut réaliser l'identité dans tous les cas d'un coefficient appelé « nombre de Reynolds », où intervient en particulier la vitesse et aussi la « viscosité cinématique » du fluide, celle-ci inversement proportionnelle à sa densité.

C'est ainsi, par exemple, que pour faire des essais en soufflerie sur une maquette

au $1/5^{\circ}$, il faut, pour obtenir des écoulements identiques à ceux de l'avion en vraie grandeur, soit réaliser une vitesse de l'air de la soufflerie 5 fois plus grande que celle de l'avion, ce qui n'est pas toujours possible, soit, pour une même vitesse, multiplier la pression par 5.

On voit pourquoi les souffleries conçues aujourd'hui spécialement pour l'analyse d'un profil d'aile sont à pression ou à densité variable.

Il suffit d'augmenter progressivement la pression de l'air pour déduire, des essais d'un seul petit modèle, les résultats correspondant à des ailes de plus en plus grandes.

Citons, par exemple, la soufflerie TDT à densité variable du NACA, à la base de Langley Field, aux Etats-Unis, dans laquelle ont été développés la plupart des profils modernes américains. Elle permet d'augmenter la pression de l'air jusqu'à 30 atmosphères.

Les méthodes de laboratoire, jointes à des théories mathématiques très complexes, ont permis d'améliorer considérablement aujourd'hui la résistance dite « de profil » ou de « frottement » des ailes.

La figure page 16 schématise le fonctionnement d'un profil à point de transition assez avancé (à 20% environ de la profondeur du profil à partir du bord d'attaque), ou profil « classique » (car ces profils ont été développés les premiers). On voit comparative-

ment le fonctionnement d'un profil appelé « profil laminaire », car il est le siège d'un écoulement à couche limite laminaire jusqu'à 60 % de sa corde.

La traînée de frottement d'un profil laminaire peut ne pas dépasser la moitié de celle du profil classique de même épaisseur relative.

LES DOMAINES DE LA VITESSE

Les lois de l'aérodynamique sont complètement différentes selon que l'on se trouve à des vitesses inférieures à la vitesse du son (domaine subsonique) ou au-dessus de la vitesse du son (domaine supersonique).

C'est un Français, Sarrau, qui, le premier, a mis en évidence le rôle joué par la célérité du son, suivi de près par Mach, en Allemagne.

La vitesse du son n'est autre que la vitesse à laquelle les perturbations produites par un corps sont transmises par l'air. Lorsqu'une aile se déplace à faible vitesse, les perturbations qu'elle produit sont transmises par l'air à la vitesse du son, beaucoup plus grande, et modifient donc graduellement la

l'on pouvait s'y attendre, considérable. Augmentons progressivement la vitesse de l'air autour d'un profil d'aile. Tout d'abord, jusqu'à des vitesses de 600 à 700 km/h environ, suivant la forme du profil, la résistance de l'air obéit aux lois de l'aérodynamique des basses vitesses.

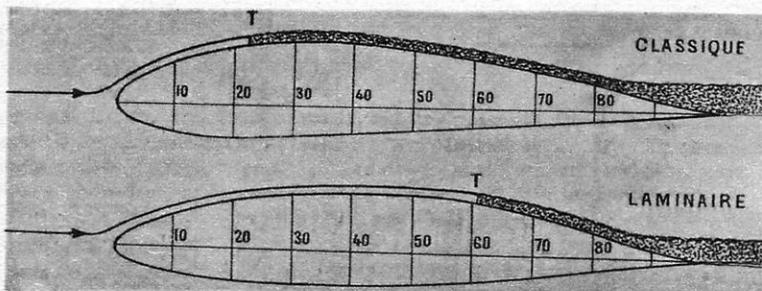
Puis le coefficient de traînée croît brusquement : on dit que l'aile a atteint son « nombre de Mach limite ».

La vitesse augmentant toujours, ce coefficient passe par un maximum, atteint pour la vitesse du son, et qui peut être dix fois plus grand que la valeur au départ. Au-delà, il décroît progressivement et se stabilise, tout en restant de 2 à 3 fois supérieur à sa valeur initiale.

Physiquement, la croissance brutale du coefficient de traînée au nombre de Mach limite s'explique, d'une part par la présence de l'onde de choc qui consomme une certaine énergie dite « traînée d'onde », et surtout parce que cette onde de choc altère profondément la couche limite, en accroissant considérablement sa turbulence et son épaisseur.

Ajoutons que la portance de l'aile est

● La « traînée de frottement » d'une aile en mouvement est localisée dans une mince couche au voisinage immédiat de sa surface. Cette « couche limite », d'abord laminaire, devient turbulente en un « point de transition » situé à 20 % environ de la profondeur de l'aile à partir du bord d'attaque dans le cas d'un profil classique, et à 60 % seulement dans le cas d'un profil dit laminaire.



vitesse et la pression de l'air qui s'approche de l'aile. Les écoulements en basse vitesse ne comportent donc pas de discontinuité.

Aux vitesses supersoniques, au contraire, aucune perturbation de pression ne peut être transmise en avant de l'aile, et la pression et la vitesse de l'air demeurent donc inchangées jusqu'à son voisinage immédiat. Ainsi l'écoulement supersonique est caractérisé par une discontinuité dans la pression et dans la vitesse. La figure page 17 montre que, vue en plan, l'enveloppe des perturbations est (pour les petites perturbations) une droite, que l'on appelle ligne de Mach, et qui est d'autant plus inclinée que la vitesse d'avancement est plus grande. On désigne sous le nom de « nombre de Mach-Sarrau », ou plus couramment de « nombre de Mach » le rapport de la vitesse d'avancement à la vitesse du son. On dira, par exemple, en abrégé, qu'un engin vole à un Mach de 2, pour exprimer que sa vitesse est double de celle du son.

La répercussion de ces phénomènes sur la portance et la traînée de l'aile est, comme

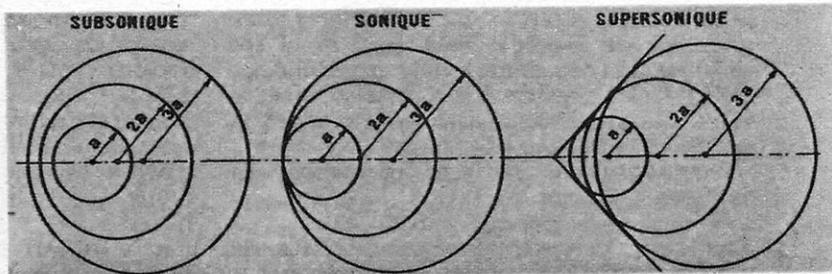
aussi profondément altérée ; quand on atteint la vitesse critique, elle décroît brusquement et le centre de poussée se déplace, les anomalies atteignant leur maximum d'intensité à la vitesse du son.

Ces phénomènes ont provoqué bien souvent des catastrophes aériennes, et les pilotes qui, les premiers, voulurent s'approcher de la redoutable barrière du son, payèrent parfois leur audace de leur vie.

Ceci explique l'importance des recherches dans ce domaine. De multiples souffleries transsoniques et supersoniques de toutes dimensions, ont surgi. Citons en particulier, en France, la Soufflerie S I de Modane, dite soufflerie Paul Dumanois, dont l'importance mérite d'être notée.

Elle rend possible l'étude de tous les problèmes de profils, d'hélices, de fonctionnement de turbo-réacteurs, posés par les vitesses soniques. Elle représente un gros effort français qui rehausse à un niveau très élevé notre potentiel national de recherche aéronautique.

● Lorsqu'un corps se déplace dans l'air, les perturbations de pression se propagent avec la vitesse du son et le précèdent si sa vitesse propre est faible. Mais s'il se déplace plus vite que le son, une onde de choc conique apparaît, dont le demi-angle au sommet (appelé angle de Mach) est d'autant plus petit que la vitesse du corps est élevée (ci-contre : a. vit. du son).



LE DESSIN DE L'AVION

La connaissance des lois théoriques et expérimentales de l'aérodynamique, déjà solidement assises et appuyées sur d'innombrables essais de laboratoire, l'expérience acquise au cours de réalisations antérieures permettent, certes, de « dégrossir » le projet d'un avion répondant à un programme fixé.

On saura choisir en première approximation son tonnage, sa surface, l'allongement de ses ailes, calculer un ordre de grandeur des dimensions de ses gouvernes, etc...

Mais, nombre de points échappent complètement aux calculs, car on ne peut jamais prévoir d'avance quelles seront les interactions des différentes parties de l'avion.

C'est un fuselage qui provoquera, au voisinage de l'aile, un « décollement » prématuré, une aile dont le sillage neutralisera l'effet de l'empennage, ou une hélice dont le souffle dissymétrique empêchera l'alimentation d'un carburateur, etc...

La mise au point du dessin des formes

noyées dans les ailes, actionnement des hélices à pas réglable qui leur permettront de fonctionner — à la similitude près — dans les conditions même de la réalité.

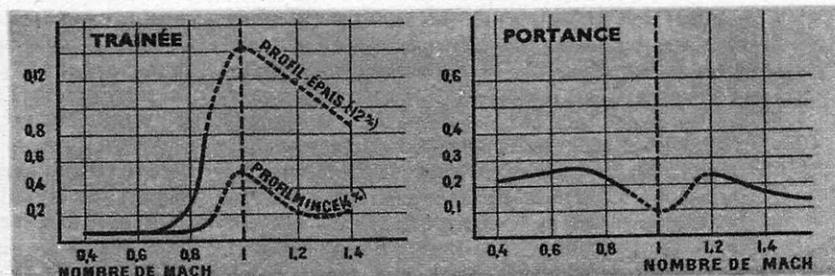
Ainsi équipée, la maquette est prête et fournit d'innombrables renseignements.

Les performances. — Tout d'abord, elle permet la mesure de la portance et de la traînée de l'avion à tous ses angles de vol, grâce à quoi l'on calculera ses performances : vitesse de décollage, vitesse de croisière, vitesse maximum, vitesse ascensionnelle, plafond, rayon d'action, etc.

En prenant certaines précautions, et en effectuant les corrections nécessaires, on arrive avec de l'habitude à estimer les vitesses avec une très grande précision.

Il existe en France des souffleries spécialisées dans l'étude des maquettes motorisées. Telles sont par exemple la soufflerie S 5 de Toulouse, la grande soufflerie d'Issy-les-Moulineaux, la soufflerie de Cannes, la soufflerie Breguet, dans lesquelles on essaie des maquettes de 2 à 3 m d'envergure.

● A l'approche de la vitesse du son, la résistance à l'avancement (ou « traînée ») éprouve une brutale augmentation qui s'accompagne d'une diminution considérable de la « portance » ; c'est la « barrière du son ». L'augmentation de la traînée est particulièrement forte dans le cas des ailes épaisses, d'où l'intérêt des ailes minces aux très grandes vitesses.



générales et des dispositions de l'avion à créer s'effectue à l'aide d'essais en soufflerie sur maquette aérodynamique, réduction fidèle du futur prototype ; les gouvernes sont représentées à la même échelle avec précision, ainsi que les dispositifs hypersustentateurs. Rappelons que ceux-ci ont pour but d'augmenter la portance de l'aile et sa traînée au moment de l'atterrissage, ce qui permet d'augmenter la charge alaire, de diminuer, par conséquent, le poids de l'aile et de voler à l'angle de résistance aérodynamique relative optimum (on est conduit également à des économies de poids des moteurs et de combustible). Des moteurs électriques,

A l'étranger, il existe beaucoup de souffleries de ce genre (Pasadena, Cornell, etc.) Plusieurs sont à pression ou à densité variable. Comme nous l'avons vu plus haut, l'augmentation de la pression revient à augmenter les dimensions de la maquette. Tout se passe alors comme si on « pesait » l'avion lui-même, ou presque ; on est dispensé des « corrections d'échelle ».

D'autres souffleries, également très utilisées, permettent d'essayer des maquettes de très grandes dimensions, ayant parfois les dimensions réelles de l'avion. Ce sont : la soufflerie géante de Chalais-Meudon en France créée par M. Albert Caquot et dont

la section a 8 m sur 16 m ; la soufflerie vraie grandeur de Langley Field de 9,14 m sur 18,28 m, la soufflerie vraie grandeur de Moffet Field, près de San Francisco, dont la veine d'expérience a une section de 16 m sur 24 m.

Les essais en soufflerie permettent de modifier le dessin de l'avion jusqu'à obtention des performances annoncées ; il est bien rare, en effet, que l'on réussisse du premier coup.

Il faut améliorer telle ou telle forme qui provoque des tourbillons ou des résistances parasites, chercher le calage optimum de l'aile par rapport au fuselage, améliorer une nacelle motrice.

La stabilité. — L'avion en vol doit être stable, c'est-à-dire que lorsqu'une force extérieure l'écarte de sa position d'équilibre, il doit y revenir de lui-même.

Il doit être manœuvrable ou contrôlable, c'est-à-dire que ses gouvernes doivent être assez efficaces pour lui permettre les évolutions nécessaires au décollage, à l'atterrissage, aux virages, voire, pour les avions de chasse, aux acrobaties.

Il doit être maniable, c'est-à-dire que le pilote ne doit pas être obligé d'exercer sur les commandes : manche, volant ou pédales, des efforts excessifs.

Stabilité, manœuvrabilité et maniabilité, se pré-déterminent aujourd'hui par des essais de soufflerie.

On cherche tout d'abord les dimensions des empennages qui assurent à tous les régimes du vol, une bonne stabilité. Le problème est difficile, car les sillages de l'aile ou du fuselage risquent de masquer l'empennage à certains angles de vol et de provoquer une catastrophe. Le souffle des hélices est lui aussi souvent perturbateur ; en effet, il est distordu et provoque des dérapages ou des effets de virage qu'il faut compenser ; il s'accompagne d'une nappe hélicoïdale de tourbillons marginaux de même nature que ceux que nous avons signalés à l'extrémité des ailes, et qui affectent grandement les empennages. C'est par de longs tâtonnements que l'on placera ceux-ci de la façon la plus convenable.

L'étude du contrôle de l'avion s'effectue

d'une façon analogue ; on modifie le braquage des gouvernes et on mesure les variations correspondantes d'assiette ou de cap de l'avion. On va même plus loin : chaque gouverne, aileron, gouvernail de profondeur, gouvernail de direction, est monté sur charnière et l'on mesure les « moments de charnière », ce qui permet — connaissant la timonerie — d'en déduire les efforts du pilote. On arrive à les prévoir avec une très bonne précision.

Les règlements internationaux imposent aux constructeurs d'avions des conditions très sévères de limitation des efforts que le pilote doit exercer sur les commandes de son appareil. Or les dimensions importantes des gouvernails ou des ailerons, ou les grandes vitesses réalisées, rendent pratiquement impossible l'obtention d'efforts suffisamment faibles sans recourir à des artifices.

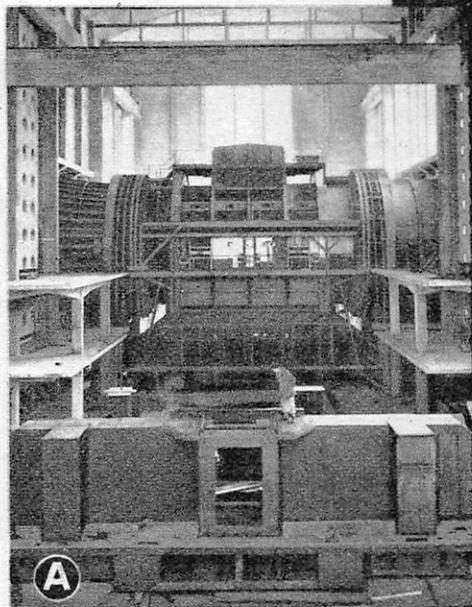
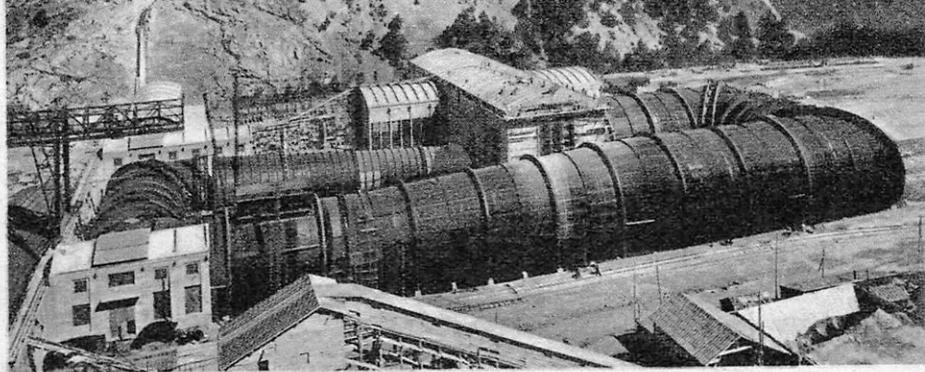
Certains appareils emploient les servo-gouvernes hydrauliques qui se substituent entièrement à la force musculaire du pilote. D'autres dispositions sont également adoptées. Par exemple, on munit le bord de fuite de l'aileron ou du gouvernail d'un petit volet auxiliaire qui porte le nom de « tab » (ou « flettner ») et est commandé par un système de tringles qui lui communiquent un braquage de sens contraire au braquage du gouvernail. L'effort aérodynamique produit sur le tab peut compenser, en partie ou en totalité, les moments de charnière du gouvernail.

La mise au point des gouvernes et de leurs tabs constitue l'un des problèmes les plus délicats de la mise au point des qualités de vol. En effet, il s'agit de réduire à des valeurs inférieures à 15 ou 20 kg des réactions dans les commandes qui, sans ce dispositif particulier, pourraient monter jusqu'à 150 ou 200 kg, c'est-à-dire très au-dessus de la force musculaire du pilote. On conçoit la gravité de ces problèmes qui demandent des essais de soufflerie conduits avec soin et précision.

Ajoutons que la technique de la compensation des gouvernes est aujourd'hui parfaitement au point et que l'on peut, par une commande directe, gouverner à plus de 400 km/h un empennage de très grandes dimensions (50 m²) en ayant des efforts dans le manche inférieurs à une vingtaine de kg.

● Le souffle des hélices s'accompagne d'une nappe de tourbillons marginaux analogues à ceux qui se forment aux extrémités des ailes et qui ont une forme générale hélicoïdale. Leur sillage peut affecter les empennages et compromettre leur action, donc la stabilité de l'avion et l'efficacité des gouvernes. Ils sont ici rendus visibles par photographie au millionième de seconde d'une maquette motorisée placée dans une soufflerie et sur laquelle on dirige de la fumée.

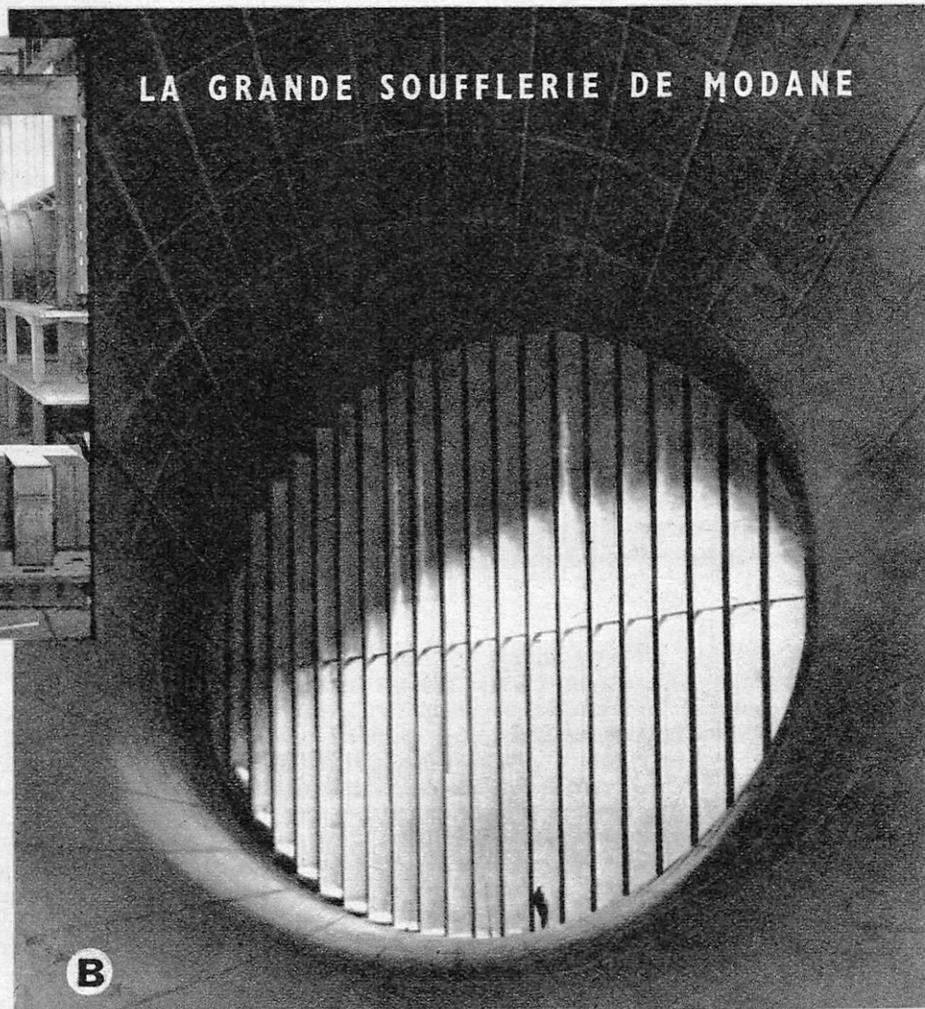
La soufflerie de Modane est constituée par un tunnel de section circulaire dont la forme en plan est un rectangle de 175 mètres sur 64 mètres. La puissance motrice est fournie par deux turbines hydrauliques de 55 000 chevaux actionnant deux énormes ventilateurs de 15 mètres de diamètre. La puissance totale de cette installation est donc de 110 000 chevaux.



A La portion du tunnel dans laquelle on procède aux mesures aérodynamiques a 8 mètres de diamètre sur une longueur utile de 15 mètres. L'air peut y atteindre la vitesse du son et même la dépasser.

B Un des « coudes » de la soufflerie de Modane avec ses aubages redresseurs du courant d'air aux dimensions tout à fait impressionnantes (photographies aimablement communiquées par l'ONERA).

LA GRANDE SOUFFLERIE DE MODANE



LE PROBLÈME DE L'HÉLICE

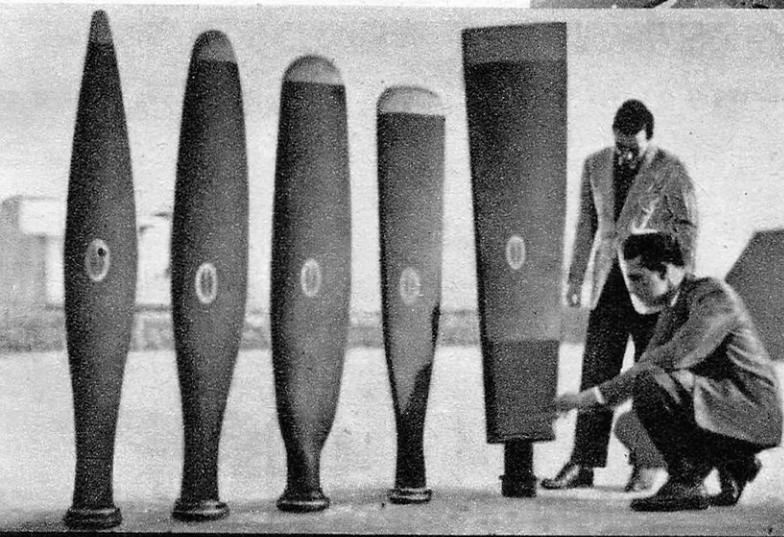
L'hélice est constituée par un certain nombre de pales animées d'un mouvement de rotation. Chacun des éléments de pale fonctionne d'une façon tout à fait analogue à une aile d'avion ; les lois de l'aérodynamique relatives à la portance, la traînée, la couche limite, l'influence de la vitesse lui sont applicables.

Jusque vers 1939, le calcul d'une hélice d'avion s'est effectué d'une façon quasi-empirique ; c'est alors qu'apparurent des méthodes de calcul théorique de plus en plus

rigoureuses, qui se sont considérablement développées. Etayées par des essais très approfondis en soufflerie et en vol, elles permettent aujourd'hui de conduire le calcul d'une hélice avec une précision presque aussi grande que celui d'un train d'engrenages.

Comme on pouvait s'y attendre, la barrière du son s'est dressée elle aussi devant les pales d'hélices, d'autant plus tôt, d'ailleurs, qu'à la vitesse d'avancement de l'avion s'ajoute vectoriellement la vitesse de rotation. Aussi les ingénieurs ont-ils cherché à en limiter les effets nocifs par des profils de très faible épaisseur, calés à des « incidences

Les effets de la compressibilité de l'air se sont fait sentir sur les hélices d'autant plus tôt qu'à la vitesse de rotation s'ajoute celle de l'avion. Les techniciens se sont orientés vers l'emploi de profils minces, comme ceux qui sont à l'ordre du jour pour les ailes des avions rapides, et de pales aux extrémités larges, voire carrées, comme les derniers modèles d'hélices Hamilton Standard que l'on voit ci-contre.



ÉVOLUTION DE L'HÉLICE D'AVION DEPUIS 1930



locales » assez faibles, ce qui explique la forme particulière des hélices modernes, dont les extrémités de pales sont larges.

Les hélices peuvent être isolées, ou coaxiales et contrarotatives. Elles portent alors le nom de « doublet ». L'avantage d'un doublet est de fournir une grande puissance avec un faible encombrement. En outre, l'hélice arrière du doublet redresse le souffle distordu par la rotation de l'hélice avant, et le fonctionnement des empannages de l'avion s'en trouve amélioré.

L'angle de la pale avec le plan de rotation, ou angle de pas, est variable pour permettre son réglage optimum à toutes les vitesses.

Une bonne hélice peut avoir des rendements qui atteignent 86 % et même 90 %.

Lorsque le dessin de la pale d'hélice est achevé, le problème n'est pas encore résolu. Il faut satisfaire aux exigences de la résistance des matériaux ; une pale d'hélice est soumise à une force centrifuge qui peut dépasser 80 tonnes ; à cet effort s'ajoutent les efforts de flexion et de torsion dus aux forces aérodynamiques. Il faut soigneusement calculer tous ces efforts, et s'assurer que le taux de travail du métal est acceptable.

Mais ce n'est pas tout. La pale est, en outre, soumise à des vibrations provoquées par des causes diverses, telles que les à-coups en-

gendrés par les explosions du moteur, ou son passage répété à proximité du fuselage ou des ailes. Ces vibrations entraînent une majoration des efforts qui peuvent provoquer des ruptures.

Depuis quelques années, la méthode des « straingage » (fils minces collés sur la pale et dont on mesure la résistance électrique, variable avec la tension mécanique qu'ils subissent) permet de connaître exactement les efforts dans les pales, et par conséquent, de calculer celles-ci avec une grande sécurité.

Un même type d'hélice monté sur deux avions différents peut subir des efforts de vibrations totalement différents, et les études aux « straingage » doivent être faites pour chaque cas particulier.

L'ALIMENTATION EN AIR DES RÉACTEURS

L'air nécessaire à l'alimentation d'un turbo-réacteur est conduit au compresseur par des « manches » d'alimentation dont le dessin incombe à l'avionneur.

Le problème de la manche à air est le suivant : tout d'abord, l'entrée dans la manche doit s'effectuer par une ouverture sous-

traite aux interactions nuisibles des diverses parties de l'avion. Si l'ouverture est masquée par la partie avant du fuselage ou par un habitacle, le turboréacteur, mal alimenté, ne fournira pas la poussée escomptée, ou chauffera d'une façon anormale.

La manche, d'autre part, est un tunnel qui doit conduire l'air avec le minimum de pertes de charges. La vitesse de l'air, qui est sensiblement égale à la vitesse d'avancement de l'avion à l'entrée dans la manche, doit, dans le cas des compresseurs centrifuges, être progressivement ralentie. Pour le « Nene », par exemple, l'air doit être ralenti de 300 m/s à 35 m/s environ. On y parvient en augmentant la section de la manche d'une façon suffisamment progressive pour éviter les décollements et les phénomènes de « pompage ».

Le problème est difficile, surtout quand les manches à air comportent des coudes (manches latérales), et une expérimentation en soufflerie est nécessaire.

De plus, les formes aérodynamiques à donner aux ouvertures doivent être conçues pour éviter tous troubles aérodynamiques à l'extérieur de l'avion, et toute onde de choc prématurée.

STRUCTURE ET AMÉNAGEMENT

La structure de l'avion doit être très légère, tout en remplissant les conditions requises d'endurance, de robustesse, de résistance à la corrosion.

Elle doit être corrélativement facile à construire, car le problème industriel des délais et des prix demeure, là comme ailleurs, au premier plan.

L'avion est soumis à des forces extérieures essentiellement variables, en grandeur et en direction. Ce sont, outre son poids, les forces aérodynamiques, les forces de propulsion et les forces d'inertie. Il est soumis à des accélérations considérables ; dans une ressource, par exemple, qui est la manœuvre de redressement de l'appareil après un piqué, l'accélération centrifuge dirigée vers le bas, peut atteindre 6 et 7 fois celle de la pesanteur. Tout se passe comme si tous les poids à bord étaient multipliés par sept. Dans le vol par mauvais temps, les rafales de vent provoquent également de très fortes accélérations. De même, les manœuvres des gouvernes créent des efforts importants dans les membrures. On évalue, à l'aide de calculs théoriques et d'essais en soufflerie, les forces auxquelles devront résister les différentes parties de la structure : ailes, fuselage, gouvernes. Le dessin de la structure elle-même est intimement lié aux exigences de l'aérodynamique et des aménagements. Citons, par exemple, le cas de l'aile d'un avion d'interception à réaction. Le poids total d'un tel appareil est de 6 à 7 tonnes. L'aile sera calculée au coefficient 11,

c'est-à-dire qu'elle devra pouvoir supporter une charge de 77 tonnes.

Or une telle aile, pour avoir de bonnes qualités aérodynamiques, doit être la plus mince possible, par exemple ne pas avoir une épaisseur maximum supérieure à 25 ou 30 centimètres ; il faut y loger un train d'atterrissage escamotable, des réservoirs d'essence, des commandes de vol, des canalisations électriques, des circuits hydrauliques pour la commande du relevage du train et des volets d'hypersustentation, des armes avec leurs rampes d'alimentation en munitions, un système de dégivrage, des portes de visites. Ajoutons que les exigences de la couche limite et les grands nombres de Mach demandent de réaliser les profils avec une précision d'un dixième de millimètre, et nous aurons un aperçu de ce problème de structure, auprès duquel le puzzle le plus compliqué n'est que jeu d'enfant.

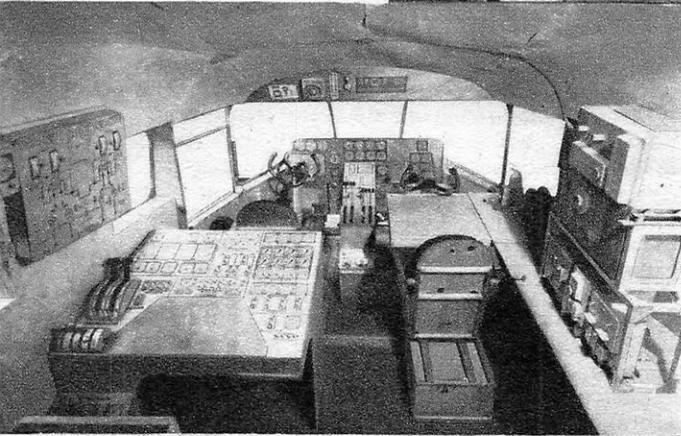
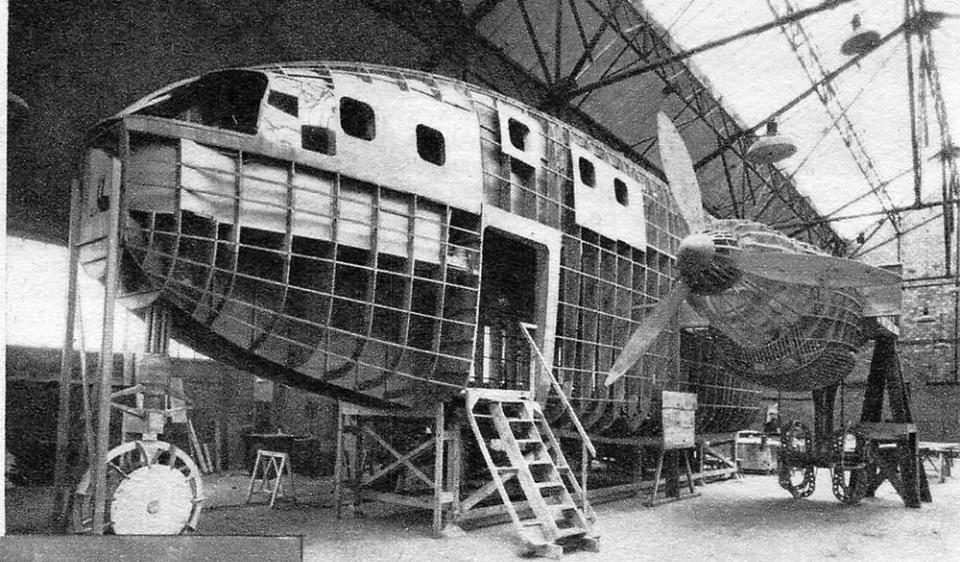
Les éléments résistants de l'aile, longerons, nervures, revêtement (qui participe dans les avions modernes à la résistance) subissent des calculs extrêmement développés et qui font appel aujourd'hui aux plus récentes connaissances mathématiques. Une aile sacrifiée peut subir un essai statique, c'est-à-dire qu'on lui appliquera, sur un montage spécial, les charges qu'elle aurait en vol. À l'aide de vérins, on augmente ces charges jusqu'à rupture, et on peut vérifier ainsi les calculs.

Mais un autre problème se pose : celui des vibrations. Une aile possède une fréquence propre de vibration en flexion et, de même, en torsion. La fréquence propre de torsion est en général différente de la fréquence propre de flexion, mais on constate que lorsque la vitesse de l'avion augmente, ces fréquences propres varient et tendent à devenir égales pour une certaine vitesse que l'on nomme vitesse critique. À ce moment, l'aile se met à battre à la façon d'une rame et se brise quelle que soit la résistance de sa structure. Il vient d'apparaître un phénomène d'instabilité dynamique, désigné souvent par « flutter ».

Toute aile a une vitesse critique ou vitesse de « flutter ». Pour éviter une catastrophe, il suffit de prévoir, au départ, des fréquences propres de flexion et de torsion suffisamment éloignées l'une de l'autre pour rejeter la valeur de la vitesse critique très au-dessus des vitesses que pourra atteindre l'avion. En pratique, une vitesse critique élevée demande une aile extrêmement rigide en torsion, ce qui conduit à répartir la matière travaillante à la périphérie des sections de l'aile, d'où l'intérêt des ailes à revêtement travaillant.

Les vitesses critiques se déterminent par le calcul et se mesurent en soufflerie sur modèle réduit. Aux États-Unis, les longerons de certaines maquettes sont constitués par des tubes de nylon remplis d'air comprimé. En faisant varier la pression de cet air, on modifie la rigidité de l'aile et par conséquent

● Maquettes d'aménagement du Breguet « Deux Ponts » : ensemble de l'appareil et poste de pilotage. Ces maquettes en bois modifiables réalisées en vraie grandeur servent à étudier la disposition de tous les organes pour réaliser le maximum de commodité sans nuire à la solidité et aux qualités aérodynamiques de l'avion. (Photos aimablement communiquées par la Sté Avions Breguet).



ses périodes propres. Cet artifice, très simple, permet au cours d'un même essai de procéder à des mesures systématiques rapides, en vue d'étudier l'influence de la rigidité sur la vitesse critique.

Aux grandes vitesses, même avant l'apparition du « flutter », des déformations de structure se produisent, altérant les caractéristiques aérodynamiques de l'avion. Il faut les réduire au minimum. La science qui étudie ces phénomènes particuliers porte le nom d'« aéroélasticité ».

Ajoutons enfin que la tâche de l'ingénieur est loin d'être achevée lorsque tous les éléments de calcul des « sections travaillantes » du matériau sont définis. Il faut concevoir et dessiner les divers éléments. Ce rôle est dévolu aux bureaux de dessin qui procèdent par voie de croquis et de maquettes d'aménagement.

La « maquette d'aménagement » d'un fuselage, par exemple, est une représentation en vraie grandeur (parfois en réduction) du fuselage, en éléments légers en bois, facilement modifiables. Elle permet de se faire une idée exacte de ce que sera l'appareil, de placer judicieusement les sièges, les commandes, les hublots, les instruments de bord, en vue d'assurer toutes les commodités possibles à l'équipage et aux passagers, et de réaliser le meilleur compromis entre

les exigences de l'aérodynamique, de la résistance des matériaux, de la fabrication, sans oublier celles des futurs utilisateurs de l'avion, civils ou militaires, qui collaborent en général étroitement avec le constructeur.

On réalise également des maquettes d'aménagement pour les ailes, les berceaux moteurs, les trains d'atterrissage, etc.

Au cours de la construction, les éléments de structure sont soumis à des essais nombreux de résistance, de corrosion, et sont l'objet de sévères contrôles. Un train d'atterrissage escamotable peut subir à l'atelier une épreuve de mille relevages, après laquelle il est démonté et soigneusement examiné.

Le problème métallurgique est, lui aussi, au premier plan et les laboratoires de contrôle sont dotés des appareils les plus modernes pour l'analyse et les essais de la texture intime du métal, macrographie, micrographie, et rayons X. Tout récemment, le microscope électronique s'est mis, lui aussi, au service de l'aviation.

On sait que, dans le microscope électronique, le rayonnement formant l'image n'est plus un rayonnement lumineux comme dans le microscope ordinaire, mais un rayonnement électronique.

L'avantage introduit par l'emploi des électrons, réside dans la petitesse de leur longueur d'onde, cent mille fois plus faible que celle de la lumière et qui permet un grossissement cent fois plus grand que celui des meilleurs microscopes classiques. On obtient ainsi de précieux renseignements sur la modification de la structure intime des alliages légers utilisés en aviation lorsqu'ils sont vieillis.

Nous donnons, à titre d'exemple, une photographie de la surface d'un alliage aluminium-magnésium-silicium, vieilli et grossi 30 000 fois environ. Les petits cubes sont des cristaux d'aluminium qui commencent à apparaître, les petits batonnets des files d'atomes de magnésium et de silicium parallèles aux axes cubiques.

ESSAIS EN VOL

Après des mois et parfois des années de recherches, de calculs, de dessins, de fabrication et de contrôles de toute nature, l'avion est enfin achevé et apparaît sur le terrain, prêt à subir les essais en vol. Il s'agit alors de vérifier s'il remplit les conditions qu'on attend de lui en ce qui concerne les performances et les qualités de vol.

Les essais de performances ont pour but de mesurer la longueur de piste qu'il lui faut pour décoller, sa vitesse de décollage, la vitesse ascensionnelle qu'il possède aux différentes altitudes, les vitesses qu'il peut atteindre aux différents régimes des moteurs, sa vitesse maximum et sa vitesse d'atterrissage.

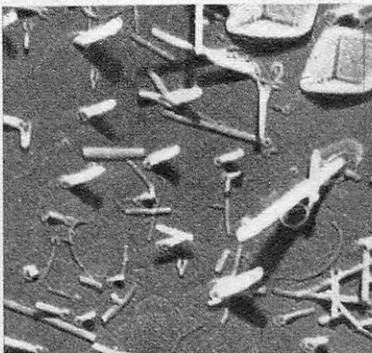
Les essais de qualités de vol ont pour but de vérifier sa stabilité avec les divers chargements qu'il doit emporter.

Ses gouvernes, ailerons, gouvernails de direction et de profondeur ont-elles une efficacité suffisante pour lui permettre d'effectuer les diverses manœuvres que lui demandera le pilote : virage, ressource, acrobatie, de rester contrôlable si, dans le cas d'un multimoteur, un ou plusieurs moteurs viennent à tomber en panne ?

Il faut corrélativement s'assurer que les réactions des commandes ne sont pas trop fortes dans la main du pilote.

On procédera également aux essais de bon fonctionnement de tous ses équipements : instruments de bord, instruments de navigation, équipements électriques, hydrauliques, ouverture et fermeture des trappes et portes, dispositifs de sécurité. Véritable laboratoire volant, l'avion en cours d'essais doit être mis en œuvre par un personnel d'élite hautement spécialisé.

Les essais en vol sont onéreux et dépendent des circonstances atmosphériques. Les mesures à effectuer au cours d'un vol doivent être par conséquent le plus nombreuses possibles, et présenter tous les caractères désirables de fidélité et de précision. Aussi la méthode de mesure automatique par enregistrement continu des grandeurs à mesurer a-t-elle été considérablement développée depuis quelques années. Citons en France, l'enregistreur Hussenot-Baudouin développé au Centre d'Essais en Vol de Brétigny, qui enregistre sur papier photographique un nom-



Le microscope électronique est l'instrument de choix pour l'étude de la structure intime des métaux : un alliage Al-Mg-Si vieilli pendant 16 h, à 250°C.

bre considérable de paramètres tels que vitesse, accélération, pression dynamique, pression statique, efforts au manche, efforts aux pédales, braquage des gouvernails et des ailerons, incidence de l'avion, nombre de tours du moteur, etc...

Les essais en vol sont tout d'abord effectués par le constructeur. Il y a là une période de mises au point de toutes natures, car malgré les soins avec lesquels on a conduit l'étude du prototype, chaque avion pose des problèmes nouveaux qui demandent en

général des études en soufflerie complémentaires, menées conjointement avec les essais en vol, afin d'éclairer ceux-ci et d'en limiter la durée.

Quand le prototype est jugé satisfaisant, le constructeur le présente à l'examen des Services Officiels d'Essais en Vol, qui, dotés de tous les appareillages nécessaires, contrôlent les performances et les qualités de vol de l'appareil et jugent s'il est apte à remplir la mission pour laquelle il a été conçu. Si l'examen est satisfaisant, il est délivré à l'avion le Certificat de Navigabilité grâce auquel il pourra commencer son existence.

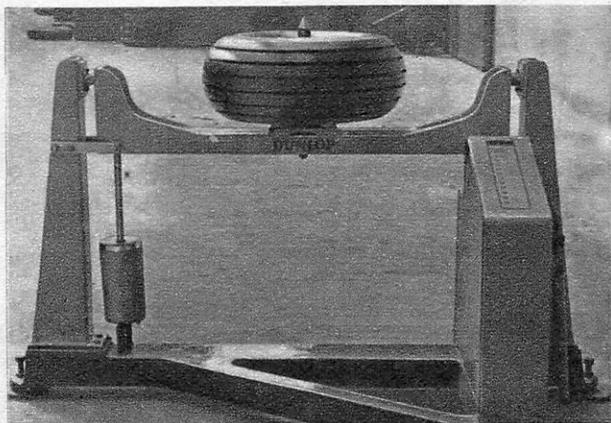
Nous avons voulu seulement, dans cet exposé donner une idée extrêmement schématique des problèmes à résoudre pour construire un prototype. En réalité, leur simple énumération remplirait plusieurs volumes.

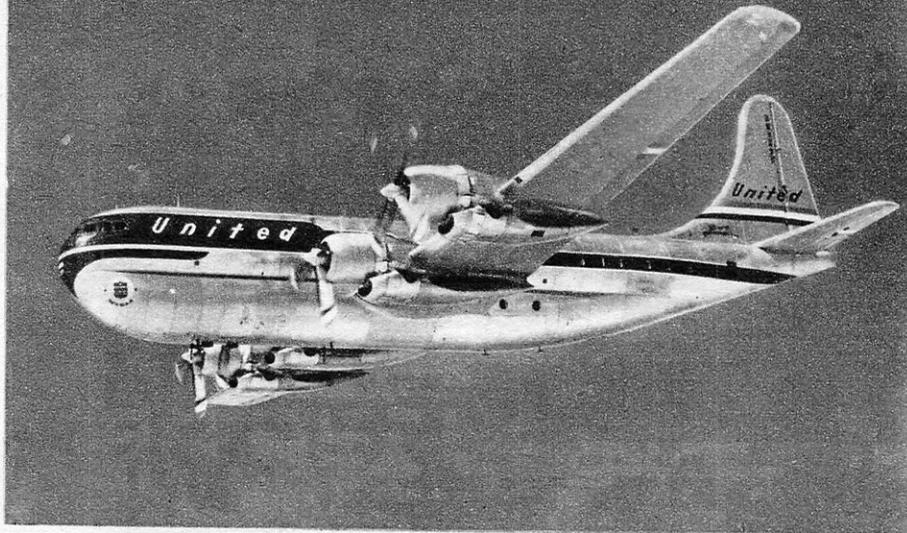
Notre but était simplement d'évoquer l'atmosphère, le climat de la vie des ingénieurs qui s'attaquent aujourd'hui à la création d'un avion, c'est-à-dire à l'un des problèmes les plus complexes et aussi les plus captivants que l'on puisse poser aujourd'hui au cerveau humain.

Jean Brocard,

Ingénieur Civil de l'Aéronautique.

Tous les organes d'un avion sont soumis à de nombreux contrôles. Voici la balance spéciale Dunlop pour l'équilibrage des pneus : un balourd de la roue provoque au décollage des vibrations dangereuses.

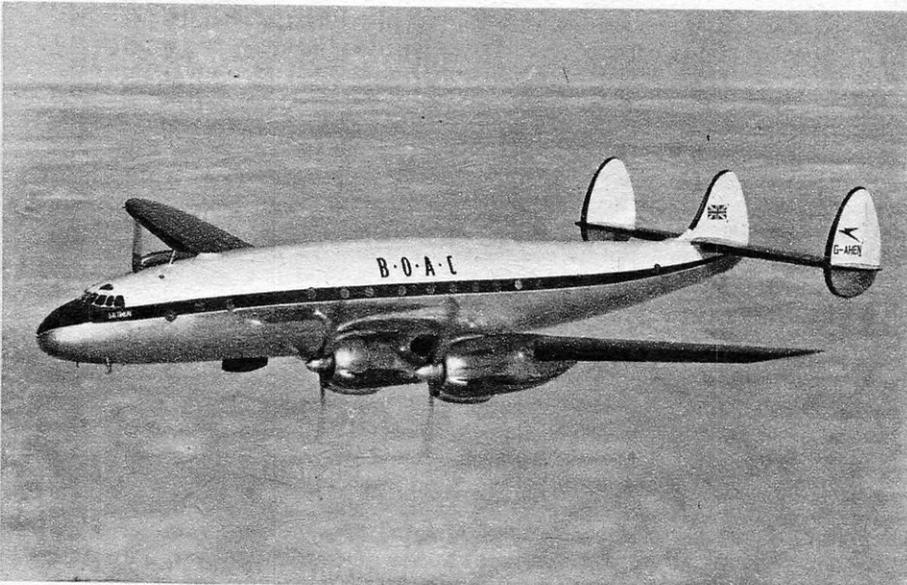




United Air Lines

« STRATOCRUISER »

C'est actuellement le plus lourd (65 t) des quadrimoteurs en service sur les lignes régulières. Il dérive du Boeing B-29 « Superfortress » comme le « Stratoliner » dérivait du Boeing B-17 « Fortress ». Son fuselage est à deux ponts. Sa cabine pressurisée lui permet de voler en croisière vers 6 000 m où sa vitesse atteint 500 km/h. Il est utilisé par plusieurs compagnies sur les lignes transatlantiques et emporte 55 à 100 passagers suivant le confort offert.



British Overseas Airways Corporation

« CONSTELLATION »

C'est le quadrimoteur le plus connu des voyageurs qui circulent sur les lignes longs-courriers. Du prototype C-69 à l'appareil de série L-749, le poids total au décollage est passé de 37 à 47 tonnes, sans modification des dimensions. Depuis sa sortie des usines Lockheed à la fin des hostilités, quelque 210 appareils ont été livrés à 15 compagnies aériennes. La version L-749 coûte 363 millions de francs. Le « Super-Constellation » en coûtera 420.



Trans World Airlines

« CONVAIR LINER »

Cet appareil a, jusqu'ici, triomphé dans la compétition qui s'est ouverte entre les constructeurs d'avions pour donner un successeur au Douglas DC-3. Il peut être aménagé pour 40 passagers en première classe et 52 en « coach ». Sa cabine pressurisée lui permet de voler à 6 000 m à près de 500 km/h. Récemment a été annoncée la sortie du « Convair Liner 340 », dérivé du précédent. Près de 200 « Convair Liner » sont actuellement en service et 57 « 340 » commandés.



Trans Canada Airlines

« CANADAIR FOUR »

Cet appareil canadien possède la même cellule que le Douglas DC-4, toutefois sa cabine pressurisée comporte quelques améliorations. Ses moteurs sont des Rolls-Royce « Merlin » de 1 760 chevaux. D'un poids total de 37 t (contre 33,2 t au DC-4), il est aménagé spacieusement pour 40 passagers. Sa vitesse de croisière atteint plus de 400 km/h. Il équipe les réseaux canadiens et sous le nom d'« Argonaut », certaines lignes anglaises vers l'Amérique latine.



American Airlines

DOUGLAS DC - 6

Ce quadrimoteur long-courrier, issu de la longue lignée des Douglas, est le concurrent direct du « Constellation ». Les quelque 50 appareils en commande depuis quelques mois attestent bien que les 170 avions de ce type en service donnent satisfaction. Il existe, outre la version standard, les modèles DC-6A (cargo) et DC-6B plus lourds et plus rapides. Sur le DC-6B on a prévu le remplacement futur des moteurs à pistons par des turbopropulseurs.

10.000 DÉCOLLAGES PAR JOUR

LE TRAFIC AÉRIEN MONDIAL

L'IMPORTANCE du transport aérien s'est affirmée sur le plan économique depuis la fin du dernier conflit. Pour bien situer le développement de cette activité, et tracer les grandes lignes du cadre dans lequel elle évolue, il faut renoncer à l'image traditionnelle du monde que nous en donnent les cartes classiques. À considérer une carte polaire, on se rend compte aisément que 75 % des foyers économiques susceptibles d'alimenter le transport aérien sont situés plus près du cercle polaire que de l'équateur. Les capitales d'Europe occidentale, les agglomérations atlantiques et pacifiques de

l'Amérique contiennent pratiquement les sièges sociaux et les réserves de « puissance » de la plupart des Compagnies qui, peu à peu, ont poussé leurs réseaux jusqu'au fond des continents lointains : Amérique latine, Afrique du Centre et du Sud, Australie, Extrême-Orient. Au fur et à mesure que les lignes étaient ouvertes et prolongées, les escales ont donné naissance à des services aériens locaux progressivement étendus ; depuis les points terminus, au fond des continents, le trafic, régional d'abord, est remonté jusqu'à la source des lignes longs-courriers venant d'Europe ou des Etats-Unis.

Il y a près de vingt ans, l'Aéropostale avait déterminé l'essor du transport aérien au Brésil et en Argentine. Aujourd'hui, Air France atteint chaque semaine Rio et Buenos Aires, mais les Aerolineas Argentinas et la Panair do Brazil desservent Paris, venant des rives de la Plata et des plages de Copacabana. L'Air India vient jusqu'à Londres, après que les Imperial Airways, puis la B.O.A.C. (British Overseas Airways Corporation) aient rodé la route aérienne des Indes. Des transversales se sont établies. Des deux rives américaines, la Pan American Airways a lancé ses avions gros porteurs vers l'Est et vers l'Ouest jusqu'à souder sa ligne « Tour du Monde » vers Bangkok.

L'U.R.S.S., dans ce schéma, apparaît, de par sa politique fermée à toute pénétration de son espace national, comme un « bouchon » qui obture, sur des milliers de kilomètres les rives arctiques du pôle, océan de glace propice aux liaisons aériennes les plus directes. À supposer qu'un jour l'U.R.S.S. ouvre ses frontières aériennes, Londres sera, par la route de l'Est, à 5 500 km de moins de Tokio qu'elle n'en est actuellement éloignée par l'Ouest. De même, le continent soviétique constitue un obstacle qui fait la bonne fortune des îles, relais aériens du Pacifique central : Hawaï, Midway, Wake, Guam. New York, à 20 000 km de Pékin par les Hawaï, n'en n'est plus qu'à 10 000 km par la route orthodromique du Grand Nord.

Pour être éloignés des régions économiques les plus évoluées de l'hémisphère nord, les pays « au sud du monde » ne bénéficient pas moins d'un développement intense du transport aérien.

International par essence, il couvre la terre d'un réseau de communications aux mailles multiples qui stimule toutes les possibilités d'échange.

RÉPARTITION DU TRAFIC AÉRIEN

A ne considérer que les 64 Compagnies aériennes les plus importantes du monde, groupées au sein de l'International Air Transport Association (I.A.T.A.), le trafic annuel atteint, pour l'année 1949, 27 000 000 de passagers transportés, 600 000 000 de tonnes-kilomètres produites et 1 400 millions de km parcourus. Ces résultats se traduisent encore d'une manière plus tangible en exprimant que, tout au long de la même année, il y eut en moyenne à travers le monde un décollage d'avion de transport toutes les 10 secondes.

En 1951, plus de vingt services aériens réguliers sillonnent quotidiennement le ciel de l'Atlantique Nord ; pour aller de Rio de Janeiro à Saô Paulo, il suffit de se rendre à l'aéroport Santos-Dumont, en bordure de la ville, d'où l'on part sur un des avions qui font le service toutes les vingt minutes, comme à Paris on va prendre un train de banlieue. Il n'est pas moins remarquable de constater que La Paz, capitale de la Bolivie, est exclu-

sivement ravitaillée en viande fraîche par avion, comme le sont également Brazzaville et Douala, alimentées par les abattoirs de la région du Tchad. De même, le reboisement de l'Islande a été facilité par le transport par air de 280 000 sapins norvégiens depuis Tromsø.

Le niveau du trafic aérien, pour être apprécié à sa juste valeur, mérite d'être considéré en fonction de celui des voies de surface, encore qu'il faille distinguer passagers et marchandises.

1) LES PASSAGERS

Entre l'Europe et l'Amérique, 42 % des voyageurs prennent l'avion, mais les 280 000 passagers aériens transatlantiques de l'année 1949 ont été plus nombreux que les 258 000 des seules première et deuxième classes maritimes. À l'intérieur des Etats-Unis, en 1950, le trafic aérien des voyageurs a dépassé à plusieurs reprises le trafic « Pullman » ferroviaire ; il a atteint, en période de pointe, 40 % de l'ensemble des transports par voie ferrée toutes classes, tandis que la proportion des voyageurs se rendant par avion vers la Grande Bretagne atteignait au maximum 18 % de l'ensemble des déplacements.

Par contre, à Casablanca, le mouvement des passagers à l'aéroport dépasse sensiblement celui du port maritime, bien que celui-ci progresse continuellement. Au cours de l'Année Sainte, l'aéroport de Rome-Ciampino a enregistré plus de passagers que chacun des deux ports de Naples et de Gênes.

Dans le Pacifique, entre la Californie et les Hawaï, on comptait, en 1940, 640 voyageurs par air et 56 000 par mer ; moins de 10 ans plus tard, 58 000 ont pris l'avion et 26 000 seulement le bateau. De même, entre l'Australie et le Canada, il y a 1 voyageur par mer contre 5 par air.

Ces données comparatives sont, on le voit, très variables selon les distances à parcourir et le degré d'équipement des voies de communications en surface. À la limite, on ne peut guère établir un rapport valable entre le mouvement annuel des 180 000 voyageurs qui disposent de 60 services quotidiens pour se rendre par avion de Tasmanie en Australie du Sud et les perspectives d'une concurrence entre le rail et l'avion de Paris à Marseille, puisque le trafic kilométrique des passagers utilisant tous les transports aériens français atteint à peine 4 % de celui de la S. N. C. F.

2) LES MARCHANDISES

Le transport des marchandises par air est devenu réalité quotidienne et, depuis cinq ans, le volume de son trafic augmente sans cesse. Mais la marge est grande entre les messageries aériennes et les mouvements de marchandises, envisagés sous l'aspect du « transport de masse ».

Comparée à l'activité du port de Marseille, celle de l'aéroport de Paris, qui a enregistré

CLASSEMENT MONDIAL DES GRANDES COMPAGNIES

ÉLÉMENTS DE CLASSEMENT
POUR 15 COMPAGNIES
DE PREMIER PLAN
MEMBRES DE L' I. A. T. A.

LONGUEUR
DES RÉSEAUX
EXPLOITÉS

CLASSEMENT
MONDIAL

FLOTTE D'AVIONS

DU TYPE
MODERNE

FLOTTE totale
exploitée

CLASSEMENT
MONDIAL

AVIONS EN
COMMANDE

TRAFFIC (en millions
de tonnes kilométri-
ques) statistiques
OACI

CLASSEMENT
MONDIAL



AIR FRANCE (France)

185 000

1°

47

113

5°

14

131

6°



B.O.A.C. (Gde-Bretagne)
British Overseas Airw. Corp.

160 000

2°

63

100

6°

39

102

7°



B.E.A.C. (Gde-Bretagne)
British European Airw. Corp.

22 000

13°

42

96

7°

48

25

12°



K.L.M. (Hollande)
Koninkl. Lucht. Maatsch.

146 000

3°

47

79

9°

24

81

8°



S.A.S. (Scandinavie)
Scandinavian Airw. System.

145 000

4°

38

76

10°

28

46

10°



SABENA (Belgique)

60 000

7°

21

60

11°

2

23

13°



SWISSAIR (Suisse)

35 000

10°

8

28

15°

2

14

15°



T.C.A. (Canada)
Trans-Canada Airlines.

32 000

11°

20

47

12°

69

9°



Q.E.A. (Australie)
Qantas Empire Airways.

53 000

8°

10

43

13°

21

14°



PANAIR DO BRASIL (Brésil)

83 000

6°

4

28

14°

30 (?)

11°



A.A.L. (U.S.A.)
American Airlines.

17 500

14°

147

147

2°

14

292

1°



P.A.A. (U.S.A.)
Pan American World Airw.

90 000

5°

147

177

1°

18

254

2°



T.W.A. (U.S.A.)
Trans World Airlines.

43 000

9°

81

145

3°

49

229

4°



U.A.L. (U.S.A.)
United Air Lines.

24 400

12°

74

135

4°

60

248

3°



E.A.L. (U.S.A.)
Eastern Air Lines.

15 700

15°

38

91

8°

49

179

5°

Air France : 1^{er} dans le monde pour la longueur du réseau, 1^{er} en Europe pour le trafic.



● Le Bristol 170 « Freighter » des Silver City Airways a transporté 5 000 véhicules et 15 000 passagers entre les côtes anglaise et française, de Lymgne au Touquet. Ci-contre le pianiste S. Niedzelski avec son piano sur une remorque spéciale, partant pour la Grande-Bretagne.



un trafic de 23 000 tonnes de fret en 1950, démontre qu'il y a environ 2 tonnes par air pour 1 000 tonnes par mer. Au Maroc, la moyenne mensuelle de la dernière année écoulée a été de 500 tonnes par avion contre 580 000 tonnes par voie maritime et 50 000 tonnes par fer.

Pour l'année 1949, la flotte commerciale aérienne française a traité 58 000 tonnes, courrier postal inclus, mais on a évalué à environ 20 millions de tonnes le trafic de notre marine marchande.

Cependant, aux Etats-Unis, le trafic des messageries et du fret aérien atteignit, en 1950, 26 % des messageries ferroviaires et, pour peu que le tarif avion descende du niveau de 45 fr la tonne-kilométrique à 26 fr, ce qui n'est pas exclu dans les années à venir, cette proportion pourrait s'élever jusqu'à 100 %, l'avion-cargo venant à concurrencer sur un pied d'égalité les services du rail-express.

Au Brésil, la position avantageuse de l'avion est encore plus manifeste : on gagne 11 jours à expédier 5 tonnes sur 1 000 km par air, sans payer plus cher que par la route.

A la lumière de ces résultats, il faut se garder de porter un jugement définitif sur le potentiel de transport offert par l'aviation, ni dans un sens, ni dans un autre. Le transport aérien est encore très jeune ; rappelons qu'en 1914, l'automobile n'était pratiquement pas utilisée sous la forme, si banale aujourd'hui, du camionnage.

Déjà la démonstration des possibilités

techniques de l'avion-cargo a été faite d'une manière édifiante. L'activité du « pont aérien » de Berlin, qui a été jusqu'à traiter 8 000 tonnes de fret par jour, s'est approchée du niveau du trafic d'un port de mer.

Côté voyageurs, les jeunes générations, très favorables aux voyages aériens, le demeureront en vieillissant et entraîneront, de ce fait, un accroissement permanent des « passages ». Dans quelques années il n'y aura plus guère de réticence à l'égard de l'avion du point de vue de la sécurité, il y en aura de moins en moins à l'égard des tarifs, et le fret aérien bénéficiera également de ce climat favorable.

Mais il importe de garder l'enthousiasme chevillé à une saine logique. Là où les liaisons économiques intenses ont fondé, depuis des dizaines d'années, un réseau de communications en surface parfaitement au point, l'avion demeure un moyen de transport indispensable, certes, et quelquefois source de bouleversements à l'égard de certaines traditions, mais un moyen de transport « complémentaire » des autres, d'autant plus que ces derniers, bien que plus lentement, progressent eux aussi. Il serait vain de vouloir substituer les avions, fussent-ils géants, aux navires, alors que leur mise en œuvre exigerait plus de pétroliers qu'ils ne pourraient remplacer de cargos.

Par contre, l'aviation s'impose lorsqu'elle établit ses lignes en des régions d'accès difficile ou trop récemment ouvertes à l'exploitation de leurs propres richesses pour avoir

pu pleinement profiter de la route, du rail, ou de la navigation.

Entre les deux points de vue, il y a place pour une synthèse. L'équipement des territoires centre-africains passe au stade des réalisations actives dès lors que le personnel, les vivres, les pièces de rechange, les moyens sanitaires et les instruments de précision peuvent, en quarante-huit heures être acheminés à pied d'œuvre. Les routes coloniales et la marine marchande bénéficient de l'apport aérien. Elles profitent du matériel lourd qui devient utilisable parce que l'avion supprime le problème crucial des immobilisations stériles, dues aux attentes des dépannages et des approvisionnements en pièces détachées.

LES COMPAGNIES AÉRIENNES

I° LES ENTREPRISES

En aviation, comme souvent ailleurs, les activités se situent à des échelles trop différentes pour que le nombre total des entreprises de transport soit exactement déterminé et traduise valablement la physionomie économique de cette industrie.

A ne considérer que les Compagnies officiellement connues, disposant d'appareils allant du quadrimoteur de 70 tonnes au monomoteur du type « Beaver » ou « Norduyn Norseman », on peut dénombrer quelque 300 sociétés exploitant approximativement 4 300 avions (1). Il conviendrait d'ajouter à ces chiffres ceux de l'U.R.S.S. et de la Chine de Mao-Tse-Tung. Pour la première, son réseau de 200 000 km environ couvre un territoire équivalant au sixième des terres émergées et nécessite une flotte estimée à un minimum de 300 avions de transport de 16 à 40 tonnes. Quant à la seconde, elle disposait précédemment de deux compagnies (China National Air Corporation et Central Air Transport Corporation) équipées de 71 avions, bimoteurs américains de 13 à 19 tonnes pour la plupart ; cette flotte fait l'objet d'un litige entre les gouvernements de Pékin et celui de la Chine nationaliste. On sait que les avions sont réfugiés partie à Hong-Kong et partie à Formose. Une nouvelle Compagnie unifiée exploite, probablement dans le cadre d'un accord sino-soviétique, 25 avions sur les lignes de la Chine populaire.

Dans cette estimation d'ensemble, correspondant à 95 % du trafic aérien mondial, les Etats-Unis dominent la situation avec 39 compagnies, dont 16 de tout premier plan, et 1 200 avions de transport, sans compter 2 500 entreprises secondaires se livrant à des services non réguliers ou à la demande,

assurés par près de 6 000 appareils dont 1 200 multimoteurs de faible tonnage. Cette prééminence des U.S.A. ne doit pas voiler certaines données très significatives en d'autres régions.

C'est ainsi que les 14 entreprises les plus importantes des seuls états de l'Inde, du Pakistan, de Ceylan et des Philippines, alignent 235 appareils, soit à peu de choses près autant que les trente premières compagnies d'Afrique (250 avions). De même, le potentiel de transport aérien de l'Alaska, ou de certains pays d'Amérique centrale, dépasse celui de l'Espagne et du Portugal réunis.

A l'échelon supérieur de la hiérarchie des compagnies aériennes, l'Association Internationale du Transport Aérien « I.A.T.A. » mérite une attention spéciale. C'est une sorte de grand syndicat mondial, dont le siège, à Montréal, se trouve auprès de celui de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale — « O.A.C.I. » — à caractère politique. L'« I.A.T.A. » coordonne les activités commerciales des 64 compagnies affiliées qui comptent parmi elles les plus grandes du monde, à l'exception de l'« Aeroflot » soviétique. Ces compagnies exploitent un réseau de plus de 1 500 000 km avec une flotte globale d'environ 2 400 appareils de 30 types différents — 80 % sont d'origine américaine — dont 38 % sont des quadrimoteurs longs-courriers. Leurs services assurent la presque totalité du trafic international.

Les Compagnies de l'« I.A.T.A. » jouissent parfois d'une situation privilégiée dont les fondements sont plus politiques qu'économiques. Aussi bien, certaines compagnies dites du « secteur privé », par opposition à celles qui sont officiellement reconnues « comme instruments choisis des gouvernements », présentent une importance économique égale et même supérieure à celle de certaines entreprises affiliées à l'« I.A.T.A. ». C'est le cas de Sociétés privées, comme les « T.A.I. » en France, les « Braathens » en Norvège ou les « Bharat-Airways » aux Indes, dont le parc aéronautique et l'équipement l'emportent sur ceux des « Aerovias Guest » mexicaines ou des lignes aériennes portugaises affiliées à l'« I.A.T.A. ».

Par ordre de grandeur, les compagnies aériennes peuvent être classées sous différents titres, selon que la longueur des réseaux, le nombre d'appareils en service ou le bilan du trafic réalisé sont pris en considération. Le tableau page 27 groupe ces indications pour 15 compagnies particulièrement connues et renommées.

Le transport aérien aux Etats-Unis se révèle très différent de ce qu'il est ailleurs. La première compagnie du monde par les résultats obtenus et par l'homogénéité de sa flotte entièrement moderne, « American Airlines », est également une de celles dont le réseau est le plus court. Les « 5 grandes » entreprises américaines totalisent un kilométrage

(1) Ces données traduisent déjà une sélection ; elles comptent, par exemple, le Canada pour 193 avions et le Brésil pour 182, alors que d'après les informations locales il existe 625 appareils de transport canadiens et 300 brésiliens.



PAR AIR FRANCE EN CONSTELLATION

Sur les lignes océaniques les compagnies aériennes rivalisent d'ingéniosité pour rompre la monotonie du voyage. Ci-contre, à bord d'un Constellation de la ligne Paris-New York d'Air France, un mannequin présente la collection des plus récents modèles d'un couturier. Ci-dessous, la nuit venue, les fauteuils spécialement étudiés forment de confortables chaises-longues.



de lignes régulières à peine égal à celui du réseau d'Air France, alors qu'elles comptent 7 fois plus d'avions

Une même différenciation caractérise les sociétés de seconde zone. Les « Slick Airways », qui exploitent, aux Etats-Unis, 24 Curtiss C-46 bimoteurs de 18 tonnes, pour des services exclusivement réservés au fret aérien, feraient figure d'entreprise de premier plan dans le cadre Europe — Afrique. Certaines de nos compagnies privées ne seraient, à l'échelle américaine, que des entreprises comparables à celles qui y assurent les « lignes d'apport » ou « feeder-lines ». Aux dimensions de la géographie économique correspondent des exploitations de dimensions variables. Et le transport aérien soviétique, dans la partie européenne de son vaste réseau, présente vraisemblablement une densité comparable à celle qui existe aux Etats-Unis, tandis que le trafic s'étire, en zone asiatique, à la manière des lignes longs-courriers de nos grandes Compagnies Internationales d'Europe.

Ainsi, la situation du transport aérien dans les divers pays se trouve liée aux conditions géographiques, à la productivité et aux ressources naturelles qui alimentent les échanges nationaux et internationaux de leurs territoires. L'aviation marchande est beaucoup plus développée aux Indes, dans le Grand Nord canadien qu'on ne le suppose bien souvent en Europe. Le Brésil et l'Australie ne sont-ils pas, après les Etats-Unis, les premiers états du monde pour l'importance de leur trafic aérien rapporté au chiffre de la population ?

2° LA CONCURRENCE

Le nombre relativement faible de Compagnies et d'avions en service à travers le

globe ne laisse pas de surprendre le lecteur des statistiques du transport aérien. La flotte de toutes les marines marchandes atteint 13 000 unités ; en France, on a pu recenser, en 1950, 543 000 véhicules routiers de 1 200 kg à 15 tonnes, alors que 5 000 avions suffisent à assurer les services aériens du monde entier. Cependant le contribuable se voit fréquemment contraint de participer à l'équilibre financier des compagnies aériennes qui expliquent leur déficit chronique par les méfaits d'une concurrence nationale et internationale.

Les causes d'existence de cette compétition, intense en dépit du petit nombre des participants, tiennent à peu près toutes à ce que l'originalité de l'avion réside dans sa vitesse.

Un autocar de 50 places parcourt, en dix heures de route, à peine la distance Paris-Bordeaux. Mais un avion de même capacité, volant à 400 km/h transporterait dans le même laps de temps une centaine de voyageurs sur le parcours aller et retour Paris-Casablanca. Dix avions de cette classe, utilisés 200 heures

A BORD DU BOEING « STRATOCRUISER »

Le Boeing « Strato-cruiser », qui a été mis en service récemment sur certaines lignes transatlantiques, est un appareil à deux ponts qui emporte près de 100 passagers assis ou bien 45 passagers en couchettes. Ci-contre le bar-salon, à l'étage inférieur, peut recevoir jusqu'à 14 personnes à la fois. Ci-dessous le petit déjeuner d'une passagère.



par mois chacun, assureraient ainsi, en un trimestre, un mouvement de 60 000 passagers entre Paris et le Maroc, supérieur à celui qui a été enregistré, pour toutes directions, à l'aéroport de Casablanca durant les six premiers mois de 1950.

Dans le transport des marchandises, le même raisonnement reste valable et quatre Breguet « Deux-ponts », exploités sur la ligne Paris-Copenhague à raison de 10 heures de vol par jour, suffiraient à absorber un courant de 1 200 tonnes par semaine entre les deux capitales.

Compte tenu des prix du transport aérien, un tel potentiel de trafic laisse, en réalité, peu de place sur un même marché à plusieurs compagnies désireuses de le conquérir. L'avion offre une charge payante modeste — 33 % de son poids total — au regard du camion — 60 à 70 % — de la péniche fluviale — 80 % —. Mais sa **vitesse** agit comme un **multiplicateur** de cette faible capacité jusqu'à imposer l'avion comme instrument d'une sorte de camionnage accéléré à long rayon d'action.

Ce facteur « vitesse » et l'accroissement du potentiel transport qui en résulte, jouent avec d'autant plus d'acuité que l'avion représente un capital fort onéreux. Comme tel, il faut qu'il « tourne » rapidement pour rapporter, c'est-à-dire qu'il vole au maximum de ses possibilités. « Un avion au sol ne vaut rien », disent les Américains.

Alors qu'un DC-3 des surplus de guerre ne valait guère plus de 15 millions, un bimoteur moderne coûte 160 millions de francs et un quadrimoteur DC-6 B ou « Super Constellation » L.1049, 350 à 400 millions. L'amortissement de telles sommes exige que les avions volent 12 à 15 heures par jour, au lieu de 5 à 6 heures, pour étaler les frais cor-



respondants sur une période d'utilisation plus longue. Du même coup, le progrès technique aidant, les appareils offrent une capacité de transport considérablement accrue. Un quadrimoteur lourd de 1951 peut assurer seul, sur une ligne déterminée, les mêmes services que deux Douglas DC-4, ou quatre « Dakotas », et beaucoup plus rapidement. Que les besoins des usagers n'augmentent pas en proportion, et cet accroissement de capacité ne trouvera à s'employer qu'au détriment d'autres avions, d'autres compagnies concurrentes. A moins que, les uns et les autres se partageant la clientèle trop rare, ne constatent une diminution du rapport des sièges occupés au regard des places disponibles. Cet abaissement des « coefficients de remplissage » des avions est enregistré chaque fois que les services offerts au public dépassent la nécessité, tant aux Etats-Unis que sur les lignes d'Empire et de prestige des autres compagnies aériennes.

Extérieurement, cette lutte d'intérêts se

traduit par une publicité tapageuse, par une grande variété d'organisations commerciales, d'horaires, de commodité, de confort, mais surtout par un argument des plus directs : la baisse des prix.

3° LES PRIX

La " 2° classe aérienne "

Le transport aérien est bien une des rares activités dont les prix, en 10 années, se soient abaissés dans leur ensemble. Le prix du kilomètre par passager a diminué de 60 % en 10 ans, de 35 % depuis 5 ans, pour atteindre un niveau de 10 à 15 francs actuels. La tonne kilométrique est passée de 70 cents américains à 18 et 15 cents entre 1940 et 1950. L'avion est souvent moins cher que le train et le paquebot.

Mais les transporteurs aériens ne sont pas satisfaits de ce résultat, compte tenu de la capacité de transport de leurs appareils qui excède les besoins d'une clientèle de luxe. Ils veulent aujourd'hui atteindre « les masses ». L'innovation récente de la 2° classe aérienne répond à ce but en même temps qu'elle offre une solution au problème de la concurrence entre les Compagnies. Elle ne doit pas être confondue avec les réductions de tarifs accordées à certains voyageurs (enfants, étudiants), en fonction des parcours (10 % sur les aller et retour) ou de la durée des voyages (tarifs excursions). La « 2° classe », l'« Air Coach » américain, a été instaurée aux Etats-Unis dans le cadre de la lutte entre les compagnies non régulières et les grandes entreprises de trafic intérieur reconnues de nécessité publique par l'Administration. Les « Capital Airlines » ouvrirent le feu avec des Douglas DC-4 à 60 places au lieu de 44. Les passagers, un peu plus tassés dans l'avion, bénéficièrent d'une réduction appréciable : 10 360 fr le billet New-York-Chicago au lieu de 15 435 fr tarif normal. L'expérience a prouvé que nombre de voyageurs consentaient à renoncer au confort pour payer 3,50 fr de moins par km. Il est vrai qu'initialement, les avions de 2° classe étaient plus lents que ceux des services réguliers Pullman. Mais le problème s'est compliqué du fait que les grandes Compagnies, fortes de leurs puissantes assises financières, ont elles aussi établi des 2° classes, converti leurs Constellations et DC-6 en « coach » aussi rapides que leurs luxueux « liners » et attaqué les concurrents plus faibles sur leur propre terrain d'action. L'énorme accroissement du trafic passager américain depuis 3 ans est presque uniquement dû à l'apport des 2° classes. On a pu établir que 66 % des voyageurs n'auraient pas pris l'avion si les « coach services » n'avaient pas existé.

Les autres pays ont rapidement suivi la même voie. En France, les Compagnies aériennes groupées au sein de l'« A.T.A.F. » (Accord de coopération entre les Transporteurs

Aériens Français) ont institué des classes sur les relations de l'Union Française.

Elles sont beaucoup plus différenciées qu'aux Etats-Unis :

classe A, Pullman sur Lockheed	}	longs courriers.
« Constellation » ;		
classe B, subdivisée en	}	moyens courriers et petits parcours.
B1 : 1° classe sur DC-4 à 34 places ;		
B 2 : 2° classe sur DC-4 à	}	
55 places ;		
classe C sur bimoteur DC-3 ou	}	
Bristol 170.		

Dans cette sorte de 3° classe, le confort (insonorisation, nourriture, personnel de bord, etc.) est réduit au strict minimum. L'écart moyen des prix entre les classes A et C est beaucoup moins sensible que dans le chemin de fer ou le bateau, ce qui se justifie dans la mesure où l'avion conserve malgré tout l'apanage de la vitesse, quelle que soit la catégorie du service. L'expérience prouve cependant que la classe luxe risque d'être délaissée, sauf en période de pointe, le supplément de confort et le gain de quelques heures ne justifiant pas toujours le supplément de prix, lorsque de toute façon l'avion économise des jours ou des semaines de voyage.

En matière de marchandises, une même tendance a entraîné l'application de tarifs différenciés selon la nature des produits transportés, sans que la qualité ni les délais d'expédition en soient affectés. Ce système, combiné avec les réductions de prix, de groupages, vaut aussi bien pour le fret lourd chargé sur avions cargos que pour les messageries courantes.

LES RÉSULTATS FINANCIERS

L'abaissement des tarifs contribue inévitablement à élargir la clientèle du transport aérien. Cependant, pour beaucoup, l'aviation commerciale demeure une industrie coûteuse dont les bilans reflètent un déficit chronique.

C'est un fait qu'en 1949 la plupart des grandes entreprises d'Europe ont subi de lourdes pertes. Au Canada, aux Etats-Unis même, les résultats ne furent pas brillants. Douze grandes compagnies américaines n'ont distribué aucun dividende et le directeur des puissantes Pan American Airways avouait que le revenu net de 3 % servi à ses actionnaires était le fait d'un placement sans grand intérêt.

Cependant, en 1950, la situation s'est améliorée. Les Corporations britanniques résorbent leur déficit, la « B.E.A. » réalise même des bénéfices et il en est de même pour les lignes canadiennes. Air France s'approche de l'autonomie financière, les subventions n'atteignent que 10 % des recettes commerciales, tandis que les Compagnies intérieures, aux Etats-Unis, arrondissent, chaque mois, de substantiels bénéfices, en dépit de coefficients de charge des avions parfois inférieurs à ceux des périodes déficitaires. Il est vrai que les

rémunérations postales américaines constituent un moyen de financement indirect appréciable qui atteint 12 à 22 % des recettes des compagnies aériennes. Est-ce à dire que le transport aérien progresse sur la voie de l'assainissement financier ?

La concurrence a certainement agi dans le sens d'une amélioration efficace des méthodes commerciales. Le rendement du matériel et du personnel progresse indiscutablement ; l'instauration et la généralisation des services de 2^e classe sont pour beaucoup dans cette évolution. Mais ils sont pratiquement appliqués aux seules liaisons de caractère national et leur heureuse incidence provient surtout de ce que des profits accrus dans des exploitations « intérieures » compensent les pertes qui se maintiennent par ailleurs. Ce sont toujours les mêmes réseaux qui sont déficitaires et les mêmes lignes qui sont surchargées. Les compagnies du secteur privé, qu'il s'agisse des « Slick Airways », des « Flying Tigers » américaines ou des « T.A.I. », « U.A.T. » ou « Air Maroc » en France sont régulièrement bénéficiaires. Mais toutes ces sociétés ont le choix des lignes qu'elles exploitent, alors que nombre de grandes compagnies internatio-

nales sont des « ambassadeurs de prestige national ». Elles se doivent de maintenir leur pavillon sur certains réseaux quelle qu'en soit la rentabilité. Pour elles, à la concurrence économique se superpose la rivalité politique des Etats. Et dans cette seule mesure on peut affirmer que la concurrence est source de déficits chroniques.

Du moins cette compétition acharnée sur les marchés du transport aérien aura permis d'améliorer les performances commerciales du matériel. C'est vers l'avion qu'il faut se tourner pour obtenir la réponse aux difficiles problèmes qui se posent dans le domaine du commerce par air.

La mise en œuvre des dernières réalisations d'ordre technique laisse entrevoir des économies considérables sur les prix de revient d'exploitation. Les moteurs à turbine, les voilures souples — type Rey Matra ou Boeing B-47 — les ailes à grand allongement, tous moyens d'alléger les poids morts de l'avion, d'accroître sa capacité marchande et sa vitesse, seront sources de profit. Mais que les constructeurs ne s'illusionnent pas sur les calculs théoriques, les frais généraux des compagnies aériennes doublent leurs frais d'exploitation, et l'avion n'est jamais utilisé à 100 % de sa charge payante. Peut-être faudra-t-il baisser de 50 % les prix de revient actuels pour que le transport aérien atteigne sa maturité.

Peut-être faudra-t-il aussi que les institutions gouvernementales contemporaines renoncent à l'utiliser comme un outil de leur étroite politique nationale qui paralyse souvent le développement normal d'une activité conçue, dès l'origine, à l'échelle internationale.

F. Serraz.



● Ces deux photographies représentent, d'une part, la spacieuse cabine d'un avion de 1^{re} classe « pullman » des T.W.A. et, d'autre part, l'aménagement interne d'un appareil de 2^e classe « coach » des P.A.A. En sacrifiant un peu le confort, on a pu disposer 63 sièges au lieu des 40 normalement prévus. Les tarifs réduits attirent une nouvelle couche de clientèle et on a pu noter aux Etats-Unis un coefficient de charge de 82 % sur les lignes exploitées en 2^e classe contre 50 % sur les avions de 1^{re} classe.



LES DERNIERS PROGRÈS DES MOTEURS D'AVION

LA variété et la complexité des moteurs d'avion où l'on pouvait voir le trait saillant de leur évolution depuis la guerre, n'ont pas cessé de s'accroître.

Le moteur à explosions conserve la première place dans l'aviation de transport comme dans l'aviation de bombardement stratégique. Mais ce n'est plus la place exclusive qu'il détenait il y a deux ans. Les premiers avions de transport équipés de turboréacteurs et de turbopropulseurs sont entrés en service ; le turboréacteur apparaît sur les plus récents bombardiers lourds construits en série, soit comme moteur d'appoint sur le Convair B-36D où quatre General Electric J-47 s'ajoutent aux six Pratt et Whitney de 28 cylindres, soit comme moteur principal sur l'hexaréacteur Boeing « Stratojet ».

Les échecs britanniques, prévus depuis quelques années, des avions et hydravions de transport géants équipés de turbopropulseurs, avaient conduit à négliger un peu ce type de moteur. Mais le succès remarquable, en puissance, en légèreté et en consommation, des dernières réalisations américaines (Allison et Pratt et Whitney), le met à nouveau au premier rang de l'actualité aéronautique.

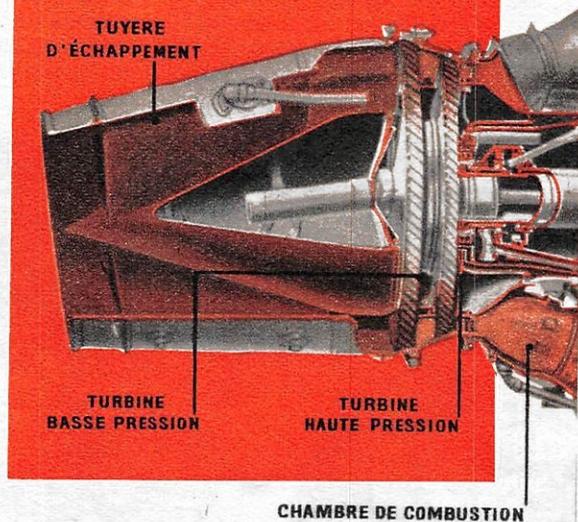
Les perspectives du turboréacteur se sont certainement amenuisées du côté de l'aviation de transport. Mais il se rattrape largement en aviation militaire où il a étendu son emprise du chasseur au chasseur-bombardier, puis au bombardier léger, enfin au bombardier lourd avec les commandes des dernières versions du B-36 et du B-52 passées à Convair et à Boeing.

La grosse nouveauté est le développement pris par le statoréacteur, soit sous la forme pure d'un moyen de propulsion exigeant la mise en vitesse préalable par un autre engin, soit sous la forme d'une tuyère de post-combustion à l'échappement d'un turboréacteur ordinaire. Cette dernière addition se généralise sur les appareils militaires à réaction ; la première forme, étudiée seulement jusqu'ici sur appareils expérimentaux, a donné lieu à la commande d'un prototype de chasse français chez Leduc. La situation est la même pour les hélicoptères où le statoréacteur, qui en était toujours au stade de l'appareil expérimental, vient de passer à la série avec le Hiller « Hornet ».

Le pulsoréacteur lui-même, dont les applications s'étaient jusqu'ici limitées à la V-1, connaît un regain d'intérêt avec « l'Escopette » de la SNECMA, où l'on vise à en faire un moteur auxiliaire d'usage étendu.

LE ROLLS-ROYCE « DART »

Le « Dart » est le premier turbopropulseur qui ait volé, en octobre 1947, dans le nez d'un bombardier « Lancaster ». Il équipe actuellement le Vickers « Viscount », premier avion de transport à turbopropulseurs en service. Pesant 460 kg pour une puissance de 1 400 ch au décollage, c'est un des plus légers parmi les moteurs pouvant équiper les avions des grandes lignes aériennes. Il comporte un compresseur du type centrifuge à deux étages et une turbine également à deux étages.



LE TURBOPROPULSEUR

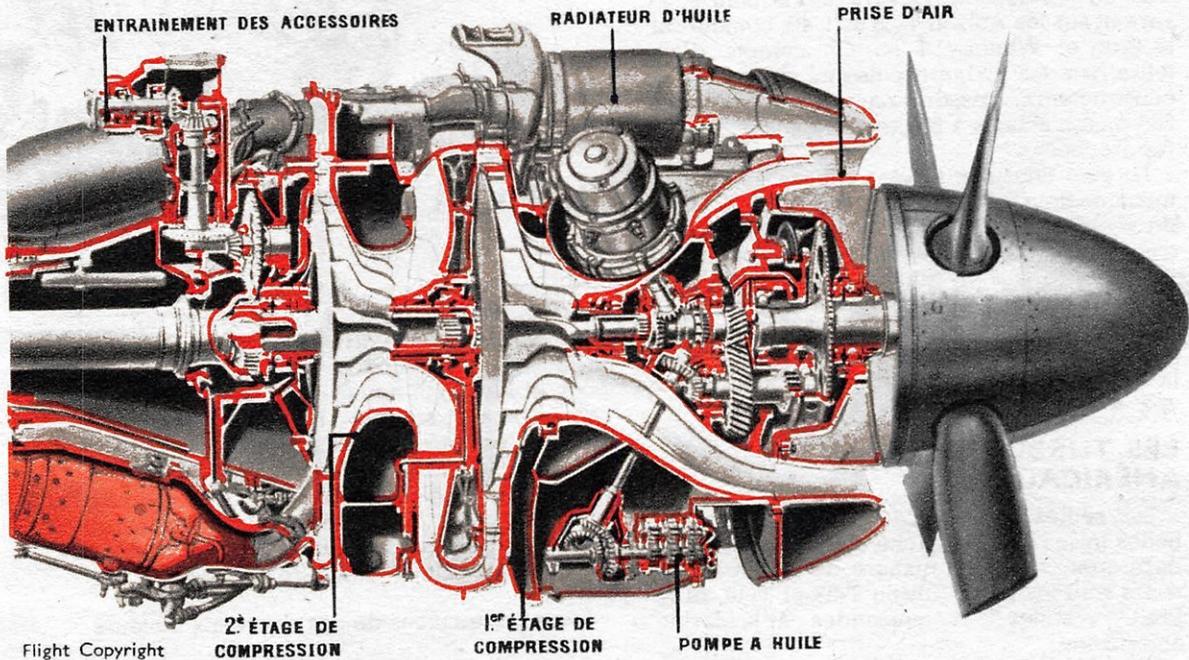
Dès l'entrée en service des premiers turboréacteurs allemands sur les Messerschmitt Me-262, l'intérêt de la turbine à gaz pour la commande d'une hélice apparut avec évidence pour de multiples applications.

Le « rendement propulsif », c'est-à-dire le rapport du travail utile fourni par l'hélice à l'énergie mécanique transmise par le moteur à son arbre, est excellent dans le domaine subsonique où il dépasse largement 0,8. Il tombe assez vite, surtout avec les hélices de type ancien, dès qu'on pénètre dans le domaine transsonique ; aux vitesses de 900 à 1 000 km/h qu'on obtenait des premiers chasseurs à réaction, il aurait difficilement atteint la valeur de 0,7.

Aussi le rendement propulsif du turboréacteur, qui s'évalue de même par le rapport du travail utile de propulsion à l'énergie cinétique contenue dans le jet de gaz, paraissait-il acceptable puisqu'il variait de 0,6 à 0,65 pour une vitesse de 900 à 1 000 km/h. Mais ce rendement propulsif, lié au rapport de la vitesse d'éjection des gaz, de l'ordre de 600 m/s, à la vitesse de l'avion, tombe très rapidement lorsque celle-ci se réduit ; il ne dépasse pas 0,45 pour la propulsion par réaction d'un avion à 600 km/h. L'hélice reprenait donc tous ses avantages sur les appareils relativement lents comme les avions de transport, et sa combinaison avec la turbine à gaz, le

équiper ne répondaient pas aux conditions qu'on exige d'un moteur d'avion, et à la première d'entre elles, la légèreté, qui peut faire passer sur une consommation un peu élevée. Le premier turbopropulseur de Bristol, le « Theseus », pesait dans les 450 g/ch ; aussi, bien qu'un échangeur à l'échappement réduisit sa consommation au point qu'elle ne dépassât guère celle d'un moteur à explosions, on dut y renoncer sur les turbopropulseurs suivants et accepter une consommation accrue, pourvu que le moteur fût léger. Le « Proteus » de 3 200 ch, qui lui succédait, pesait dans les 400 g/ch ; c'est encore nettement trop.

Dans la comparaison de poids entre un turbo-



« turbopropulseur », devait concurrencer le moteur à explosions si l'on réussissait à concilier sur le nouveau type la légèreté et l'économie de consommation.

Aussi, dès 1945, toute une série de turbopropulseurs étaient-ils mis à l'étude en Grande-Bretagne, chez Bristol, Rolls-Royce et Armstrong-Siddeley, pour équiper les nouveaux avions de transport du programme Brabazon.

LA LÉGÈRETÉ

Pourquoi ces turbopropulseurs n'ont-ils pas donné satisfaction, entraînant dans leur échec les appareils géants qu'ils équipent, le Bristol « Brabazon » de 131 t et l'hydravion Saunders-Roe SR-45 « Princess » de 142 t qui ne seront pas construits en série ?

Il est possible que les cellules de ces prototypes soient à incriminer, mais il est certain que les turbopropulseurs qui devaient les

propulser et un moteur à explosions, il faut bien remarquer en effet qu'elle porte sur une puissance au sol. Le moteur à explosions, grâce à son compresseur mécanique ou à son turbocompresseur, est en mesure de rétablir cette puissance en altitude. Mais celle du turbopropulseur diminue, en première approximation, comme la densité de l'air, sans qu'aucun rétablissement en altitude soit à envisager. Pour être vraiment intéressant aussi bien en aviation de transport qu'en aviation militaire, le turbopropulseur ne doit pas dépasser les 200 g/ch des dernières réalisations américaines.

LA CONSOMMATION

La consommation sera, pour longtemps encore, un des points faibles de la turbine à gaz. C'est elle qui, notamment, freine son application dans les centrales thermiques

et les transports terrestres et maritimes. Seule l'extrême légèreté du turboréacteur permet de passer aisément sur cette exigence en aviation militaire, mais elle se retrouve dès qu'il est question de transport commercial.

Exception faite des réalisations comme le Bristol « Theseus » où l'on descendait à une consommation de l'ordre de 225 grammes par cheval-heure, mais au prix d'un poids inacceptable d'échangeur à l'échappement, la consommation des premiers turbopropulseurs dépassait nettement les 300 g/ch-h. C'était beaucoup, en comparaison de celle des moteurs à explosions, de l'ordre de 200 g/ch-h, et surtout des moteurs compound, où elle avoisine 170 g/ch-h.

La consommation a été nettement améliorée sur le Rolls-Royce « Dart » qui a permis l'entrée en service du Vickers « Viscount », et surtout sur les Allison T-38 et T-40, comme sur le Pratt et Whitney T-34. On compte d'ailleurs, sur les turbopropulseurs de ces deux constructeurs, passer assez rapidement des 280 g/ch-h actuels à 260 g/ch-h dans un avenir rapproché.

Le gain tient aux mêmes causes que sur le turboréacteur : relèvement simultané du taux de compression et de la température à l'entrée de la turbine. Avec les progrès attendus, le turbopropulseur qui ne concurrence jusqu'ici le moteur à explosions que sur les « moyens-courriers », tels que le « Viscount », où la consommation joue un rôle moindre que la légèreté, pourra étendre sa concurrence aux « longs-courriers ».

LES TURBOPROPULSEURS AMÉRICAINS

Les seules nouveautés vraiment sensationnelles mises sur le marché au cours des deux dernières années en matière de turbopropulseurs sont les deux Allison T-38 et T-40, et le Pratt et Whitney T-34 commandés par la Marine américaine.

Si l'opinion dirigeante britannique, au lendemain de la guerre, était assez favorable au turbopropulseur, l'opinion américaine était beaucoup plus réservée. De nombreux constructeurs d'avions de transport et exploitants de lignes voyaient sans inquiétude les travaux entamés sur les prototypes britanniques ; ils espéraient faire ce qu'on appelait « l'impasse au turbopropulseur » en prolongeant, par le moteur compound au besoin, la vie des matériels équipés de moteurs à explosions jusqu'en 1955, et en sortant alors d'autres, équipés de turboréacteurs, surclassant les nouveaux matériels britanniques. D'autre part, si la Marine américaine croyait au turbopropulseur pour ses appareils d'exploration et de bombardement à grand rayon d'action, l'Armée misait sur le turboréacteur pour tous ses programmes, depuis le plus léger des intercepteurs jusqu'au plus lourd des nouveaux bombardiers, tel que le Boeing XB-52 alors à l'étude.

Lors de l'octroi de son indépendance à

Le « Proteus », l'un des premiers et des plus puissants turbopropulseurs admis sur avion de transport, équipe notamment les Bristol « Brabazon » et « Britannia » et le Saro « Princess ».

ENTRAÎNEMENT
DES ACCESSOIRES

ENGRENAGES
REDUCTEURS

LE BRISTOL « PROTEUS »

L'Aviation américaine, la Marine insista pour qu'on n'interrompît pas l'étude des turbopropulseurs qu'elle avait commandés et qui lui étaient indispensables pour les hydravions et l'aviation embarquée qu'elle conservait sous son autorité. Elle obtint gain de cause. C'est ainsi qu'Allison acheva en 1949 les deux turbopropulseurs T-38 et T-40, Pratt et Whitney le T-34 en 1950 : les premiers volent depuis la fin de 1949 sur le gros hydravion d'exploration Convair XP 5Y-1, de 60 tonnes environ, équipé de quatre T-40 de 500 ch chacun.

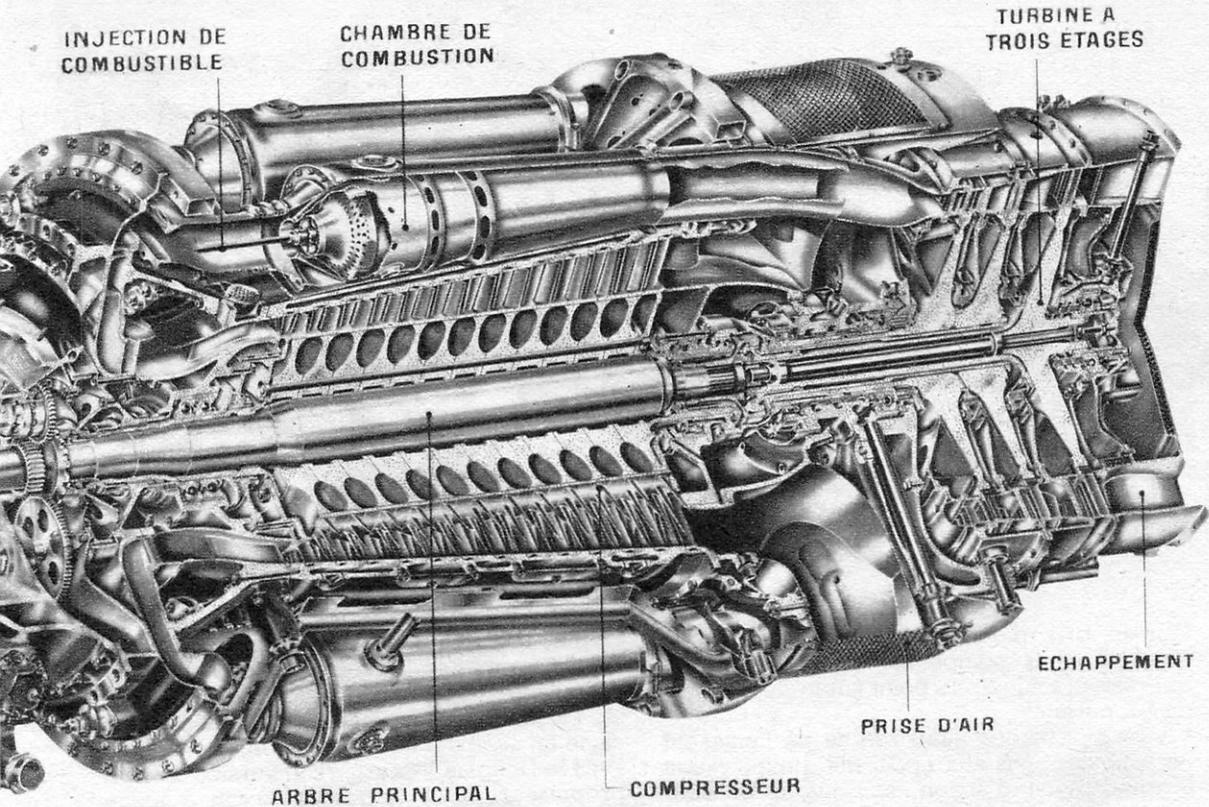
Les performances de ces nouveaux moteurs

Le « Python », en essais dès 1945, a été longtemps, avec ses 3 670 ch plus 520 kg de poussée, le plus puissant des turbopropulseurs. Compresseur axial à 14 étages et turbine à 2 étages.

TUYÈRE
D'ÉCHAPPEMENT

TURBINE A
2 ÉTAGES

PRISE D'AIR

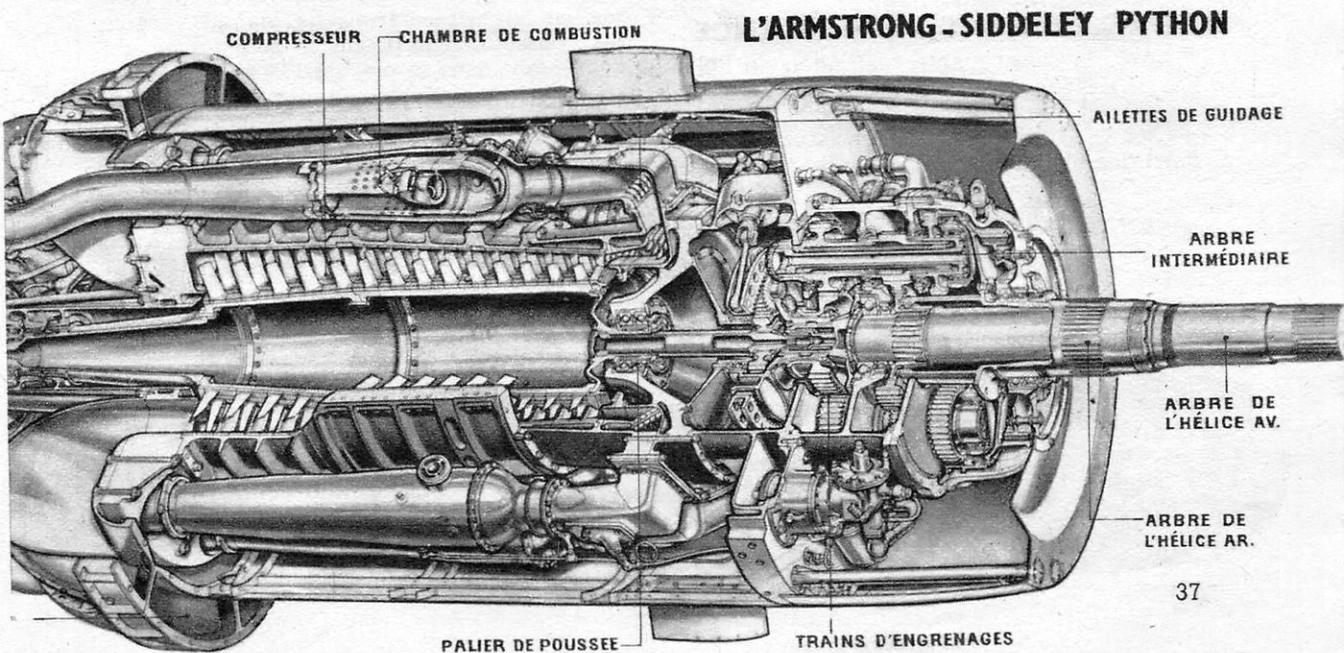


ont été jugées assez exceptionnelles pour justifier d'autres applications militaires ou commerciales. Convair fait voler depuis l'an dernier le « Turboliner », dérivé du « Liner », en remplaçant les moteurs à explosions Pratt et Whitney R-2 800 de 2 400 ch par des turbopropulseurs Allison T-38 de 2 750 ch. L'Aviation militaire américaine a de même commandé, fin 1950, une version à turbopropulseurs du Douglas C-124 A, le plus gros de ses transports avec 74 600 kg en charge ; la version civile du même appareil, équipée de Pratt et Whitney T-34 de 5 700 ch, sera certainement un concurrent dangereux pour les

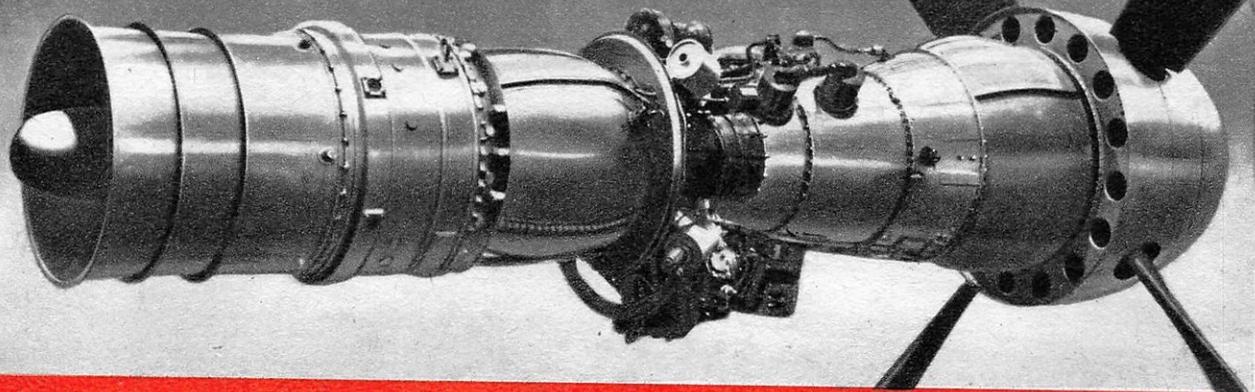
« longs-courriers » équipés de moteurs à explosions.

L'avenir immédiat de ce type de moteur est aussi encourageant pour ses applications civiles que pour ses applications militaires.

Si le moteur à explosions conservera longtemps encore une place importante dans les avions de petit tonnage ou de faible rayon d'action, le turbopropulseur devrait envahir rapidement le domaine des moyens-courriers et des longs-courriers, et peut-être même en éliminer son concurrent, d'autres facteurs tels que la simplicité d'entretien, l'utilisation d'un combustible bon marché, peut-être même un



L'ARMSTRONG-SIDDELEY PYTHON



LE PRATT ET WHITNEY T-34 est à la fois le plus récent et, avec ses 5 700 ch, le plus puissant des turbo-propulseurs. Le T-34 va équiper en particulier la version à turbopropulseurs du Douglas XC-124 B.

jour le prix d'achat, venant s'ajouter à la légèreté pour compenser la consommation qui restera toujours le point faible de ce type de propulseur.

Les applications militaires ne se limiteront certainement pas aux appareils d'exploration à grand rayon d'action, tels que le Consolidated XP 5Y-1 sur lequel les turbopropulseurs américains ont été inaugurés. La Grande-Bretagne a choisi ce type de moteur, en l'espèce le « Double Mamba », sur les Fairey 17 destinés à la chasse au sous-marin.

A la suite des résultats enregistrés par l'aviation tactique au cours des opérations en

Corée, l'Armée américaine a obtenu l'étude de chasseurs-bombardiers équipés de turbopropulseurs, de rayon d'action plus élevé que les avions à turbo-réacteurs ; la Marine américaine en avait d'ailleurs passé déjà commande avec le Douglas « Skyshark », version à turbopropulseur du « Skyraider ». On a même cru longtemps que le turbopropulseur serait le gagnant de la compétition entre les différents moteurs pour l'équipement de nouveaux bombardiers lourds américains. Mais il semble que l'importance de la vitesse a été jugée primordiale et la préférence donnée au turbo-réacteur.

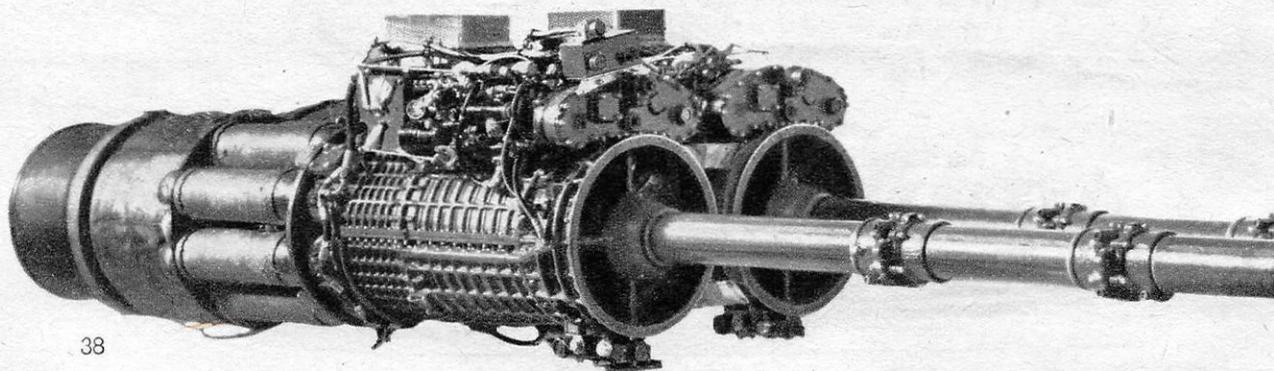
LE TURBORÉACTEUR

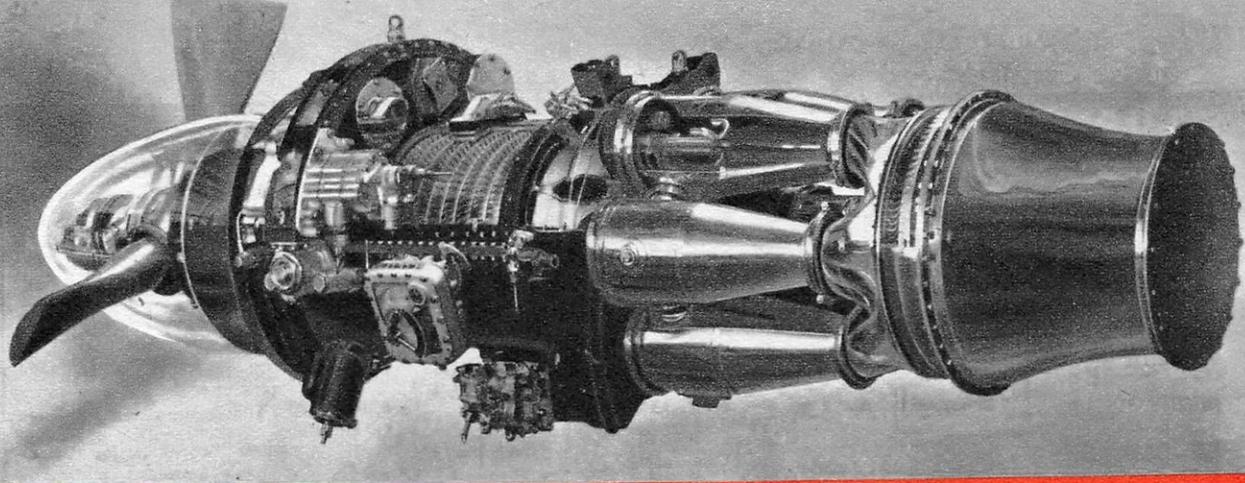
Les gros progrès à noter sur le turbo-réacteur sont le relèvement de puissance, la réduction de consommation, et sa transformation en un véritable moteur de type nouveau par la post-combustion.

LE RELÈVEMENT DE PUISSANCE

Après la remarquable réalisation du Rolls-Royce « Nene », au lendemain de la guerre, il semblait que la poussée de 5 000 livres anglaises (2 270 kg) fût devenue la valeur standard des turbo-réacteurs. Tous les chasseurs,

chasseurs-bombardiers et bombardiers légers français étaient équipés du « Nene ». Les constructeurs américains, partis de poussées nettement plus faibles, avaient réussi à les relever jusqu'à cette même valeur. Si bien que, six ans après l'armistice, les plus récents des chasseurs américains et soviétiques qui s'affrontent dans le ciel de Corée, les North American « Sabre » et les Mig-15, sont équipés l'un d'un General Electric J-47 de 5 200 livres, l'autre d'une copie du « Nene » de 5 000 livres.





L'ARMSTRONG-SIDDELEY « MAMBA », réduction du « Python » étudiée primitivement pour la

classe « des 1 000 ch », se distingue par son très faible maître-couple. En France il propulse le Breguet 960.

En réalité, cette stabilisation apparente masquait l'étude, en Grande-Bretagne comme aux Etats-Unis, de plusieurs prototypes de la classe des « 10 000 livres » (4 540 kg) de poussée.

Plusieurs sont apparus à la fin de 1950 ou au début de 1951. Ils n'atteignent pas encore les 10 000 livres exactement, mais les informations publiées sur ces engins, qui sont encore inscrits sur les listes secrètes, montrent qu'on n'en est plus très loin pour certains d'entre eux ; encore ne s'agit-il pas là de la surpuissance avec post-combustion, qui monterait à 12 500 livres environ pour les plus puissants.

Le relèvement de puissance a commencé chez Rolls-Royce avec le « Tay », version légèrement modifiée du « Nene » ; le gain de poussée est de 25 %, soit 6 250 livres (2 840 kg) au lieu de 5 000 livres. Sur l'« Avon » du même constructeur, type entièrement nouveau puisqu'équipé d'un compresseur axial au lieu d'un compresseur centrifuge, le gain n'est que de 20 % et la poussée de 6 000 livres (2 720 kg) ; c'est l'« Avon » qui équipe en particulier le biréacteur English Electric « Canberra », le bombardier léger construit simultanément en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis.

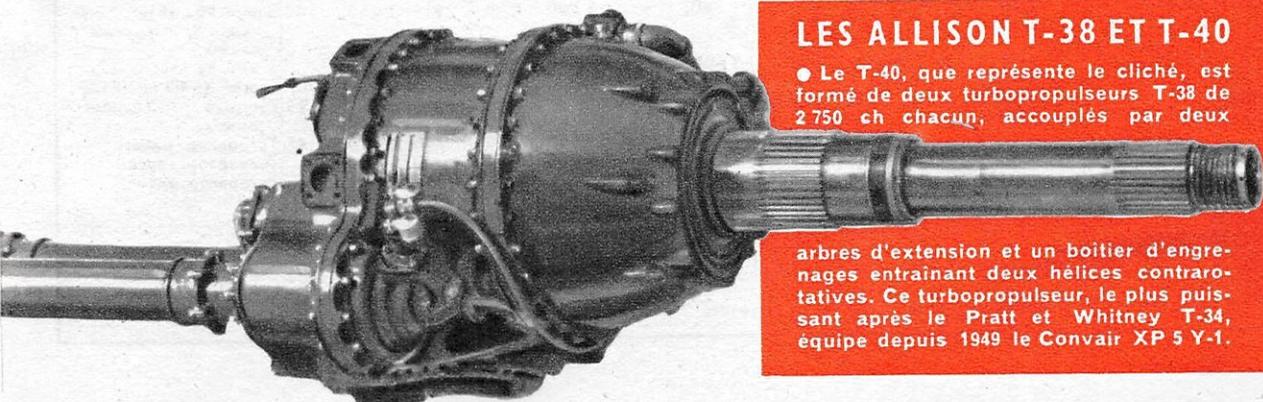
Un relèvement de puissance plus sensationnel encore a été obtenu en 1950 en

Grande-Bretagne avec l'Armstrong-Siddeley « Sapphire » qui joint à sa poussée de 7 200 livres (3 270 kg) une consommation très inférieure à 1 kilogramme de pétrole par kilogramme de poussée et par heure qui était de règle jusqu'ici.

Le « Sapphire » est actuellement produit en série en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis où il équipera les nouvelles versions des chasseurs d'interception et des chasseurs-bombardiers construits pour les Nations Atlantiques, les North American « Sabre » et les Republic « Thunderjet ».

Mais si l'industrie américaine des moteurs marque toujours un certain retard dans le domaine du turboréacteur, qui l'oblige à construire sous licence le « Tay » chez Pratt et Whitney et le « Sapphire » chez Wright, elle se prépare, comme pour le turbopropulseur, à se passer rapidement du concours de la Grande-Bretagne et même à en surclasser les réalisations.

Comme nous l'avons dit, les premiers turboréacteurs américains du programme dit « des 10 000 livres » commencent à apparaître chez Pratt et Whitney, Allison, Westinghouse... La Marine américaine, qui a commandé le Westinghouse J-40, a annoncé en janvier 1951 sa sortie proche. On sait qu'il pèsera moins de 1 350 kg, mais la poussée exacte n'a pas été précisée. Suivant les



LES ALLISON T-38 ET T-40

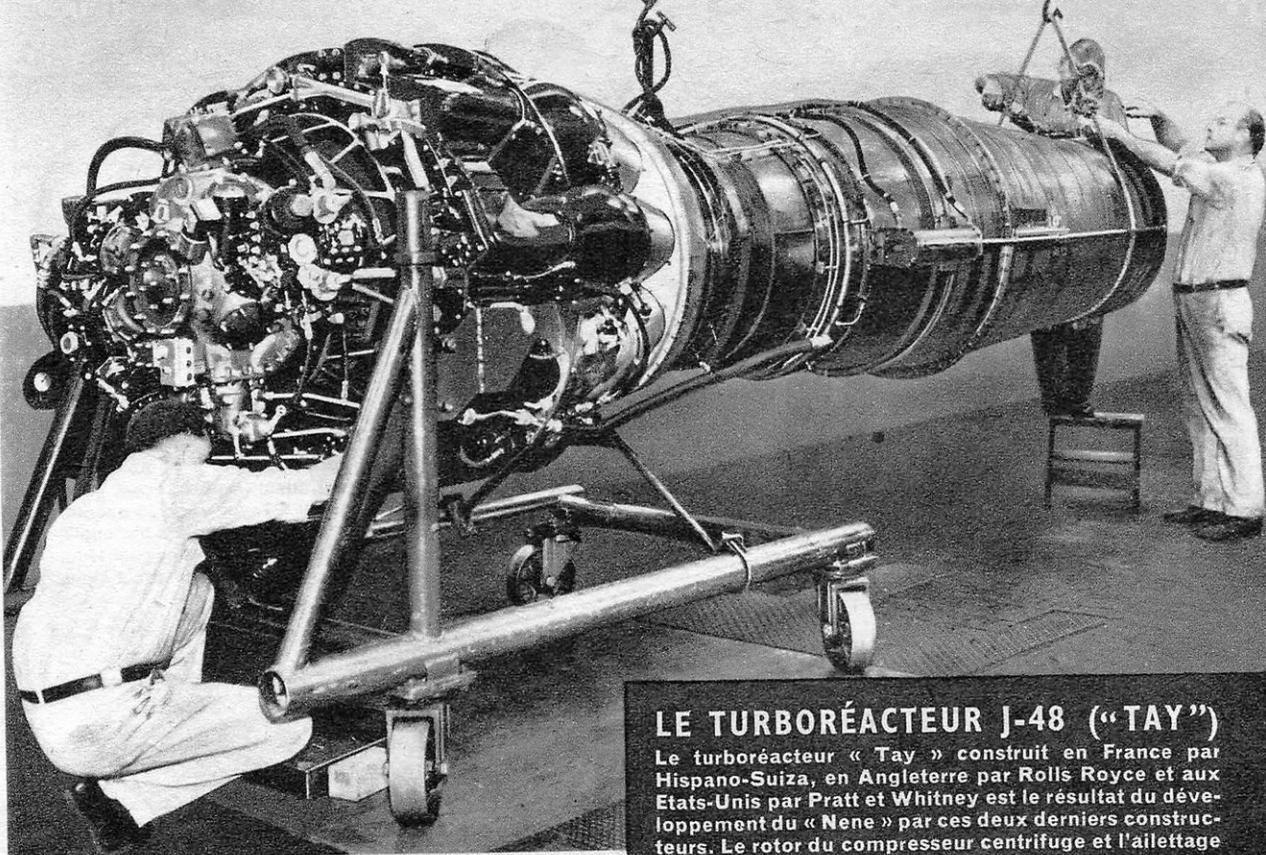
● Le T-40, que représente le cliché, est formé de deux turbopropulseurs T-38 de 2 750 ch chacun, accouplés par deux

arbres d'extension et un boîtier d'engrenages entraînant deux hélices contrarotatives. Ce turbopropulseur, le plus puissant après le Pratt et Whitney T-34, équipe depuis 1949 le Convair XP 5 Y-1.

TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS

CONSTRUCTEURS	DESIGNATION	COMPRESSEUR	CHAMBRES	POUSSEE STATIQUE	PUISSANCE	VITESSE DE ROTATION	CONSUM. SPEC.	DIAM.	LONG.	POIDS	OBSERVATIONS
				kg	ch	t/mn	kg/kg/h ou kg/ch-h	mm	mm	kg	
CANADA											
AYRO	"Orenda"	Ax. 9 ét.	6	3 150				1 070	3 350	1 205	Turboréacteur, équipera "Canuck" et "Cannberra" et les "Sabre" destinés à l'Europe.
GR.-BRETAGNE											
ARMSTRONG-SIDDELEY	"Mamba"	Ax. 10 ét.	6	184	1 320	15 000	0,330	780	1 470	354	Turbopropulseur, équipera Breguet 960 et "Fulgur".
	"Adder"	Ax. 10 ét.	6	540		15 000		710	1 860	263	Vers turboréacteur du "Mamba".
	"Python"	Ax. 14 ét.	11	520	3 670	8 000	0,310	1 380	2 460	1 452	Turbopropulseur.
	"Sapphire"	Ax. 12 ét.	1 ann.	3 275			0,91	895	3 400	1 135	Turboréacteur const. ss. licence aux U.S.A.
BRISTOL	"Theseus"	1 ax. 8 ét. + 1 centrif.	8	374	2 220	8 200		1 370	2 080	1 000	Turbopropulseur.
	"Proteus"	1 ax. 12 ét. + 1 centrif.	8	363	3 200	10 000		980	2 880	1 382	Turbopropulseur, équipera "Brabazon", "Britannia", "Princess".
DE HAVILLAND	"Goblin 35"	Centrifuge	16	1 585		10 750	1,21	1 267	2 550	734	Equipe les premiers "Vampire" français et le SAAB J-29.
	"Ghost"	Centrifuge	10	2 270		10 250	1,06	1 347	3 070	1 006	Equipe "Comet" et "Venom".
NAPIER ROLLS ROYCE	"Naiad"	Ax. 12 ét.	5	110	1 500	18 250		710	2 590	498	Turbopropulseur.
	"Derwent 5"	Centrifuge	9	1 630		14 700	1,05	1 090	2 100	580	Equipe "Meteor" et "Jetliner".
	"Nene"	Centrifuge	9	2 250		12 500	1,06	1 257	2 460	790	Construit ss licence en France, U.S.A., Australie; copié par l'U.R.S.S.
	"Tay"	Centrifuge	9	2 840				1 250	2 600		Construit ss licence en France et aux U.S.A.
	"Avon"	Axial	8	2 925			1,00	1 055	3 175	1 110	Const. en Australie.
	"Dart"	Centrif. 2 ét.	7	164	1 400	14 500		980	2 416	460	Turbopropulseur, équipe "Viscount".
ÉTATS-UNIS											
ALLISON	J-33	Centrifuge	14	2 430		11 754	1,14	1 285	2 615	807	Equipe "Shooting Star" et F-94 A.
	J-35-A-17	Ax. 11 ét.	8	2 250		7 800	1,05	940	3 710	1 017	Equipe "Thunderjet", "Scorpion", "Fury".
	J-35-A-23	Ax. 16 ét.	10	4 500			0,9	940	4 300		Equipera "Stratojet".
	T-38	Ax. 17 ét.	8		2 750	14 300	0,270	508	2 135	560	Turbopropulseur, équipe "Turboliner". Le T-40 est un double T-38 qui équipe XP5Y-1, "Skyskark".
GENERAL ELECTRIC PRATT & WHITNEY	J-47	Ax. 12 ét.	8	2 360		7 950		935	3 660	1 132	Equipe "Sabre".
	J-42	Centrifuge	9	2 600		12 300	1,09	1 255	2 580	775	Equipe F9F-2 "Panther".
	("Nene")										
	J-48	Centrifuge		2 815				1 270	2 580	900	Equipe F9F-5 "Panther" et F94-C.
	("Tay")										Stade expérimental.
	XJ-57	Axial		4 500							Equipe XC 124-B.
WESTINGHOUSE	T-34	Ax. 13 ét.			5 700		0,280	840	3 910	1 050	Equipe "Banshee", "Skyknight", "Voodoo", XF-90.
	J-34	Ax. 11 ét.	1 ann.	1 360		12 500	1,08	610	3 050	540	Equipe "Thunderjet F".
	J-40	Axial		3 600				1 250			5 600 kg avec p.-c.
	J-45	Axial		2 700							Equipe XF4D et XF10F.
WRIGHT	J-65	Ax. 12 ét.	1 ann.	3 250			0,9			1 125	Equipera "Thunderjet F".
	("Sapphire")										
	.....	Ax. 10 ét.			1 410	14 500	0,300	735	2 030	345	Turboprop. expér.
	.....	Ax. 10 ét.			2 820	15 000	0,300	1 340	2 600		Turboprop expér.
	.....	Ax. 14 ét.			4 100	8 000	0,344	1 385	3 120		Turboprop expér.
SUÈDE											
STAL	"Skuten"	Ax. 8 ét.	7	1 450						780	

* Pour les réacteurs et propulseurs français, voir le chapitre des "Réalizations françaises".



LE TURBORÉACTEUR J-48 ("TAY")

Le turboréacteur « Tay » construit en France par Hispano-Suiza, en Angleterre par Rolls Royce et aux États-Unis par Pratt et Whitney est le résultat du développement du « Nene » par ces deux derniers constructeurs. Le rotor du compresseur centrifuge et l'ailettage de la turbine ont été redessinés; la poussée a pu être ainsi portée de 2 270 à 2 840 kg. La tuyère de post-combustion, étude de Pratt et Whitney, augmente encore la poussée. Le turboréacteur « Tay » équipera la plupart des nouveaux prototypes français à réaction.

sources, on la fixe aussi bien à 10 000 livres, sans préciser les conditions, qu'à 7 500 livres sans post-combustion, et 12 500 livres avec post-combustion. Le J-40 est dès maintenant destiné, croit-on, à équiper les prototypes de nouveaux avions militaires à réaction, notamment le Douglas XF4D, intercepteur à voilure triangulaire.

Le Pratt et Whitney J-57, turboréacteur de la même classe des « 10 000 livres », serait choisi pour équiper le futur bombardier lourd Boeing B-52.

LA RÉDUCTION DE CONSOMMATION

La consommation des turboréacteurs était jusqu'ici très légèrement supérieure à 1 kg de pétrole par kg de poussée et par heure. Elle n'avait pas varié sensiblement depuis les premiers « Derwent » sortis par Rolls-Royce au lendemain de l'armistice. Le « Sapphire » est le premier turboréacteur sur lequel cette consommation ait été sensiblement améliorée; Armstrong-Siddeley annonce moins de 0,9 kg/kg/h.

Les constructeurs américains ont certainement amélioré également la consommation de leurs nouvelles productions, mais on n'a pas de précisions sur celle-ci.

A quoi faut-il attribuer ce gain?

D'abord à une série de progrès de détails tels qu'une étude aérodynamique plus poussée des compresseurs et des turbines, à la perfection accrue de la combustion dans les chambres annulaires qui succèdent aux cham-

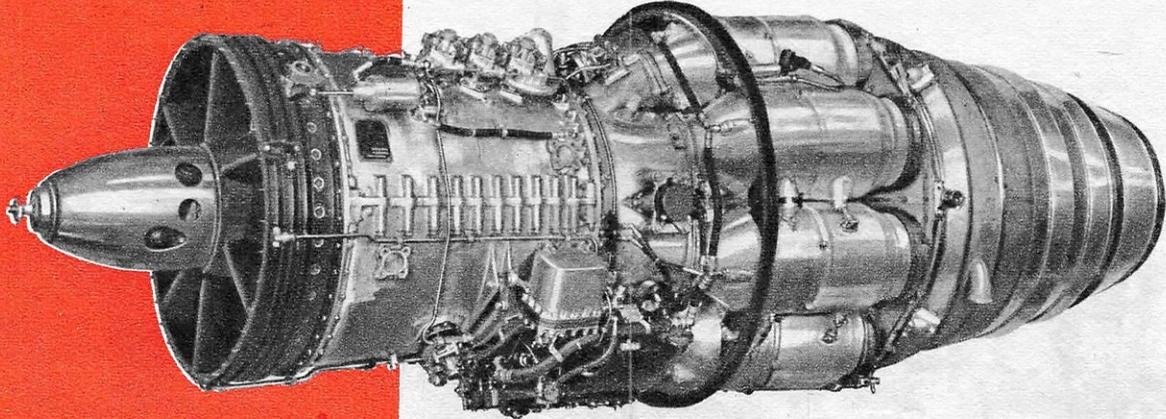
bres indépendantes, mais surtout aux deux élévations connexes du taux de compression et de la température des gaz à l'entrée de la turbine.

Les progrès réguliers en alliages résistant à haute température, et notamment l'emploi du Nimonic 80 ont permis de relever d'une cinquantaine de degrés la température admissible à l'entrée de la turbine. Mais le gain de rendement n'apparaît pleinement que si l'on augmente simultanément le taux de compression. A en juger par la technique du moteur à explosions, on pourrait croire que ce n'est guère difficile, et qu'il suffira, dans le cas du turboréacteur, d'ajouter quelques rangées d'aubages supplémentaires au compresseur.

En réalité, on doit résoudre de difficiles problèmes de « pompage » de cet organe, qui obligent le plus souvent à se maintenir au-dessous du taux optimum.

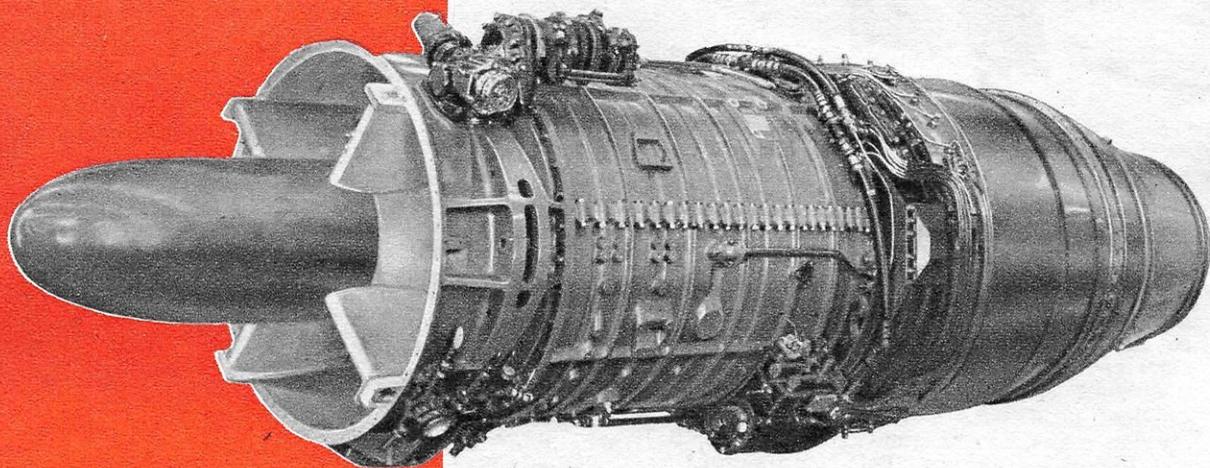
LA POST-COMBUSTION

L'addition, à l'échappement du turboréacteur, d'une tuyère de post-combustion qui est en réalité un statoréacteur monté en série avec le premier, est un des progrès les plus marquants du turboréacteur au



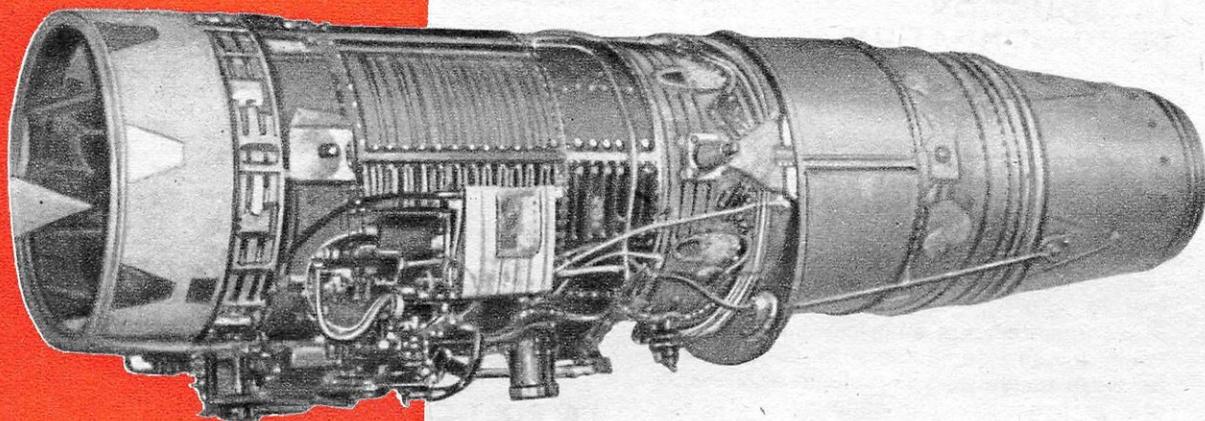
LE ROLLS-ROYCE AVON

● L'« Avon » est le premier turboréacteur à compresseur axial étudié par Rolls-Royce. C'est aussi le plus récent et sa poussée de 2 925 kg dépasse celle du « Tay », avec un encombrement moindre dû au compresseur. L'« Avon » a été choisi pour équiper l'English Electric « Canberra », bombardier léger anglais qui doit être construit sous licence aux Etats-Unis.



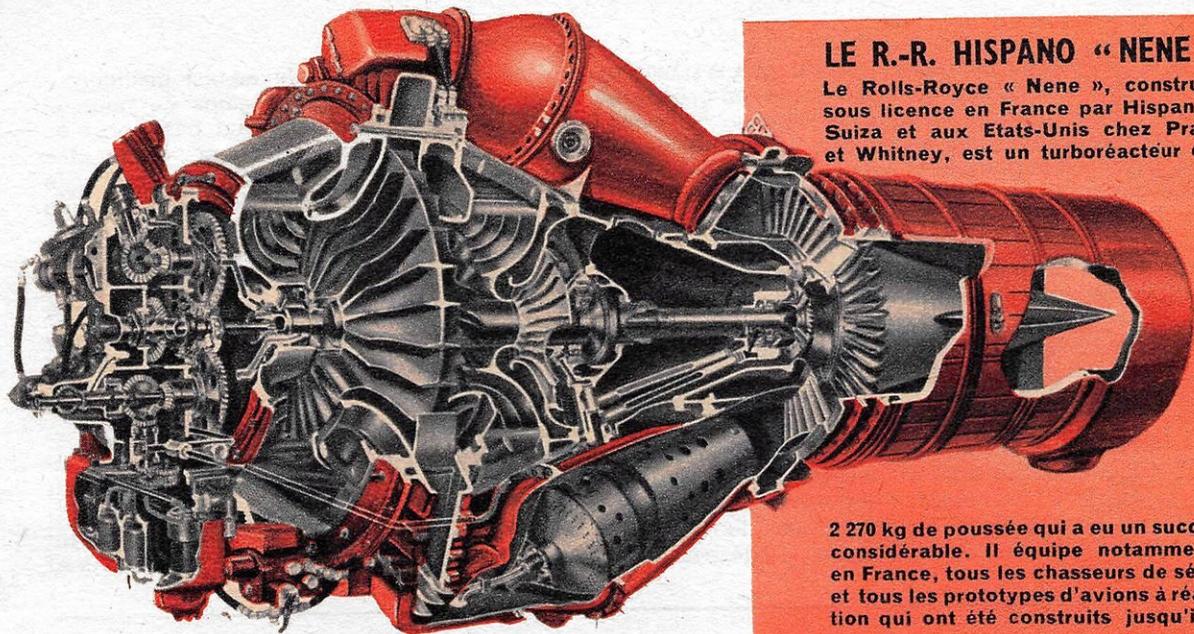
L'A.-S. «SAPPHIRE»

● L'Armstrong-Siddeley « Sapphire » est, avec ses 3 275 kg de poussée, le plus récent et le plus puissant des turbopropulseurs britanniques. Il est actuellement construit sous licence aux Etats-Unis par Wright et doit équiper un grand nombre de chasseurs et chasseurs-bombardiers livrés aux Nations atlantiques, notamment « Sabre » et « Thunderjet ».



L'ALLISON J-35 - A-23

● L'Allison J-35, fabriqué par l'une des divisions de la General Motors, équipe, sous différentes versions, un grand nombre d'avions américains, dont le Republic « Thunderjet ». Le A-23, dont la puissance n'a pas été précisée, mais qu'on croit voisine de 4 540 kg, est une version entièrement nouvelle qui doit équiper entre autres le bombardier Boeing B-47 « Stratojet ».



LE R.-R. HISPANO " NENE "

Le Rolls-Royce « Nene », construit sous licence en France par Hispano-Suiza et aux Etats-Unis chez Pratt et Whitney, est un turboréacteur de

2 270 kg de poussée qui a eu un succès considérable. Il équipe notamment, en France, tous les chasseurs de série et tous les prototypes d'avions à réaction qui ont été construits jusqu'ici.

cours de ces dernières années. De nombreux dispositifs de post-combustion ont été mis au point en Amérique d'abord, en Grande-Bretagne ensuite. Mais on n'aura pas appris sans quelque étonnement que les intercepteurs soviétiques Mig-15 engagés en Corée disposent de ce perfectionnement alors qu'aucun n'est encore en service sur les chasseurs américains et britanniques.

La théorie laisse prévoir un gain de poussée considérable par l'emploi de la post-combustion dans des gaz d'échappement dont le quart de l'oxygène seulement a été utilisé dans le turboréacteur, pour ne pas dépasser la température admissible par la turbine. Un calcul simple, où l'on néglige les pertes dans la tuyère, montre en effet que la vitesse d'éjection, donc la poussée, est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue à l'éjection. Or on peut atteindre, dans le jet d'air d'un statoréacteur ou d'une tuyère de post-combustion, des températures très supérieures aux 750° absolus (577° C) environ d'un échappement de turbine. Les 1 800° à 2 200° absolus (1 527° à 1 927°C), très supérieurs aux points de fusion des alliages employés pour la construction du corps, peuvent être atteints sans difficulté, car il n'est pas, comme les tuyères ou les aubes d'une turbine, en contact immédiat avec un jet de gaz à cette température ; un courant d'air secondaire convenablement placé l'en préserve. C'est le même problème que celui des tuyères de V-2 éjectant des gaz dont la température moyenne dans la chambre dépasse les 2 000° C, mais qui en sont séparés par une couche de vapeurs d'alcool. Des relèvements du double au triple de la température absolue d'éjection permettraient donc, en première approximation, des gains de 50 à 100 % sur la poussée.

Pourquoi ne se borne-t-on pas simplement à brûler le combustible dans une tuyère ordinaire d'éjection de turboréacteur, et juge-t-on indispensable d'y ajouter cette tuyère complexe divergente-convergente d'un statoréacteur ? Si l'on parvenait, sans modifier la section d'échappement du turboréacteur, à augmenter notablement la température des gaz qui la traversent, on relèverait bien leur vitesse d'éjection, mais on créerait simultanément une contrepression à l'échappement qui modifierait la répartition des pressions dans la turbine et le compresseur qu'elle entraîne ; l'effet immédiat serait une réduction de la puissance de la turbine et de la masse d'air traversant le turboréacteur. Si, au contraire, par le moyen de volets ou d'une aiguille de réglage, déjà utilisés sur les turboréacteurs allemands de 1943-45 pour améliorer le rendement aux divers régimes, on agrandit la section d'échappement en même temps qu'on augmente la température, on peut s'arranger pour ne troubler en rien le fonctionnement de la turbine à gaz et du compresseur. Le dispositif de post-combustion auquel on se rallie actuellement, avec sa tuyère divergente de recompression, sa chambre de combustion et sa tuyère convergente d'éjection, présente à la fois l'avantage du rendement thermodynamique par incorporation de la chaleur aux gaz après compression et celui d'une combustion plus facile dans des gaz dont la vitesse est ralentie en même temps que leur pression se relève. Il n'y a qu'un inconvénient : recompression et détente successives ne se font pas sans pertes, qui diminuent légèrement le rendement du turboréacteur lorsqu'on n'utilise pas la post-combustion.

La vitesse de l'avion sur lequel est montée la tuyère de post-combustion est très favo-

nable à son rendement. On sait que la poussée du turboréacteur ne varie guère, en première approximation, avec cette vitesse. La post-combustion, qui participe du statoréacteur, accroît la poussée d'autant plus que la vitesse est plus grande. Au sol, un gain de poussée de 50 % au point fixe devient 100 % pour un nombre de Mach de 1, et dépasse 250 % pour un nombre de Mach de 2.

Le gain avec la vitesse est moins accentué en altitude. A 10 000 m, le gain de poussée de 50 % au point fixe ne dépasse guère 80 % au nombre de Mach 1, et 150 % au nombre de Mach 2.

Si les progrès des cellules et des turboréacteurs permettent le franchissement de la vitesse du son, la post-combustion jouera alors un rôle essentiel et pourra concurrencer le statoréacteur ordinaire dans le domaine des vitesses supersoniques modérées.

Une consommation élevée est malheureusement la rançon de ces gains de poussée considérables, mais il ne faut pas trop s'en inquiéter car ils permettent d'atteindre des vitesses très élevées. Si une tuyère de post-combustion permettait d'atteindre un nombre de Mach de 2 en relevant de 150 % la poussée d'un turboréacteur à 10 000 m, on consommerait moins au kilomètre parcouru qu'avec un turboréacteur ordinaire au nombre de Mach de 1. C'est là l'effet, paradoxal au premier abord, de la vitesse sur les appareils équipés de statoréacteurs, que l'on étudiera plus loin.

La vitesse horizontale n'est pas la performance qu'améliore principalement la post-combustion. Au voisinage de la vitesse du son, dont s'approche aujourd'hui les avions à réaction, la trainée croît tellement vite qu'un gain de 50 à 100 % sur la poussée ne saurait

POUR LE DÉMARRAGE ÉLECTRIQUE DES TURBORÉACTEURS

LE lancement au démarrage des moteurs d'avions à turbine (turboréacteurs et turbo-propulseurs) est un problème différent du lancement d'un moteur à pistons, et il exige des démarreurs spéciaux.

Alors qu'il suffit d'entraîner le moteur à pistons pendant quelques tours à faible vitesse, il faut lancer à grande vitesse le moteur à turbine, et en raison de son inertie il faut développer pendant un temps plus long une puissance plus élevée. Comme le lancement est progressif, on doit interposer des résistances entre la source de courant et le moteur du démarreur. Il se produit des appels

de courant importants au passage d'un cran de démarrage au suivant.

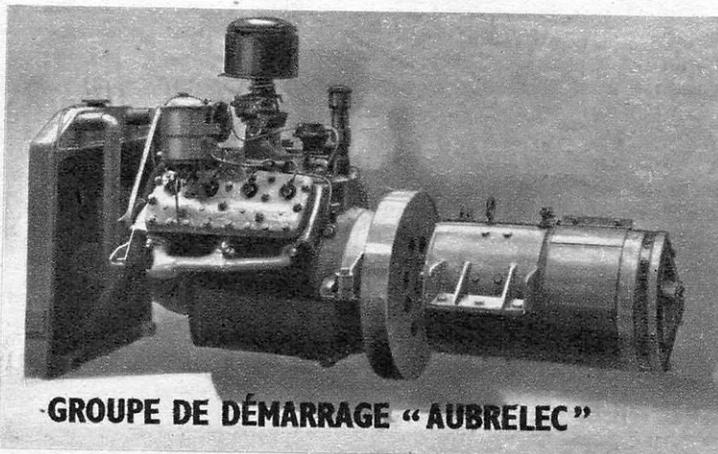
Si la source qui alimente le démarreur est une batterie d'accumulateurs, on lui demande donc un effort violent, prolongé et avec des à-coups. Pour éviter qu'elle ne soit rapidement hors d'usage, on devra multiplier ses éléments, et il faudra plusieurs batteries pour permettre les recharges (dont la durée est comprise entre 5 et 7 heures). L'installation de charge devra être très importante.

Enfin, les accumulateurs sont fragiles au choc. Le froid diminue d'abord leur capacité, et

à -15°C ils commencent à geler, gros inconvénients pour les applications militaires.

C'est pour remédier à ces défauts que MM. Durandeu et Vintenon ont réalisé un groupe de démarrage sans batterie. Ce groupe est constitué par un moteur Ford V8 de 22 ch., directement accouplé à une dynamo spéciale, munie d'un volant qui permet d'assurer les pointes de débit nécessaires.

Ce groupe dont la mise au point a exigé des études poussées possède les mêmes possibilités de débit qu'un démarreur à batterie. Mais, de plus, il est prêt à fonctionner à nouveau après chaque utilisation. En dehors de son emploi normal, il peut être utilisé à une foule d'autres usages (alimentation des émetteurs radio, éclairage de terrain, source d'alimentation pour la vérification des circuits d'avion, etc.). Léger, facilement transportable, il est très robuste; la réalisation de la dynamo a mis en œuvre les procédés constructifs qui ont fait leurs preuves pour les moteurs de grosse traction ferroviaire. Quant au moteur Ford, il est facile à entretenir et on trouve ses pièces de rechange dans le monde entier.



accroître la vitesse de plus de 10 à 15 %.

La vitesse ascensionnelle croît au contraire très rapidement ; la poussée va certainement dépasser dans un avenir proche, au sol du moins, le poids des appareils équipés de turboréacteurs à post-combustion. On s'en aperçoit aussi bien aux longues chandelles des appareils en vol acrobatique qu'aux montées rapides des chasseurs soviétiques mettant en marche leur tuyère lorsque les

chasseurs américains les serrent de près en Corée. Par rapport aux chasseurs actuellement en service, le gain de vitesse ascensionnelle pourrait atteindre 150 % environ au voisinage du sol comme en altitude.

Un autre progrès important est la réduction de la longueur de décollage, particulièrement bienvenue sur les chasseurs-bombardiers très surchargés. Elle peut être de moitié environ.

LE STATORÉACTEUR

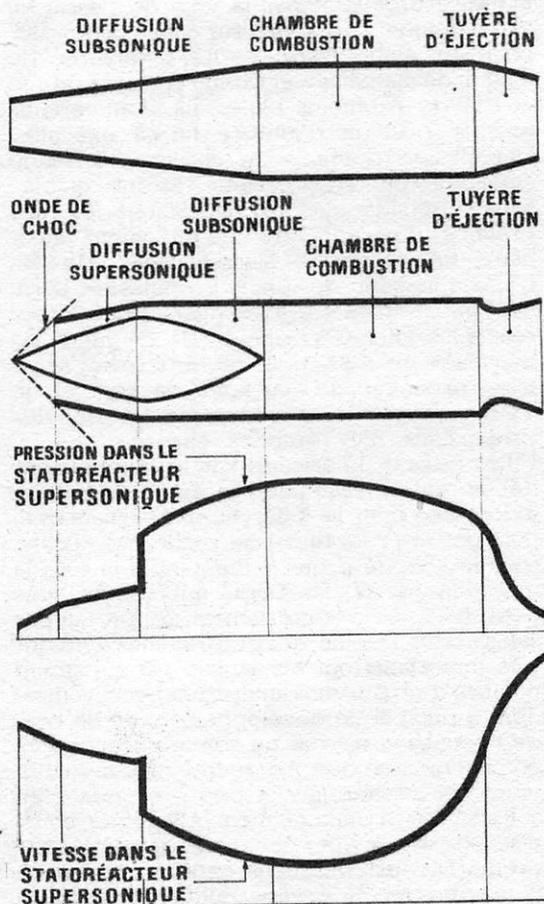
Le regain de faveur dont jouit le statoréacteur, aussi bien dans la propulsion des appareils rapides que dans celle des engins spéciaux non pilotés et des hélicoptères, se justifie parfaitement par les performances théoriques qu'il promet. C'est surtout en France, où il a fait l'objet des premiers travaux, qu'il est accueilli avec faveur, au point qu'après les premiers appareils expérimentaux réalisés par Leduc, une commande de prototype d'intercepteur a été passée à ce constructeur.

L'invention est incontestablement d'origine française. Elle est due à l'ingénieur René Lorin qui la présenta en 1913, et le nom de propulseur Lorin désignait encore en Allemagne, en 1945, les statoréacteurs que la « Luftwaffe » était sur le point de monter sur ses Messerschmitt Me-262, en addition à leurs turboréacteurs, pour relever leur vitesse horizontale et surtout ascensionnelle. Lorin travaillait depuis 1908 la propulsion par réaction, et avait alors mis au point un dispositif utilisant la poussée des gaz d'échappement d'un moteur à explosions, qui sortaient directement à travers une tuyère convergente-divergente. Mais il comprit rapidement qu'aux très grandes vitesses on pourrait assurer la compression de l'air sans l'intermédiaire d'aucun organe mécanique, par simple transformation de son énergie cinétique. L'appareil qu'il proposait consistait essentiellement en un tube où l'air se comprimait dans une tuyère divergente, se réchauffait à pression constante dans une chambre de combustion et se détendait dans une tuyère d'éjection convergente en sortant avec une vitesse très supérieure à la vitesse d'entrée.

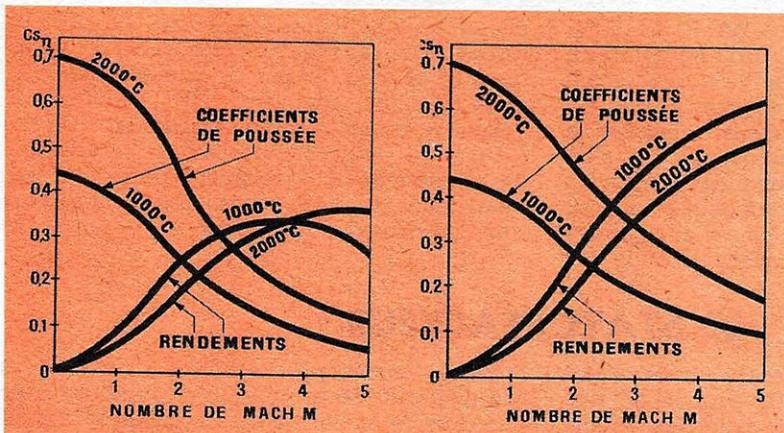
Si Lorin a été jusqu'à sa mort un ingénieur méconnu, et s'il était bien difficile d'intéresser des constructeurs, en 1913, à un propulseur dont la supériorité se manifeste surtout entre 2 000 et 4 000 km/h, on ne peut en dire autant de la réinvention du principe par Crocco et de sa présentation en 1931. Crocco, ingénieur général du Génie aéronautique italien, jouissait d'une autorité indiscutée.

Ignorant l'antériorité de Lorin, il redécouvrit son dispositif de propulsion, et l'exposa dans de gros volumes d'aérodynamique où il prophétisait le plus brillant avenir à ce qu'il appelait alors la « superaviation » et l'« hyperaviation ».

Le statoréacteur fut retrouvé une troisième fois, en France, par René Leduc qui ne connaissait pas davantage les travaux de Crocco que ceux de Lorin et qui eut l'incontestable mérite des premières réalisations. Son projet de « tuyère thermopropulsive » de 1933 intéressa suffisamment les services officiels pour qu'ils fissent les frais d'essais sur petits modèles, qui aboutirent dès 1936. Un prototype à fuselage aménagé en tuyère lui fut



Ces figures indiquent la forme simple des statoréacteurs subsoniques à tuyère divergente puis convergente, et la forme la plus généralement admise aujourd'hui pour les statoréacteurs supersoniques.



● Ces courbes traduisent les variations du coefficient de poussée et du rendement du statoréacteur en fonction de la vitesse, d'après les travaux de Sânger. Elles se rapportent à deux températures (1 000° et 2 000°) de l'air dans la chambre de combustion. La figure de gauche correspond à un diffuseur en tuyère divergente, avec onde de choc à l'entrée; celle de droite à un diffuseur à récupération intégrale, dispositif qui n'est, comme on le voit, intéressant qu'à très grande vitesse.

commandé en 1937 ; il était presque achevé lorsque l'occupation allemande vint en interrompre les travaux. Les premiers essais reprirent en 1946, l'appareil étant monté sur un Languedoc 161, d'abord en plané, puis avec tuyère motrice.

Les essais de Leduc ne passèrent pas inaperçus en Allemagne, où ils furent repris par Sânger dont les premières publications sur le « propulseur Lorin » datent de 1938. Avec le concours de Dornier, la guerre leur donna une impulsion nouvelle. Sânger attaque le problème par la voie de l'essai en vraie grandeur, d'abord sur camions rapides, puis sur avion Dornier Do-17 (tuyères de 0,50 m de diamètre), et Do-217 (tuyères de 1 m et 1,50 m). Au moins 130 essais, dont certains jusqu'à 7 000 m d'altitude furent exécutés. Des projets d'avions de chasse à fuselage aménagé en statoréacteur furent établis. Mais il semble que les réalisations les plus proches devaient être l'équipement auxiliaire de chasseurs Messerschmitt Me-262. L'accouplement de deux propulseurs Lorin de 1 m de diamètre avec chacun des turbo-réacteurs Jumo-004 réduisait la longueur de décollage de 1 300 m à 185 m, relevait la vitesse maximum de 200 km/h, le plafond de 4 000 m, et la vitesse ascensionnelle dans des proportions plus grandes encore.

Les travaux américains sur le statoréacteur débutèrent en 1943 par une étude de Bollary et Redding pour le « Bureau of Aeronautics », puis par le programme de recherches connu sous le nom de projet « Bumblebee » sous la direction de W. H. Goss, qui aboutit, dès l'été 1945, à la construction de prototypes satisfaisants. Depuis, des programmes d'études très importants ont été lancés par un grand nombre d'organismes américains avec, comme objet principal, le développement de ce type de propulsion en vue de son application aux engins radioguidés. Le secret militaire couvrant ces recherches, à peu près rien n'en a transpiré. Il semble bien qu'avec la construction de souffleries à air déprimé, reproduisant les conditions expérimentales de la combustion à grande altitude, la tech-

nique américaine s'oriente vers l'application du statoréacteur à l'avion militaire.

Les avantages du statoréacteur apparaissent assez importants pour justifier cette extension. Il convient en effet non seulement au domaine transsonique où il permet d'atteindre les plafonds de 20 000 m et les vitesses ascensionnelles de l'ordre de 10 000 m/mn inaccessibles au turbo-réacteur — on a parlé de 6 000 m/mn pour le prototype d'intercepteur commandé à Leduc — mais surtout au domaine supersonique où son rendement dépasse, vers les nombres de Mach de 2 à 4 (2 000 à plus de 4 000 km/h) celui du propulseur à hélices dans le domaine subsonique.

LE STATORÉACTEUR SUBSONIQUE ET SUPERSONIQUE

Par son principe, le statoréacteur est le plus simple de tous les moteurs thermiques. Il se réduit, comme nous l'avons dit, à un diffuseur où la vitesse de l'air se transforme en pression, à une chambre de combustion où l'injection de combustible élève la température, et à une tuyère d'éjection où les gaz de la combustion sont détendus à grande vitesse jusqu'à la pression extérieure.

La disposition de l'appareil diffère suivant que la vitesse est inférieure ou supérieure à celle du son.

En régime subsonique, le diffuseur est une simple tuyère divergente où la vitesse de l'air est réduite à mesure que la section augmente. Si l'angle d'ouverture est assez faible (inférieur à 10°) pour éviter les décollements de la veine de la long des parois, la vitesse se transforme en pression avec un rendement très élevé.

À l'entrée de la chambre de combustion, du pétrole ou de l'essence sont pulvérisés et brûlés.

Les gaz chauds et comprimés sont ensuite détendus jusqu'à la pression extérieure, ce qui se fait, sous les réserves indiquées plus loin, dans une tuyère convergente transformant la pression en vitesse.

En régime supersonique, le diffuseur constitué par une simple tuyère divergente ne transforme en pression la vitesse de l'air à l'entrée que par l'intermédiaire d'une onde de choc dont le rendement n'est pas très élevé. Il était indiqué d'employer pour le diffuseur la combinaison d'une tuyère convergente qui ramène la vitesse d'entrée à la vitesse du son, la compression se poursuivant ensuite dans une tuyère divergente dès que l'air est revenu à une vitesse subsonique ; la solution avait déjà été préconisée par Lorin.

Malheureusement, le régime d'écoulement dans un diffuseur de cette forme est instable lorsque le débit varie ; une onde de choc apparaît à l'entrée avec la baisse de rende-

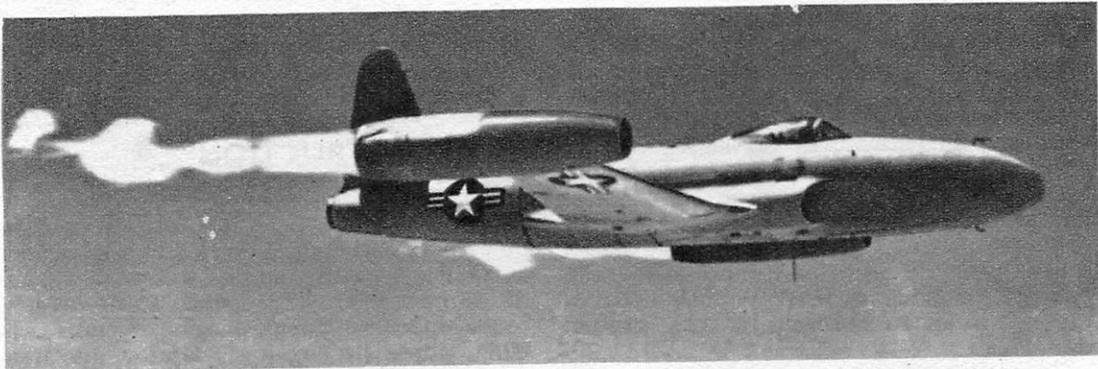
sition de la tuyère de sortie, le type convergent-divergent pouvant être nécessaire même pour une vitesse subsonique à l'entrée du diffuseur.

POUSSÉE ET RENDEMENT

Les performances du statoréacteur doivent être jugées, comme celles des autres moteurs d'avions, sur sa puissance et son rendement.

La puissance d'un moteur à explosions ne dépend pas de la vitesse de l'avion qu'il propulse. Aussi sert-elle à le désigner, et ne varie-t-elle qu'avec la densité de l'air qui l'alimente, donc avec l'altitude.

On ne peut définir l'effet utile d'un turbo-réacteur par sa puissance, qui varie sensi-



LES STATORÉACTEURS MARQUARDT équipent des engins spéciaux ou même, en raison de leur bon marché, des buts de tir radioguidés à grande vitesse.

Les essais des plus gros modèles ont été faits sur avions portant les statoréacteurs en bout d'aile comme ce F-80 « Shooting Star » qui vole sur ses statoréacteurs.

ment que l'on voulait éviter. On préfère généralement placer à l'entrée du statoréacteur un noyau conique qui donne naissance à une onde de choc oblique interférant avec celle qui est issue des lèvres de la tuyère ; l'ensemble se résout finalement en une onde de choc normale ramenant l'écoulement à une valeur subsonique, mais avec un rendement supérieur à celui de l'onde de choc normale isolée à l'entrée d'une tuyère.

Le même problème se pose pour la tuyère d'éjection qu'on constituera de façon analogue, et comme dans le cas de la fusée, par une tuyère convergente où la vitesse des gaz croît, en régime subsonique, jusqu'à la vitesse du son, suivie d'une tuyère divergente où la vitesse continue à augmenter.

On doit remarquer que la vitesse du son dont il est question et qui marque l'inversion du mode de fonctionnement des tuyères, est celle que définit l'état du gaz qui y circule, notamment sa température. De même qu'elle diminue nettement avec celle-ci en passant du sol à la stratosphère, elle augmente du simple au double en passant de la température ambiante à celle de 1 200° C à 1 500° C qui est celle des gaz brûlés. C'est en tenant compte à la fois de la vitesse d'éjection et de la température qu'il faudra choisir la dispo-

blement comme la vitesse de l'avion qu'il équipe ; on le désigne donc par sa poussée, qui reste à peu près constante, pour une altitude donnée, du décollage à la vitesse maximum ; la puissance s'en déduira en multipliant, en unités convenables, cette poussée par la vitesse. C'est également par sa poussée qu'on désigne une fusée, avec la simplification que la poussée est ici, en première approximation, indépendante de l'altitude qui n'intervient que par l'amélioration de la détente.

Le problème se complique encore pour le statoréacteur. Pas plus que pour le turbo-réacteur, il ne peut être question de le désigner par sa puissance, qui met en jeu la vitesse de l'avion. Mais la poussée ne peut pas servir davantage, car elle dépend elle aussi de la vitesse. Si le turboréacteur donne une poussée sensiblement constante (toujours abstraction faite des variations d'altitude), c'est qu'il est traversé, sous l'action du compresseur, par un débit d'air à peu près indépendant de la vitesse ; le statoréacteur, au contraire, est traversé, en première approximation, par un débit d'air proportionnel à la vitesse, d'autant mieux utilisé d'ailleurs que cette vitesse est plus élevée. Si bien que la poussée est en définitive à peu

près proportionnelle au carré de la vitesse.

On caractérise un statoréacteur, non pas par sa poussée, mais par son « coefficient de poussée » qui, multiplié par son maître-couple, par le carré de la vitesse, par la densité de l'air et par le facteur constant 0,5, donne la poussée. Cette définition reproduit exactement celle d'une voilure dont on ne donne pas directement la traînée ou la portance, mais un « coefficient de traînée » et un « coefficient de portance », d'où on déduit les premiers en multipliant par les mêmes facteurs : carré de la vitesse, densité de l'air et 0,5. La figure page 46 indique les variations de ce coefficient de poussée avec le nombre de Mach pour des échauffements de 1 000° C et 2 000° C par rapport à la température de la stratosphère, moyennant quelques hypothèses simplificatrices. On voit qu'il ne varie guère que de 10 % entre l'arrêt et la vitesse du son, donc que la poussée est, dans ces limites, à la même approximation près de 10 %, proportionnelle au carré de la vitesse.

Le rendement se définit pour le statoréacteur de même que pour les autres propulseurs à réaction. On distingue un « rendement thermique » qui se rapporte à la transformation de l'énergie calorifique en énergie cinétique, un « rendement de propulsion » qui se rapporte à la transformation de cette énergie cinétique en énergie utile de propulsion, et un « rendement global », produit des deux.

Pour la fusée ou le turboréacteur, le rendement thermique, qui dépend essentiellement de la pression des gaz avant détente, ne varie pas sensiblement avec la vitesse, puisque cette pression est obtenue indépendamment de la vitesse. Le rendement de propulsion s'améliore avec la vitesse. Le rendement global, produit des deux, suit donc la même loi.

Pour le statoréacteur, au contraire, où la compression est obtenue sous l'effet de la vitesse, le rendement thermique est nul au repos et n'atteint des valeurs comparables à celle du turboréacteur qu'aux vitesses largement supersoniques, qui produiront des taux de compression du même ordre que celui du compresseur remplacé par le diffuseur. Le rendement de propulsion suit toujours la même loi. Le rendement global, produit de deux rendements partiels qui croissent l'un et l'autre avec la vitesse, croît beaucoup plus vite que dans le cas du turboréacteur ou de la fusée.

La figure page 46 indique les variations de ce rendement global. On voit qu'il reste très faible pour les vitesses subsoniques, qu'il ne dépasse pas 7 à 9 % suivant le degré de chauffage à la vitesse du son, mais qu'il atteint des valeurs excellentes, supérieures à 30 %, pour un nombre de Mach de 3, même dans l'hypothèse d'un diffuseur médiocre avec onde de choc droite à l'entrée. Ainsi, du fait de son rendement qui est alors supérieur à la fois à celui de l'ensemble moteur à explosions-hélice dans son domaine, qui est

le subsonique, et du turboréacteur dans le sien, qui est le transsonique, le statoréacteur s'impose dans le domaine supersonique, pour les nombres de Mach compris entre 2 et 4.

Un exemple précisera l'application des courbes page 46 donnant le coefficient de poussée et le rendement. Au sol, pour un nombre de Mach de 1, soit 1 225 km/h, et un échauffement de 2 000° C, le coefficient de poussée est d'environ 0,64. La poussée d'un statoréacteur de 1 m³ de maître-couple est de 4 600 kg, obtenue en multipliant le coefficient de poussée par le carré de la vitesse (340 m/s), la densité de l'air (1/8) et le facteur 0,5. La puissance correspondante est de 20 800 ch, voisine de celle que donnent les turboréacteurs de même diamètre.

Mais au nombre de Mach de 3 qu'on peut espérer atteindre avec le statoréacteur, la puissance, toujours par mètre carré de maître-couple, serait de l'ordre de 250 000 ch ; elle serait encore de 18 000 ch vers 20 000 m d'altitude.

LA CONSTRUCTION DU STATORÉACTEUR

La construction pose un certain nombre de problèmes difficiles quant à la combustion, la résistance thermique des parois, le régime de la puissance, l'adaptation à la vitesse...

Les difficultés de combustion tiennent à la faible durée de séjour du liquide pulvérisé dans la chambre ; il est difficile de l'augmenter soit en allongeant celle-ci, soit en accroissant son diamètre pour réduire la vitesse de l'air qui y circule, si l'on ne veut pas s'exposer à une traînée prohibitive du statoréacteur. La pulvérisation sera donc aussi parfaite que le permettra le combustible, qui sera pour cette raison du pétrole ou de l'essence. Les rampes d'injecteurs seront multipliées pour favoriser le mélange avec l'air ; le combustible sera dirigé en sens inverse du courant général pour augmenter sa durée de séjour et favoriser la turbulence.

Les difficultés de combustion apparaissent surtout en altitude ; le diamètre des gouttelettes produites dans un injecteur varie en raison inverse de la densité de l'air dans lequel se fait la pulvérisation ; leur durée de vaporisation dans la chambre augmente. Dans l'état actuel des recherches, il semble difficile d'utiliser le statoréacteur au-delà de 20 000 m.

La résistance des parois à la température soulève d'autres difficultés. Si l'on exclut les matériaux céramiques pour ne retenir que les métaux d'usage courant, il est difficile de faire supporter plus de 1 200° C aux meilleurs aciers spéciaux, et l'on peut se demander comment on pourra établir des statoréacteurs résistants aux 2 000° C que donnent les hydrocarbures.

Mais la paroi léchée d'un côté par les gaz de la combustion et refroidie de l'autre par l'air frais circulant à beaucoup plus grande vitesse, prend une température intermédiaire à peu près homogène en raison de sa

AVIONS A STATORÉACTEUR

Désignation	Env.	Long.	Poids en charge	Moteurs	Vit. max.	Rayon d'action	Plafond
	m	m	kg		km/h	km	m
Messerschmitt Me-262	12,5	10,6	7 050	2 turbor. Jumo 004 + 2 stator. 1 m de diam.	1 000	470	15 000
Projet Skoda SK P-14	7,9	9,5	2 850	1 stator. 1,5 m de diam.	1 000	475	18 500
Projet Sanger subsonique	12	8,4	6 300	1 stator. 2,5 m de diam.	850	800	
Projet Sanger supersonique	12	11	6 300	1 stator. 2,5 m de diam.	3 000	1 700	

conductibilité élevée dans le sens radial. Le calcul indique un échauffement d'environ 700°C pour la température maximum d'une flamme d'essence, de 2 000°C environ. L'expérience révèle des températures de parois de 500° à 600°C, la différence s'expliquant par la participation moindre à la combustion de la couche d'air au contact immédiat de la paroi interne.

Mais cette conclusion optimiste ne vaut qu'en régime subsonique où l'échauffement de la veine d'air, sous l'effet de la réduction de sa vitesse à une valeur sensiblement nulle, est inférieur aux 58°C qu'il atteint si la vitesse initiale est la vitesse du son, et qui continue à croître au-delà comme le carré de la vitesse. D'autre part, l'air extérieur refroidit de moins en moins la paroi, la température dans la couche limite s'élevant par frottement au point d'enflammer les alliages légers que l'on emploie dans la construction des fusées à grande vitesse. Sous l'effet de ces deux facteurs, on trouve que la température de 1 200°C est atteinte pour le nombre de Mach 3,5, si l'essence est injectée dans la proportion où elle utilise intégralement l'oxygène de l'air. Pour les vitesses supérieures, il faudrait réduire la richesse du mélange, donc la poussée que le statoréacteur serait susceptible de développer.

LES PERFORMANCES

Les poussées que peut donner le statoréacteur, très supérieures à celles du turboréacteur, expliquent que les appareils ainsi propulsés puissent atteindre des vitesses horizontales de plus de 4 000 km/h et des plafonds en rapport avec ces vitesses.

L'optimisme au sujet de la vitesse des avions à statoréacteur a quelquefois été entrevenu par la forme approchée donnée à la loi de variation de sa poussée qui croîtrait comme le carré de la vitesse, et qui permettrait donc de propulser à une vitesse indéfiniment croissante un avion dont la traînée suivrait la même loi. En réalité, même sans faire appel à l'impossibilité technique tenant à l'élévation des températures de parois, le coefficient de poussée tombe rapidement dans le domaine supersonique.

Les mêmes objections s'appliquent à la limitation du plafond et il s'y ajoute les difficultés d'entretien de la combustion en atmosphère

raréfiée, vers 20 000 m et au-delà. On n'en conclura cependant pas que l'avion à statoréacteur ne pourra pas dépasser cette altitude. Pour lui comme pour l'avion-fusée, le plafond n'est pas l'altitude maximum à laquelle il peut se sustenter en vol horizontal ; c'est le sommet d'une trajectoire qu'il atteindra en cabré, moteur arrêté, en utilisant son lancé à cette ascension. Or la vitesse de 4 000 km/h permet d'atteindre, abstraction faite de la résistance de l'air, une altitude de 60 000 m. Il n'est donc pas exclu de voir monter au moins à cette altitude un avion qui partirait de 20 000 m avec cette vitesse, même si son statoréacteur s'éteint.

La vitesse ascensionnelle est l'une des performances les plus remarquables des avions à statoréacteur, qui explique en particulier l'intérêt que portait la « Luftwaffe » à des chasseurs d'interception de cette formule. Ils n'atteindront évidemment pas les records en montée d'engins-fusées genre V-2, dont la poussée vaut près de trois fois le poids, et qui s'élèvent donc à la verticale presque deux fois plus vite qu'ils ne tomberaient en chute libre. Mais leurs performances seront tout à fait comparables à celles des avions-fusées tels que le Messerschmitt Me-163 ou le Bell X-1 dont la poussée ne dépasse guère 40 % du poids et qui doivent donc se borner à monter suivant une trajectoire à grande pente, mais très différente de la verticale. L'avion à statoréacteur sera défavorisé dans les instants qui suivront le décollage, la poussée de son propulseur, liée à sa vitesse, étant alors très inférieure à la poussée d'un moteur-fusée qui en est indépendante. Mais, dès que seront atteintes des vitesses de l'ordre de 1 000 km/h avec des coefficients de poussée de 0,65, entre 5 000 et 9 000 m, ils pourront faire à la verticale la deuxième moitié de leur ascension vers 10 000 à 12 000 m, et y parvenir ainsi en moins d'une minute, aussi rapidement au total que l'avion-fusée.

Sur l'avion à statoréacteur, le rayon d'action présente la propriété d'être d'autant plus élevé que la vitesse est plus grande, ce qui semble contraire à l'expérience que l'on a de l'aviation actuelle.

En réalité, même sur l'avion équipé de moteurs à explosions, le rayon d'action est indépendant de la vitesse si l'on suppose

constante la finesse, c'est-à-dire le rapport de la portance à la traînée, la consommation du moteur, le rendement de l'hélice et la fraction du poids total consacrée au combustible. C'est la formule dite de Breguet, qui apparaît évidente en ce qui concerne la vitesse. Du moment que la résistance à vaincre, la « traînée », est une fraction constante de la portance égale à chaque instant au poids, peu importe la vitesse à laquelle on vole. Si elle double, la puissance et la consommation horaire doublent aussi, mais comme on va deux fois plus vite, la consommation totale sur un parcours donné reste la même. La conclusion suppose bien entendu que l'on s'élève à mesure que la vitesse croît pour présenter la voilure sous la même incidence, c'est-à-dire qu'on navigue dans un air quatre fois moins dense si la vitesse double.

Tout change, dès qu'on fait intervenir un propulseur à réaction dont la caractéristique la plus générale est de donner une certaine poussée pour une certaine consommation horaire indépendante de la vitesse, donc, pour cette poussée et pour cette consommation, une puissance proportionnelle à la vitesse. Le rayon d'action calculé dans les mêmes conditions que précédemment est alors proportionnel à la vitesse; il double quand la vitesse double, puisque la consommation horaire reste la même.

Pourquoi l'expérience ne vérifie-t-elle plus apparemment cette conclusion? C'est que les avions qui utilisent le turboréacteur naviguent à des vitesses trop proches de la vitesse du son, et que l'hypothèse d'une finesse indépendante de la vitesse n'est plus admissible au voisinage de cet obstacle qu'est le « mur » du son.

La propulsion par statoréacteur échappe à cette objection dans la mesure où l'avion qu'il équipe peut franchir largement la vitesse du son, pour retrouver une finesse assurément inférieure à celle du domaine subsonique, mais qui redevient à peu près constante et qui est très supérieure à celle du domaine transsonique. Le rayon d'action croît alors réellement avec la vitesse.

Les seuls avions équipés de statoréacteurs qui aient été construits sont les appareils expérimentaux commandés à Leduc; les appareils américains se bornent à des engins non pilotés. Les données que l'on possède sur les uns et les autres sont trop limitées pour que l'on puisse étudier d'après elles l'avenir probable des avions à statoréacteur.

Mais les différents projets étudiés en Allemagne à la suite des essais de Sânger et par cet ingénieur lui-même en 1945 et 1946 indiquent assez bien les possibilités de cette formule de propulsion. Leurs caractéristiques principales sont données page 49.

Des études poussées avaient été faites pour équiper le chasseur à réaction Messerschmitt Me-262 de deux statoréacteurs de 1 m de diamètre, accouplés chacun avec l'un des deux turboréacteurs Jumo-004. La distance de

décollage était assez peu réduite, de 1 310 m à 1 125 m. La vitesse maximum passait de 840 km/h à plus de 1 000 km/h; le plafond de 11 000 à 15 000 m; la vitesse ascensionnelle était améliorée davantage encore, le temps de montée à 10 000 m étant réduit de 26 à 6 minutes. Par contre on observait une diminution sensible du rayon d'action et de l'autonomie qui, à 10 000 m, passaient respectivement de 1 400 km et 145 mn à 470 km et 50 mn.

Le projet Skoda portait sur un chasseur à statoréacteur pur, décollant par la combinaison d'un chariot de lancement et de fusée, et atterrissant sur patin ventral comme le chasseur fusée Messerschmitt Me-163. L'appareil était très léger. La vitesse maximum atteignait 1 000 km/h, le plafond 18 500 m. La montée à 18 500 m demandait 12,7 mn.

Les projets étudiés par Sânger se rapportent à des avions de 6 300 kg en charge. Le diamètre du statoréacteur est de 2,50 m. Pour le projet subsonique, l'autonomie à 10 000 m est de 75 mn, à 18 000 m de 80 mn, soit 1 150 km à 970 km/h. Le projet supersonique, pour un nombre de Mach de 3 (3 250 km/h dans la stratosphère), comporte un statoréacteur de même diamètre, 2,50 m, avec diffuseur divergent et onde de choc droite à l'avant. Malgré la finesse certainement défavorable de l'appareil à cette vitesse, le rayon d'action escompté pour la même consommation de carburant (2 400 kg) atteignait 1 700 km.

L'AVENIR DU STATORÉACTEUR

L'avenir d'un propulseur dont le rendement entre 2 000 et 4 000 km/h dépasse à la fois celui de la fusée à ces mêmes vitesses et celui du motopropulseur à hélice dans son domaine subsonique ne peut manquer d'être brillant, et l'on conçoit que certains, enthousiasmés par ses possibilités, aient été jusqu'à le proposer pour l'avion de transport.

Sans aller jusque-là, le statoréacteur doit s'imposer pour de nombreuses applications militaires où il ajoutera à la puissance de la fusée la légèreté et l'économie de consommation.

Il est le plus léger de tous les propulseurs connus, puisque les premières réalisations pèsent moins de 20 g au cheval vers 1 000 km/h et ne devraient pas dépasser 2 à 5 g au cheval à leur vitesse supersonique maximum.

À la vitesse du son, sa consommation, évaluée en kg de combustible par kg de poussée et par heure, est trois fois plus élevée environ dans la stratosphère que celle des turboréacteurs, de l'ordre de 1 kg/kg/h au sol et 1,25 kg/kg/h dans la stratosphère. Mais aux vitesses deux à quatre fois supérieures, sa consommation se réduit au moins d'un tiers, si bien que pour le même parcours il consomme nettement moins que le turboréacteur à une vitesse trois ou quatre fois moindre.

Ce sont là des caractéristiques lui ouvrant un avenir brillant qui semble aujourd'hui assez proche.

LES PULSORÉACTEURS

AVEC le vol du planeur « Emouchet », équipé d'un pulsoréacteur « Escopette » de la SNECMA, notre Société nationale de constructions de moteurs aura mené à bien une étude déjà ancienne qui remonte à l'année 1943. L'« Escopette » est le premier propulseur au monde, les fusées mises à part, qui aura permis à un avion piloté de voler d'une manière complètement autonome, décollage compris, sans qu'aucune des pièces soit en mouvement.

Le statoréacteur, comme celui de Leduc, répond bien à cette condition, mais une fois l'appareil en vitesse. Sa poussée au repos est en effet nulle, et les prototypes de Leduc actuellement en construction sont équipés de turboréacteurs auxiliaires pour leur assurer cette autonomie au décollage.

Le pulsoréacteur ordinaire, qui équipait les V-1 allemandes, donnait bien au repos une poussée assez importante pour décoller l'appareil. Mais il portait à l'avant du tube moteur une série de clapets, la partie la plus délicate d'ailleurs de l'installation, qui faisait de ce moteur quelque chose d'un peu moins simple que le « tuyau de poêle volant » auquel se réduit le statoréacteur.

L'« Escopette » est également du type « tuyau de poêle volant » en ce sens qu'il n'a de clapets ni à un bout ni à l'autre. Mais, à l'inverse du statoréacteur où la combustion est continue, l'« Escopette » est un véritable moteur à explosions, un « pulsoréacteur ». Le plus curieux de l'affaire est que cette simplification en a nettement amélioré la consommation, qui a toujours été le point faible de ce type d'appareils, et qui est devenue à peine supérieure à celle des turboréacteurs de petite puissance.

ORIGINES DU PULSORÉACTEUR

Les propositions, et même les réalisations de pulsoréacteurs sont très antérieures au moteur Schmidt-Argus qui apparut en 1944 sur les V-1.

Il semble que les premières recherches aient débuté en 1908, avec une réalisation de Karavodine, pour l'alimentation d'une turbine à gaz. Le générateur de gaz brûlés était un long tube cylindrique, ouvert en permanence à un bout, face aux ailettes de la turbine, et fermé à l'autre par un clapet battant de même principe que les volets de la V-1. La puissance atteignait 2 ch, mais la consommation de 5 kg au cheval-heure restait très élevée. A la même époque, Robert Esnault-Pelterie présentait en France un générateur de gaz de principe très voisin, avec clapets aux deux bouts, toujours pour l'alimentation d'une turbine.

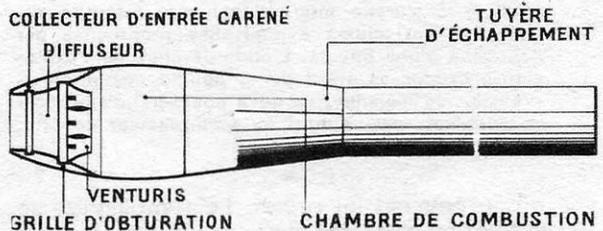
Mais la première étude qui devait aboutir à des réalisations de série ne fut commencée

qu'en 1928 par l'ingénieur allemand Paul Schmidt. Son brevet date de 1931. Argus entreprit la construction de série en 1942, en vue d'en équiper les V-1 dont les premières furent tirées sur Londres en juin 1944.

Tel qu'il est exécuté sur la V-1, le pulsoréacteur comprend :

— Un collecteur d'entrée avec divergent relevant légèrement la pression de l'air admis ;

— Une grille d'obturation rectangulaire qui porte une série de lamelles élastiques formant clapets pour laisser passer l'air dans le sens général de l'écoulement et l'arrêter



● Disposition schématique des principaux organes du premier pulsoréacteur construit en série, celui de la V-1 allemande qui fut tirée sur Londres en 1944.

lorsque l'explosion tend à chasser les gaz brûlés en sens inverse ;

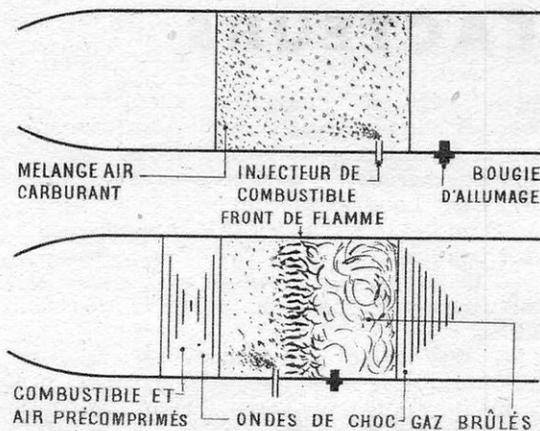
— Un ensemble de trois venturis en parallèle, grossièrement profilés, qui ont pour but d'améliorer la turbulence au bénéfice de la rapidité et de la qualité de la combustion ;

— Une tuyère en trois tronçons dont la partie cylindrique avant forme chambre de combustion ; le prolongement tronconique est le convergent où les gaz brûlés transforment leur pression en vitesse ; la partie cylindrique arrière, toujours assez longue, a pour but d'augmenter l'inertie de la masse gazeuse en mouvement lors des oscillations qui prennent naissance dans la tuyère ;

— Un injecteur de combustible ;

— Une bougie d'allumage sur la paroi de la chambre de combustion, alimentée au décollage par un circuit de lancement, la combustion continuant ensuite au contact des parois chaudes.

L'explication la plus simple du fonctionnement serait l'ouverture des clapets sous l'effet de la vitesse, la constitution d'un mélange détonant dans la chambre de combustion et, après inflammation, l'expulsion des gaz vers l'arrière pendant que les clapets se referment par élévation de la pression à l'intérieur. Mais l'appareil fonctionne au point fixe, avec un rendement qui n'est pas très différent de celui que l'on atteint à grande vitesse. On doit donc admettre que le balayage naturel par la vitesse de l'engin n'a pas l'importance

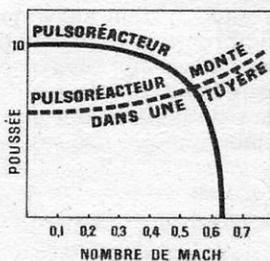
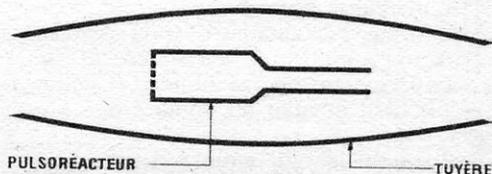


Le professeur A. Kahane a conçu en 1947 un statoréacteur à marche intermittente : le mélange air-carburant est allumé à intervalles rapprochés par l'étincelle d'une bougie. L'onde de choc de l'explosion provoque en avant de la bougie une pré-compression du mélange, ce qui a pour effet d'améliorer le rendement par rapport au statoréacteur continu.

qu'on pourrait lui prêter. Le remplissage se fait principalement par ce qu'on appelle « l'effet Kadenacy », qui est le vide partiel provoqué dans la chambre de combustion par l'échappement à grande vitesse d'une colonne gazeuse douée d'inertie.

LES PULSORÉACTEURS AMÉRICAINS

Les recherches sur le pulsoréacteur avaient débuté en Amérique avant les premiers tirs de V-1 sur Londres. Zwicky, de l'Aerojet Engineering Corp. obtint une aide importante de la Marine pour des travaux qui commencent dans les premiers mois de 1944. Les recherches prirent un tour nouveau dès qu'on put récupérer des moteurs de V-1 et les expérimenter méthodiquement. On chercha en particulier à remédier aux principaux défauts du matériel allemand, son endurance



Aux grandes altitudes et aux vitesses élevées le fonctionnement d'un pulsoréacteur devient difficile et sa poussée s'abaisse. On y remédie en le plaçant dans une tuyère divergente-convergente : la veine d'air se comprime et se ralentit au niveau du réacteur.

très faible qui ne dépassait guère la demi-heure, et sa consommation élevée.

L'élément fragile du moteur est la grille d'obturation dont les clapets ne résistent pas longtemps à la température élevée des gaz. On modifia leur constitution, pour demander à des éléments différents la résistance mécanique et calorifique ; on améliora également le tracé de manière à maintenir constamment un matelas d'air frais au contact des clapets. La durée de service était déjà portée, en 1946, entre six et dix heures.

Le rendement des moteurs de V-1 était très faible. La consommation spécifique atteignait 4 kg par kilogramme de poussée et par heure, alors que le chiffre correspondant était de l'ordre de 1 kg/kg/h pour les turboréacteurs contemporains. Sur les pulsoréacteurs américains de 1946, on a pu ramener cette consommation à 2,6 kg/kg/h.

On pourrait être tenté d'attribuer cette consommation élevée au principe même d'un appareil sans compression préalable. Ce n'est cependant pas là le point faible du pulsoréacteur dont le cycle à volume constant a un rendement naturellement élevé. La difficulté est de réaliser les explosions en mélange pauvre, le gros excès d'air tel qu'on l'admet sur le turboréacteur améliorant beaucoup le rendement propulsif en intéressant une masse de gaz brûlés plus grande. Bien qu'on soit limité dans cette voie, on a pu relever le rapport de 15 à 16 entre le poids d'air et de combustible, qui correspond à l'entrée en réaction de tout l'oxygène de l'air, jusqu'à des valeurs de 25 à 30, mais qui reste très loin des valeurs de 60 que l'on dépasse sur les turboréacteurs.

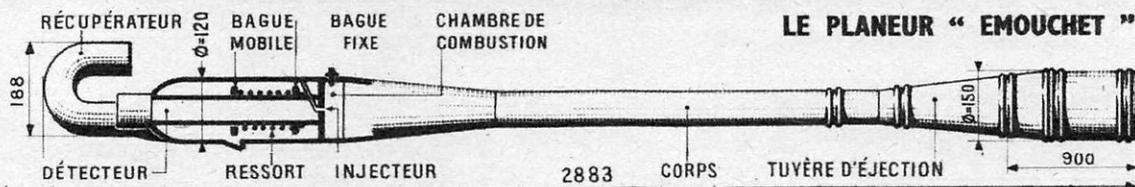
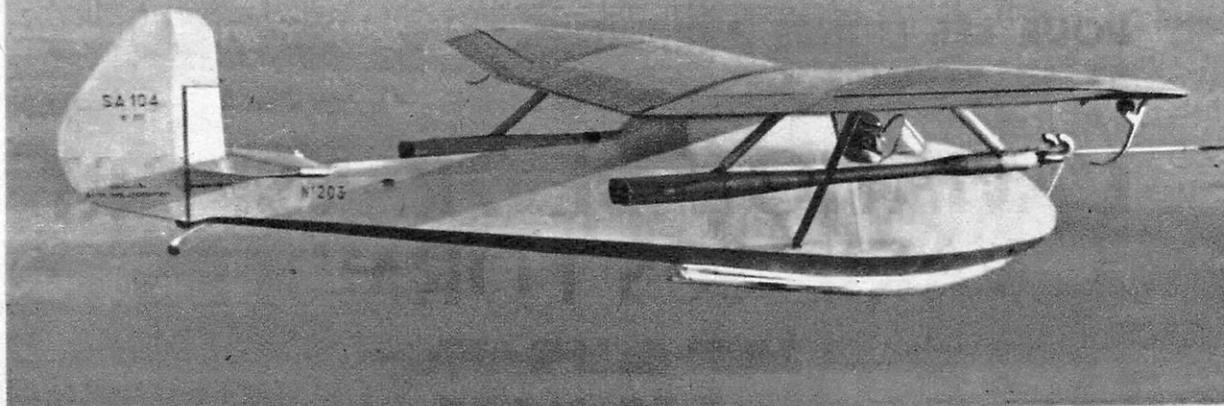
En même temps on a pu relever largement la poussée par unité de section droite du pulsoréacteur ; elle atteint près de 30 kg par décimètre carré.

En résumé, la mise au point américaine du pulsoréacteur avait conduit dès 1946 à des appareils dix à quinze fois plus endurants que les appareils allemands, dont la poussée par unité de section avait été largement doublée, et la consommation réduite de plus d'un tiers.

LES PULSORÉACTEURS SANS CLAPETS

Est-il possible, sans perte trop élevée de rendement, de supprimer les clapets qui sont le seul élément fragile du pulsoréacteur ? Il semble bien que les premières études sur cette variante aient débuté indépendamment, et à peu près simultanément, en France et aux Etats-Unis.

En 1944, à la même époque où Zwicky étudiait le pulsoréacteur ordinaire, le lieutenant de vaisseau W. Schubert mettait au point, à la station expérimentale d'Annapolis, un tube sans clapet battant sur le principe de ce qu'il appelait une « valve acoustique ». L'idée a été reprise depuis par le professeur Abraham Kahane, de Princeton, qui qualifiait en



LE PLANEUR "EMOUCHET", équipé de quatre "Escopette" marque la première application du pulsoréacteur sans clapet. La coupe de l'appareil montre ses organes principaux : le détecteur qui sert également de support élastique avant pour l'appareil dont

la poussée s'exerce sur la bague butée mobile et le ressort, la chambre de combustion cylindrique prolongée par un convergent, le corps cylindrique rétreint, la tuyère d'éjection cylindroconique. Un récupérateur en forme de crosse est fixé devant le détecteur.

1947 son moteur de « statoréacteur intermittent » et le présente comme une amélioration de celui-ci permettant d'atteindre des pressions de combustion, donc un rendement, supérieurs. La figure page 52 donne une idée de ce que serait, selon l'inventeur, le processus de combustion avec précompression des gaz par une des ondes de choc se propageant en retour, à l'avant du front de flamme.

Les études de la SNECMA qui ont abouti au pulsoréacteur « Escopette » ont été conduites indépendamment de celles-ci, sous la direction de l'ingénieur de l'Air J. Bertin. Dès 1943, il proposait l'étude du pulsoréacteur qu'il entreprenait de réaliser en 1944 sous la supervision de l'ingénieur en chef Marchal, suivant la formule du pulsoréacteur sans clapets. M. Bertin fit appel au début à un principe de « détecteur-tourbillon », abandonné par la suite en faveur d'un « détecteur à coupelles » genre frein de bouche, qui, perfectionné lui-même, permit de réaliser dès 1950 un moteur d'excellentes performances, notamment du point de vue de la consommation qui est tombée à 1,8 kg/kg/h, soit au-dessous de celle des pulsoréacteurs américains à clapets, et à peine au-dessus de celle des turboréacteurs de petite puissance.

Le fonctionnement de l'Escopette n'a pas encore été décrit avec précision. Le « récupérateur » en forme de crosse qui rejette vers l'arrière une partie de l'échappement avant — 20 % environ — doit jouer un rôle important dans le gain de rendement.

Les caractéristiques sont les suivantes :
 Longueur : 2,850 m.
 Diamètre maximum : 0,155 m.
 Poids : 4,5 kg.

Poussée : 10 kg.

Fréquence des explosions : 90 par seconde.

LES APPLICATIONS DU PULSORÉACTEUR

L'autonomie de vol assurée au planeur, à l'exemple de l'« Emouchet », facilite beaucoup le vol à voile, en permettant le décollage sans treuil. Mais cette application n'est pas la seule qui présente un intérêt certain. Il convient de rappeler l'intéressant projet que M. Jarry présentait en 1950 au Congrès aéronautique de l'Union française.

On hésite généralement à employer en trafic commercial un monomoteur, en raison des risques courus en cas de panne. Mais le bimoteur, capable de décoller et de voler sur un seul moteur, est beaucoup plus coûteux d'exploitation que le monomoteur. Ne pourrait-on, propose M. Jarry, monter sur l'avion colonial un pulsoréacteur de secours auquel on ne demanderait même pas de maintenir l'appareil en vol, mais simplement de le conduire sur un terrain voisin en diminuant la pente de la route en vol plané? La solution n'est pas admissible dans un réseau très fréquenté, où l'on exige des avions des possibilités de vol d'attente avant que l'on donne l'autorisation d'atterrir, ou même de déroutement sur aérodromes voisins. Mais en de nombreuses régions de l'Union française, l'infrastructure est assez développée, et les pistes assez peu encombrées, pour qu'on puisse tolérer l'atterrissage d'urgence d'un avion qui se sera trouvé en panne de moteur à une centaine de kilomètres et que son pulsoréacteur aura aidé à voler jusque-là.

Camille Rougeron

**POUR LES LIGNES AÉRIENNES
ET LE SERVICE DES ARMÉES**

L'AVIATION DE TRANSPORT VARIE SES FORMULES



D'UN Salon à l'autre, la technique de l'avion de transport pose une série de problèmes qui ne varient guère. Le moteur à explosions sera-t-il éliminé par le turbopropulseur ou par le turboréacteur? Faut-il choisir un avion de plus ou moins gros tonnage, rapide ou lent? Ce sont là des questions qui se discutent régulièrement depuis six ans, une fois la preuve faite de 1940 à 1945 par les opérations militaires que le transport aérien était quelque chose d'aussi indispensable aujourd'hui que le chemin de fer, l'automobile ou le navire.

Les réponses ne sont pas aisées. De longtemps encore, les arguments techniques ne seront pas l'élément décisif pour remplacer, par exemple, un Douglas DC-3 ou DC-4 amorti par quelque matériel aux solutions plus nouvelles, mais qui risque d'être démodé beaucoup plus vite que ses prédécesseurs.

MOTEUR A EXPLOSIONS TURBOPROPULSEUR OU TURBORÉACTEUR

De tous les problèmes posés au constructeur et à sa clientèle, le choix du moteur est celui qui aura fait l'objet des solutions les

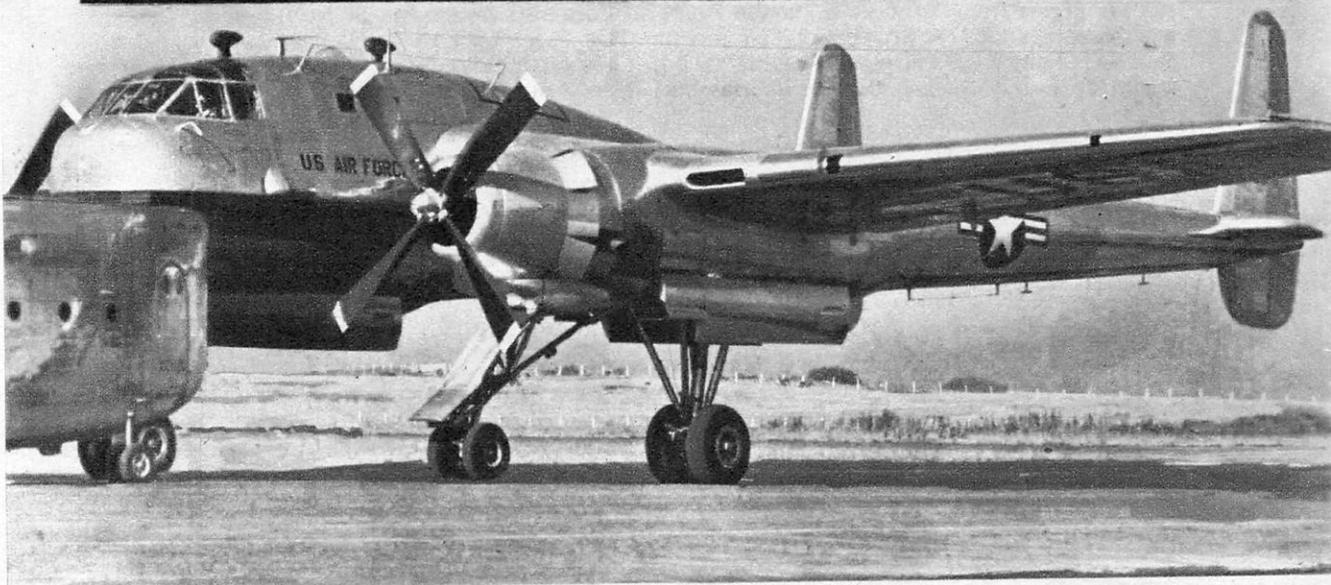
plus variées et des retournements les plus nombreux.

Le moteur à explosions a pour lui sa faible consommation, qui dépasse à peine 200 g/ch-h et sera réduite de 15 % au moins à l'entrée en service du moteur compound à turbine d'échappement. Les plus optimistes des constructeurs de turbopropulseurs n'annoncent pas de consommation inférieure à 270 g/ch-h, et celle du turboréacteur, aux vitesses de 800 km/h qu'on ne songe pas à dépasser, est beaucoup plus élevée encore. Aussi le moteur à explosions, amélioré par une utilisation meilleure de l'échappement, se défendra-t-il longtemps encore sur les grands parcours où une réduction même faible du poids de combustible emporté relève notablement la charge payante.

En outre, la longue expérience qu'on en a permet à des transporteurs sérieux utilisant des moteurs réputés de faire voler des centaines d'avions pendant plusieurs années sans accident imputable à la défaillance d'un moteur. La simplicité du turboréacteur et même celle, un peu moindre, du turbopropulseur garantissent qu'ils atteindront un jour ce degré de perfection. Mais l'expérience reste à faire.



LE FAIRCHILD « PACKPLANE », VERSION A SOUTE DÉTACHABLE DU « PACKET ».



Les premières réalisations de turbopropulseurs au lendemain de la guerre étaient nettement trop lourdes pour être acceptées sur un avion de transport, d'autant plus que leur consommation, de l'ordre de 300 g/ch-h, aggravait encore la comparaison avec le moteur à explosions. La position du turbopropulseur s'est améliorée avec les dernières versions du Rolls-Royce « Dart » qui équipent le Vickers « Viscount 700 ». Mais les véritables perspectives d'avenir s'ouvrent avec les Allison T-38 et T-40, et le Pratt et Whitney T-34, dont les poids, de l'ordre de 200 g/ch, et les consommations, voisines de 275 g/ch-h, promettent d'être améliorés encore.

Si le turbopropulseur réussit à combiner la légèreté et une consommation acceptable, il ajoutera à ces qualités une série d'avantages intéressants pour un avion de transport. Il coûte assez cher actuellement. Mais les dirigeants d'Allison ont affirmé que son prix au kilogramme n'a aucune raison de dépasser celui du moteur à explosions, s'il est construit en série aussi nombreuse ; le prix au cheval serait alors deux fois moindre. De toute façon, l'entretien est d'ores et déjà beaucoup plus simple. Les premiers constructeurs d'avions à turbopropulseurs affirment que cette éco-

nomie s'étend à la cellule elle-même, dont les vibrations sont très atténuées.

Le turboréacteur bénéficie d'une endurance égale et d'un prix au cheval moindre encore. Mais sa consommation, bien plus élevée que celle du turbopropulseur à des vitesses pas très différentes, est presque prohibitive.

Le turboréacteur présente, par ailleurs, quelques inconvénients graves auxquels on n'a pas encore réussi à porter remède. La longueur de décollage dépasse de beaucoup celle des groupes moteurs à hélice ; on ne peut la diminuer, comme sur les avions militaires, par le recours à la post-combustion dont la tuyère releverait encore la consommation en croisière. Faute de rétablissement en altitude, la difficulté s'aggrave au point de gêner sérieusement l'établissement de la première ligne à desservir par les De Havilland « Comet », la ligne Londres-Le Cap, sur les hauts plateaux africains. Enfin, le problème de l'énorme consommation de combustible au cours de l'attente et, des déroutements éventuels à l'atterrissage n'a toujours pas été résolu ; le tour de faveur qu'on peut accepter de donner aux avions à turboréacteurs à leur début ne leur serait pas maintenu longtemps s'ils se généralisaient.

L'ÉVOLUTION DES IDÉES SUR LE MOTEUR

Si l'on s'accordait aisément, au lendemain de la guerre, sur la nécessité d'un remplacement rapide du moteur à explosions, on différait sur le choix du remplaçant.

Le turbopropulseur fut accueilli avec quelque réserve en France et en Amérique, mais, sans attendre la fin des hostilités, la commission présidée par lord Brabazon mita en Grande-Bretagne sur ce type de moteur.

Des deux appareils géants spécialement établis pour prouver la valeur de ce choix sur les lignes transatlantiques, l'avion Bristol « Brabazon » de 131 500 kg et l'hydravion Saunders-Roe SR-45 « Princess » de 142 000 kg, aucun ne paraît destiné à un brillant avenir.

turboréacteur. Le De Havilland « Comet » britannique et l'Avro « Jetliner » canadien volent depuis deux ans ; ils sont construits en série pour les lignes canadiennes et britanniques, mais ces commandes n'ont pas entraîné celles de la clientèle étrangère.

Peut-être la seule faute a-t-elle été d'avoir misé trop tôt sur les nouveaux types de moteurs ?

On ne reprochera pas aux constructeurs américains de s'être engagés imprudemment. L'excellent matériel, équipé de moteurs à explosions, qu'ils sortaient en 1945, a été amélioré régulièrement. Si bien que les Douglas DC-6, les Lockheed « Constellation », complétés en bimoteurs par les Convair « Liner », se sont taillé une part de roi dans les com-



British European Airways.

VICKERS VISCOUNT

Le plus ancien — il a volé pour la première fois en juillet 1948 — et le seul en service des avions de transport à turbopropulseurs, le « Viscount » est actuellement construit en série pour les compagnies de transport britanniques et irlandaises, ainsi que pour Air France. « Moyen courrier » lui aussi, c'est-à-dire fait pour les étapes de 2 000 à 3 000 km, il défendra l'avenir du turbopropulseur aux vitesses de 500 km/h.

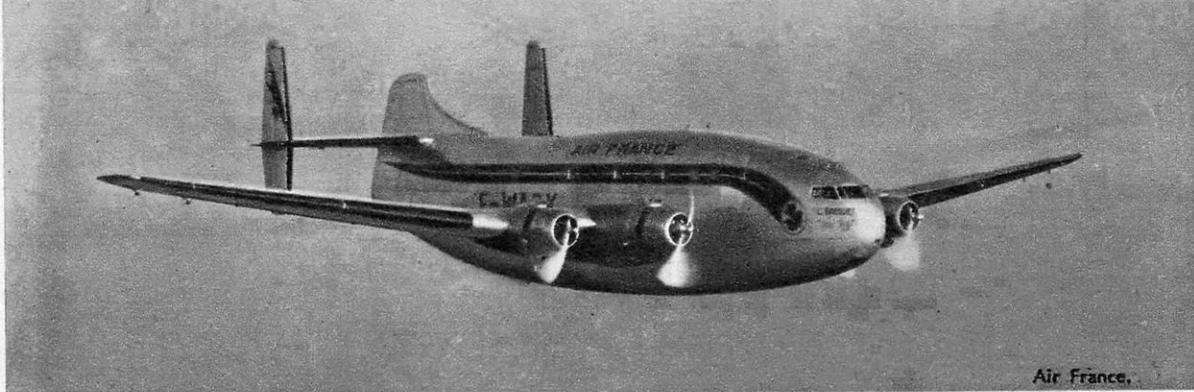
Un seul « Brabazon » a volé avec 8 moteurs à explosions « Centaurus ». Le deuxième, équipé de huit turbopropulseurs « Proteus », sera achevé, comme les « Princess » qui en portent dix ; mais on leur cherche d'autres utilisations que le transport des passagers.

On ne doit pas méconnaître le succès du Vickers « Viscount », dans sa deuxième version équipée de turbopropulseurs Rolls-Royce « Dart ». L'appareil est rapide, son rendement élevé eu égard à son tonnage. Le prix n'est pas très élevé. Il a été commandé dès le début en grande série pour les lignes nationales britanniques, et même en 1951 pour Air France. Mais il n'a pas réussi à diminuer les succès du moyen courrier qui le concurrence le plus directement, le Convair « Liner » 240, dont les dernières versions agrandies 340 ont enlevé cette année encore un volume considérable de commandes.

L'échec prévisible des premiers avions de transport à turbopropulseurs avait incité quelques constructeurs à tenter la formule de

mandes des compagnies de transport aérien.

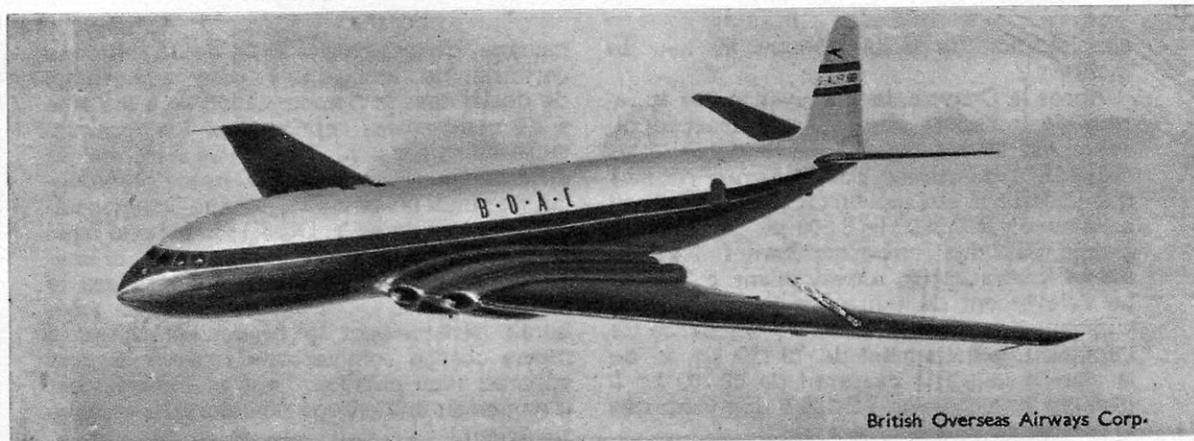
Les constructeurs et exploitants américains ne cachaient pas leur intention d'épuiser jusqu'à l'extrême limite le rendement de leurs études et la capacité de transport de leur matériel en service, pour passer ensuite à des appareils nouveaux équipés de moteurs modernes, dont on croyait qu'ils seraient des turboréacteurs, et dont on n'attendait pas de concurrence sérieuse avant 1950. S'il y a eu erreur sur le premier point, car l'avenir immédiat paraît plutôt appartenir au turbopropulseur qu'au turboréacteur, on a jugé presque aussi mal sur le second, et l'époque où le turbopropulseur concurrencera sérieusement le moteur à explosions est certainement plus proche de 1955 que de 1950. Les constructeurs, découvrant en 1950 les qualités des turbopropulseurs commandés par la Marine quelques années plus tôt, ont le temps de mettre au point les versions légèrement modifiées des appareils avec moteurs à explosions qu'ils sortent aujourd'hui.



Air France.

BREGUET PROVENCE. Construit en série, à la fois pour Air France et pour les compagnies françaises privées, le « Provence » est le type de l'avion de transport à vitesse modérée, à grand volume de fuselage

aménagé en « deux ponts », et qui peut emporter une charge utile élevée sur étapes de 2 000 à 3 000 km, sans craindre la concurrence des appareils à turbines. Le prototype a été présenté en vol à Orly en 1949.



British Overseas Airways Corp.

LE D.H. « COMET ». Le « Comet » est l'avion de transport à réaction qui a fait l'objet des plus grosses commandes de série, quatorze pour la British Overseas Airways Corporation, deux pour les Canadian

Pacific Airlines. Il est construit en deux aménagements pour 36 ou 48 passagers, sa charge payante est inférieure à celle des autres « moyens courriers », mais il l'emporte sur eux par sa vitesse de 790 km/h.

PROJETS ET RÉALISATIONS AVEC TURBOPROPULSEURS

Les réalisations les plus avancées sont évidemment celles des constructeurs britanniques, partis les premiers, mais sur des appareils moteurs de performances aujourd'hui dépassées.

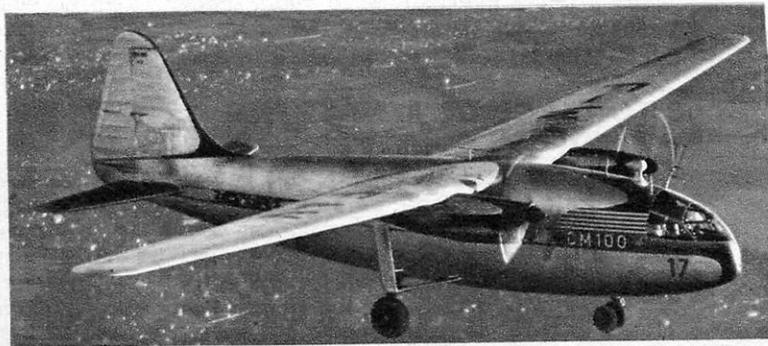
Les projets américains se sont multipliés au lendemain des premiers essais de l'Alli-

son T-40 sur les hydravions d'exploration Consolidated XP5Y-1.

Le premier en date est la conversion du Convair 240 « Liner » à l'aide de deux Allison T-38 de 2 750 ch, qui vole depuis 1950. Il est probable que l'appareil équipé de turbopropulseurs sera le 340, à surface de voilure accrue. La capacité de transport et la vitesse seront sensiblement les mêmes que celles du Vickers « Viscount », mais avec la

LE FOUGA CM-100

Le CM-100 est la version motorisée du planeur CM-10, actuellement construit en série pour le transport des troupes et du matériel. Il conserve le montage sur charnières du nez du fuselage pour le chargement. Aménagé pour 10 à 15 passagers, il a été présenté comme le Dussault « Flamant » et le S. O. « Corse », au cours d'une croisière d'avions type colonial organisée en Afrique française.



Air Mondial.



L'AIRSPEED « AMBASSADOR » construit en série de 20 pour les British European Airways, est le plus récent des gros bimoteurs de transport britanniques équipés de moteurs à explosions. Avec ses moteurs

de 2 700 ch, il est le plus puissant. Aussi bat-il le record du nombre de passagers — jusqu'à 49 en certains aménagements — de la charge payante (5 280 kg) et du poids en charge (23 600 kg) pour bimoteur.

simplification de deux moteurs au lieu de quatre.

Après le Convair, le plus avancé des appareils de transport américains à turbopropulseurs est la version YC-124 B du Douglas C-124 A, commandée pour l'Armée de l'air des Etats-Unis. Les moteurs à explosions Pratt et Whitney R-4 360 de 3 500 ch seront remplacés par des turbopropulseurs T-34 du même constructeur, développant 5 700 ch. Le relèvement de puissance permettra une augmentation notable du poids en charge de l'appareil, actuellement de 79 450 kg, et de la charge utile qui passerait de 22 700 kg à près de 30 000 kg. Le YC-124 B doit voler dès le printemps 1952.

Les projets français ne sont pas encore au stade de la réalisation, mais leur orientation vers le turbopropulseur ne fait pas de doute. La S.N.C.A.S.O., choisie pour une étude plus complète à l'examen de quelques avant-projets établis par les Sociétés Nationales, avait publié les caractéristiques et performances d'un avion de transport à turboréacteurs d'une cinquantaine de tonnes; elle a repris depuis son projet en le transformant pour turbopropulseurs. Breguet, de son côté, a présenté deux études du « Fulgur » 97, de 49 tonnes, équipé soit de quatre turboréacteurs Rolls-Royce « Nene », soit de quatre turbopropulseurs Armstrong-Siddeley « Double Mamba », ou Allison T-38. On doit noter l'aménagement pour 100 passagers, à comparer dans la première version aux 36 passagers d'un De Havilland « Comet » de tonnage à peine inférieur, et le choix d'une aile droite au lieu de l'aile en flèche de ce même appareil.

LE TONNAGE DE RENDEMENT MAXIMUM

Le succès presque régulier de l'avion moderne de gros tonnage, en remplacement de l'avion ancien de tonnage moindre, aura connu récemment deux exceptions remarquables, celle des avions géants britanniques, celle des « transports d'assaut » américains.

Il était difficile de faire mieux, en même

tonnage, qu'un Douglas DC-4 de 33 t, dont le certificat de navigabilité date aujourd'hui de douze ans; la démonstration en a été faite à de nombreuses reprises par les constructeurs européens qui l'ont tenté sans succès au cours de ces douze ans. Mais si l'on acceptait un poids de 40 à 50 t, comme Douglas lui-même l'a fait avec le DC-6 et Lockheed avec le « Constellation », et si on exécutait le nouvel appareil avec autant de bonheur dans ce tonnage que le DC-4 dans le sien, on améliorerait certainement le rendement. Avec la même charge commerciale relative, le gros appareil allait plus loin; à la même distance, il emmenait une charge commerciale relative supérieure.

Continuait-on à gagner en rendement en relevant le tonnage de l'appareil? Certains constructeurs l'affirmaient et se sont lancés dans des avions de 130 à 140 t dont ils attendaient le surclassement certain des matériels en service. D'autres soutenaient le contraire et, en France notamment, au moment où Breguet mettait en chantier son « Deux-Ponts », il publiait une étude détaillée montrant que le tonnage optimum se situait vers 40 t.

Si l'on rectifie les hypothèses de base du calcul qui varient avec l'allègement des moteurs, l'augmentation admissible de charge alaire, etc..., on peut attribuer à ce tonnage optimum une valeur de 80 à 90 t, mais certainement pas 130 à 140 t. Ainsi, les constructeurs d'avions géants s'exposaient d'abord aux risques de toute construction d'appareil au tonnage entièrement nouveau; en outre, on pouvait affirmer dès le départ qu'ils n'étaient pas compensés par un gain de rendement.

L'échec du Bristol « Brabazon » et du Saunders-Roe « Princess » doit être imputé, pour partie, à un choix prématuré du turbopropulseur. Mais le choix du tonnage porte également sa responsabilité; même avec des moteurs à explosions, il est douteux que des appareils de 136 et 142 t aient eu au lendemain de la guerre un rendement qui justifiait ce poids. Le Consolidated XC-99, avec ses 120 t, n'a pas davantage fait l'objet de commandes de série, bien que sa construction ait bénéficié

LE CONVAIR 340

Le Convair 340 est un développement du Convair 240 « Liner » qui était le plus rapide des bimoteurs de transport d'après-guerre, et celui qui a remporté le plus grand succès auprès des transporteurs et de la clientèle. Le 340, à voilure agrandie et fuselage allongé, avec les mêmes moteurs, emportera 44 passagers; il a déjà fait l'objet d'importantes commandes de la part de plusieurs compagnies : United, Airlines, Braniff, etc.



LE MARTIN 4-0-4

Le 4-0-4 est la version pressurisée du 2-0-2, qui vola pour la première fois en 1946, et qui a été le premier bimoteur de transport « moyen-courrier » établi après la guerre. Le 4-0-4, qui pèse en charge un peu moins de 20 t, a été commandé récemment à une série d'une centaine environ par plusieurs compagnies américaines (Eastern Air Lines, T. W.A...). Le nombre de passagers a été porté de 36 à 40.



SO-30 P BRETAGNE

Le « Bretagne », de la Société de Constructions Aéronautiques du Sud-Ouest, le seul bimoteur de transport construit en France depuis la guerre, est actuellement livré à diverses compagnies françaises et étrangères; il est en service sur les lignes d'Algérie. Il est construit en plusieurs versions, depuis celle pour 30 passagers, prévue lors de son programme jusqu'aux versions « coach » pour 45 passagers.





◀ DOUGLAS SUPER DC-3

C'est la modernisation du Douglas DC-3, réalisée en 1949, équipée de moteurs plus puissants et d'une nouvelle voilure; il utilise un fuselage plus allongé que ceux des appareils DC-3 en service.

DOUGLAS C-124 A ▶

Version agrandie du « Globemaster I » (C-74), le C-124 A, aménagé pour le transport de 200 hommes équipés ou 22 700 kg de charge utile, est le plus gros avion de transport militaire actuel.

de la mise au point simultanée du Convair B-36 dont il était la version militaire, et qu'elle ait été menée beaucoup plus rapidement que celle de ses concurrents britanniques puisque, conçu à la même époque, il volait en novembre 1947. Peut-être même le Lockheed « Constellation », de 83,5 t, qui volait en novembre 1946, était-il déjà trop gros pour l'époque, et faut-il chercher chez Douglas, le plus prudent des grands constructeurs d'avions de transport, la loi de croissance qui explique le succès du DC-4 et du DC-6 et fait bien augurer de la future version civile du YC-124 B à turbopropulseurs : 33 t en 1939, 44 t en 1946, 80 à 90 t en 1952.

La réaction de l'Armée américaine contre l'évolution du matériel commandé par le M.A.T.S., le Military Air Transport Service, qui a la charge des transports aériens des trois armes, est un deuxième échec au passif des transports géants.

La guerre de Corée et les difficultés d'emploi des gros avions sur les terrains de la péninsule — les premiers DC-4 n'ont pu y atterrir qu'après la reconquête de Séoul — n'ont été qu'une occasion offerte à l'Armée pour imposer la commande d'un « transport d'assaut » réclamé depuis longtemps. Les tendances du M.A.T.S. vers les appareils sans cesse plus gros et plus rapides étaient connues depuis les déclarations de ses chefs au lendemain du pont aérien berlinois; un tel matériel leur eût permis le même trafic avec un personnel, navigant ou d'entretien, très inférieur en nombre. Cette politique était concrétisée par des commandes répétées de gros quadrimoteurs, dont la plus récente portait sur les Douglas C-124 A de 80 tonnes. L'Armée insistait au contraire sur la nécessité d'adapter les avions au service des terrains qu'on était exposé à rencontrer fréquemment en campagne, sur la durée de chargement et de déchargement de la plupart des matériels militaires qui supprimait l'intérêt d'un gain en rendement et en vitesse.

Par la commande des Chase C-122 et C-123,

classés en tête du concours d'« avions d'assaut », comme par celle des Fairchild C-119, version nouvelle du « Packet », l'Armée a imposé ses vues. Le bimoteur de moyen tonnage l'a emporté sur le quadrimoteur de gros tonnage. L'Armée de l'Air française a d'ailleurs accepté la même solution en renonçant aux quadrimoteurs « Cormoran » et en commandant des bimoteurs « Noratlas ».

Il faut assurément faire pour tous ces appareils la part de la vitesse de croisière modérée qui s'accommode d'une vitesse d'atterrissage moindre et de l'usage de terrains plus faciles à trouver, et celle du tonnage réduit qui accélère les opérations de chargement et de déchargement. Mais ce dernier facteur a certainement joué un rôle important dans les décisions en faveur d'un appareil de tonnage très inférieur à l'optimum théorique, pour les transports des Armées de l'Air.

LA VITESSE DE CROISIÈRE

La question de la vitesse préférable de croisière est d'ailleurs loin d'être résolue, et les deux formules de l'avion lent et de l'avion rapide continuent à être opposées.

L'exemple des avions de transport les plus réputés semble prouver que leur vitesse de croisière économique de plus de 450 km/h et ses sujétions quant aux longueurs de décollage et d'atterrissage sont à la base même de leur rendement. Cependant, les avions de vitesse très inférieure, dont le Junkers Ju-52 est le type le plus connu, ont une descendance continue et trouvent une clientèle fidèle. Le bimoteur Bristol 170 « Freighter », à 260 km/h de vitesse de croi-

LE CONSOLIDATED-VULTEE CONVAIR XC-99 ▶

Version de transport militaire du bombardier lourd B-36, le Convair XC-99 aménagé pour 400 hommes bat le record de la capacité de transport. Son constructeur en a étudié d'autres versions, équipées notamment de turbopropulseurs, pour les transports civils.



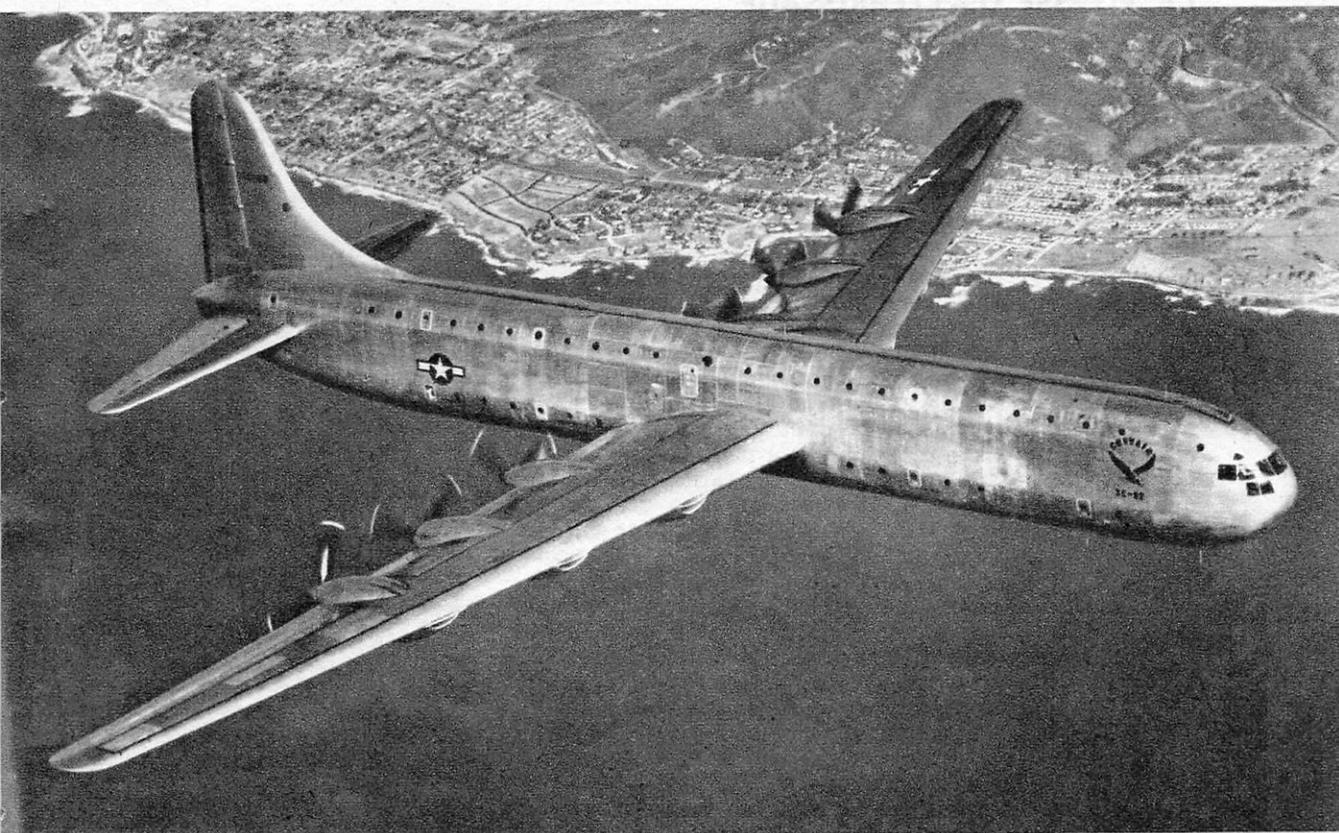
sière « recommandée », le quadrimoteur Breguet 760 « Provence » qui ne devait guère dépasser 325 km/h comme vitesse de croisière économique lors de l'établissement de son programme avec des moteurs de 1 600 ch, prouvent que le rendement et la vitesse ne vont pas nécessairement de pair.

La série de commandes récentes d'avions de transport militaires confirme ce point de vue. Des avions comme le Nord 2500 de 340 km/h en croisière, les Fairchild « Packet » dont la vitesse de croisière, variable suivant

les modèles, est à peine supérieure, le Chase C-123, où elle ne dépasse pas 330 km/h, l'ont emporté sur les versions militaires d'avions commerciaux plus rapides.

Les conditions d'exploitation sont en réalité le facteur déterminant du choix.

Sur les petits parcours, la vitesse n'est pas plus utile au passager dont elle ne réduit pratiquement pas la durée du voyage, qu'à l'exploitant dont elle relève à peine le nombre de parcours journaliers réalisables sur la ligne, en raison des temps perdus au sol,



et de l'impossibilité d'atteindre sur une distance aussi courte l'altitude où l'avion pourrait donner la vitesse pour laquelle il a été établi. Le raisonnement vaut pour la plupart des transports militaires à petite distance. A quoi sert la vitesse de 480 km/h à 6 000 m d'altitude lorsqu'on se propose de franchir le détroit de Corée, ou de parachuter au voisinage du 38^e parallèle le ravitaillement débarqué à Wonsan ou à Inchon ?

L'avion rapide rencontre une deuxième difficulté, qui se présente même sur les moyens parcours. Le prix d'achat et la consommation accrues ne se justifient que sur des lignes où la clientèle peut épuiser les capacités de transport d'un quadrimoteur multipliant ses parcours journaliers avec un chargement de passagers qui va représenter bientôt celui d'un petit paquebot ; la version à turbopropulseurs du Convair XC-99 transportera à 640 km/h les 400 passagers de son aménagement « coach », de l'Atlantique au Pacifique, pour un prix inférieur à celui de l'autocar. La version coach du Douglas YC-124 B à turbopropulseurs emmènerait sur les parcours moyens les mêmes 200 passagers que l'appareil militaire ; mais si l'on peut trouver entre New-York, Chicago et San Francisco une clientèle pour de tels avions, est-il beaucoup de lignes de ce genre ? La France détient avec l'Afrique du Nord une position incomparable du point de vue du trafic aérien. Cependant, un seul de ces appareils, transportant en une heure un quart ses passagers sur Marseille-Alger n'épuiserait-il pas en trois ou quatre allers et retours journaliers toutes les possibilités de clientèle de la ligne ? L'objection est déjà présentée aux propositions de mise en service d'appareils deux fois plus petits et deux fois plus lents.

LA VITESSE D'ATTERRISSAGE

La vitesse de croisière est pratiquement liée à la vitesse d'atterrissage. Si l'on a mis en service des avions de transport faisant près de 500 km/h de croisière, c'est parce qu'on a accepté de charger leur voilure à près de 400 kg/m², comme les bombardiers lourds dont ils dérivent, et par suite de décoller et d'atterrir à 180 km/h sur des pistes bétonnées de 2 000 m et plus. Mais le coût de l'établissement des aéroports, comme la possibilité de trouver l'emplacement de tels terrains en de nombreux pays, incitent à limiter cette vitesse d'atterrissage. Parallèlement aux avions à grand rendement, une deuxième catégorie s'impose, mieux adaptée à desservir les régions où la densité de population et la nature du sol ne permettent pas l'établissement d'une telle infrastructure.

La guerre de Corée a fourni une excellente occasion pour imposer la commande de cette « aviation d'assaut », à vitesse d'atterrissage réduite. L'armée américaine se bornait à reprendre les exigences de l'armée allemande qui avait obtenu de la « Luftwaffe » un type d'avion de transport, le Junkers Ju-52, capable de se poser sur des terrains de campagne sommairement aménagés. Le concours d'Eglin Field, ouvert à la suite des premiers enseignements de la campagne, a conclu au choix de deux appareils : les Chase C-122 et C-123, dont le premier est un planeur motorisé, et le deuxième sa version agrandie. Leur vitesse d'atterrissage à pleine charge est de 137 km/h.

De tels appareils s'imposent davantage encore pour de nombreuses applications civiles, pour les avions « d'apport » par exemple, et en premier lieu pour le type auquel on donne généralement le nom d'avion « colonial ». Le transport aérien est fréquemment le seul qui puisse s'adapter

LE A.W.-55 « APOLLO »

L'Armstrong Whitworth 55 « Apollo » qui a volé pour la première fois en avril 1949, est le plus récent des avions de transport britanniques à turbopropulseurs. D'une formule analogue à celle du Vickers « Viscount », mais un peu plus léger, de vitesse et de rayon d'action moindres, il est également quadrimoteur avec des Armstrong-Siddeley « Mamba » de 1 475 ch. Il peut être aménagé suivant la longueur des lignes qu'il desservira pour 36 ou 41 passagers.

LE LOCKHEED L-1049

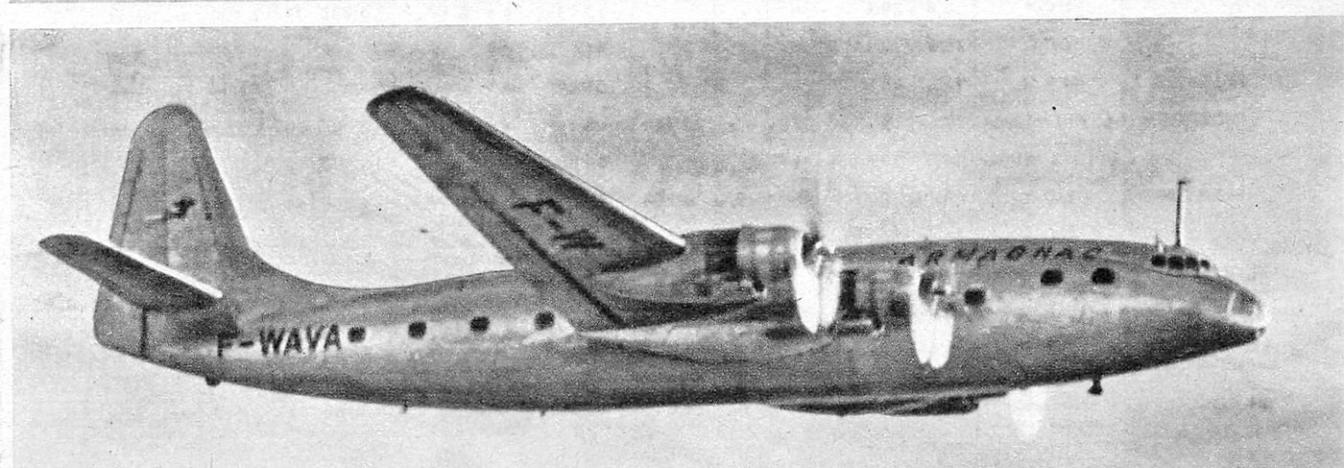
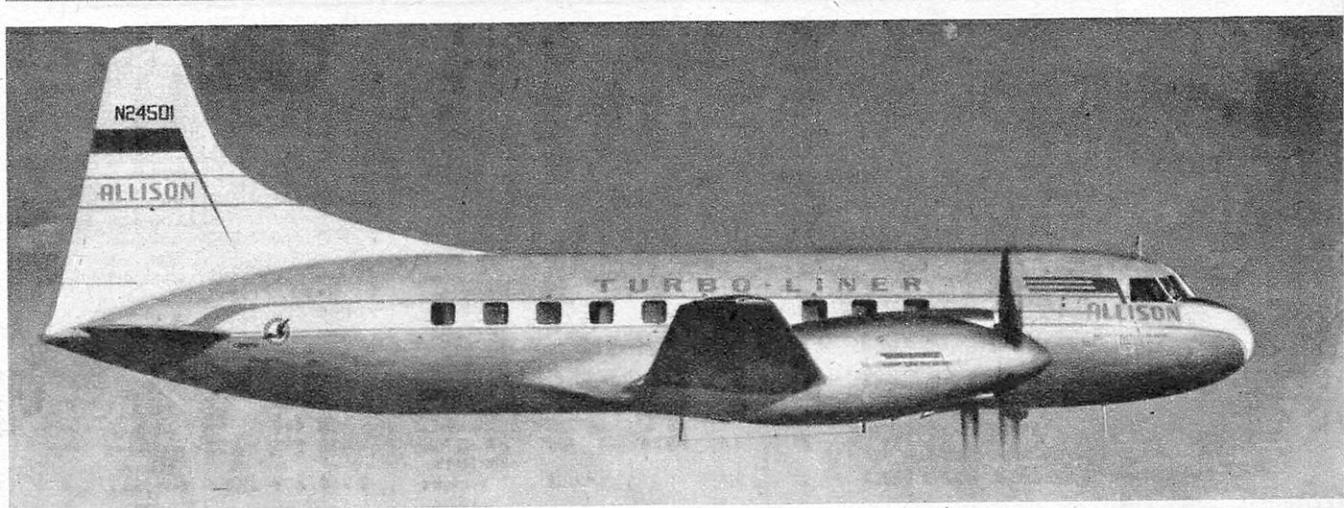
Dérivé du « Constellation » par allongement de 5,5 m du fuselage, ce « Superconstellation » pèse environ 5 000 kg de plus, et pourra emporter 92 passagers. Il est livré avec des Wright R-3350 dont la puissance au décollage a été relevée de 200 ch, mais la structure a été renforcée pour qu'il puisse utiliser à plein rendement soit les Wright « Turbocyclone » de 3 250 ch (moteurs compound), soit des turbopropulseurs qui pourraient être les Allison T-38 des dernières versions à puissance accrue.

LE CONVAIR « TURBOLINER »

Premier avion de transport américain à turbopropulseurs, le « Turboliner » a été dérivé du « Liner » en remplaçant les moteurs de ce dernier par des Allison T-38 de 2 750 ch. Il a donc sensiblement, en bimoteur, la capacité de transport et la vitesse des appareils à quatre petits turbopropulseurs. La puissance nouvelle attendue du T-38 permettra probablement une amélioration de rendement supérieure encore lorsqu'il aura été installé sur le Convair 340, agrandissement du « Liner ».

LE SE-2010 « ARMAGNAC »

L'« Armagnac », de la Société de Constructions Aéronautiques du Sud-Est, est le plus gros avion de transport français construit depuis la guerre, et le seul « long courrier » français. Il est aménageable en plusieurs versions à partir de 84 passagers. Il est construit en série de 15. Plusieurs études ont été faites pour améliorer encore les performances de l'appareil, avec les « Turbocyclone » (compound) ou avec des turbopropulseurs.



aux conditions économiques d'immenses territoires sous-peuplés, jusqu'à ce qu'ils puissent payer la création et l'entretien d'un réseau de transports de surface. Mais leur infrastructure, limitée en importance, ne s'accommode que de l'appareil à faible vitesse d'atterrissage. L'idéal serait la bande unique de 300 m sur 100 m qui pourrait être multipliée par milliers dans des exploitations agricoles dont elle serait la seule liaison avec le reste du pays.

On s'exagère souvent le sacrifice qu'imposent de telles exigences. L'objection du Junkers Ju-52, opposé aux appareils de rendement très supérieur, néglige l'ancienneté de l'appareil qui date d'une vingtaine d'années. La technique a fait depuis de gros progrès dans cette formule, et peut les accentuer encore, pour ne rien dire même de l'avion convertible, solution idéale.

Aussi bien pour les applications militaires que civiles de l'avion à faible vitesse d'atterrissage, la vitesse élevée de croisière ne s'impose pas. Terrains de dimensions réduites

et faibles parcours vont de pair. Le rendement de l'avion d'assaut comme celui de l'avion colonial n'en seront que peu diminués.

Tres souvent, d'ailleurs, par exemple dans le cas des avions d'apport et des avions coloniaux, on attribue aux exigences en vitesse d'atterrissage une infériorité de rendement dont elles ne portent pas la responsabilité. Les nombreuses réalisations d'avions légers l'ont poussé au maximum dans leur limite de tonnage, et l'on doit admirer un Piper « Pacer 125 » emmenant quatre personnes à 200 km/h avec 800 kg environ en charge. Au-dessus de 10 tonnes, la nécessité de concurrencer depuis quinze ans le Douglas DC-3 qui, aménagé en « coach » pour 30 passagers, emmène sensiblement trois personnes à la tonne à un peu moins de 300 km/h, a obligé les constructeurs à soigner leurs réalisations. Mais, entre une et dix tonnes, la concurrence n'a pas joué de la même manière. Une interpolation sommaire entre le « Pacer 125 » et le DC-3 révèle toute une zone mal exploitée qui va de l'avion de

CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX

CONSTRUCTEURS	DESIGNATION	ENVERG.	LONG.	NOMBRE DE PASS. ET VOLUME DES SOUTES		CHARGE UTILE	POIDS TOTAL	MOTEURS	PUISSANCE	VITESSE DE CROISIÈRE	RAYON D'ACTION	OBSERVATIONS
					m ³								kg	kg	ch	km/h	km
CANADA												
AVRO	"Jetliner"	29,9	25,24	50			29 250	4 R.R.		690	1'600	app. à réaction. transport moyen.
CANADA CANADAIR	C. 4 "Canadair 4"	35,25	28,5	40			36 900	"Derwent" 4 R.R. "Merlin"	6 000	424	3 840	
ÉTATS-UNIS												
AÉRO												
BEECHCRAFT	"Commander L. 3805"	13,36	9,75	6	1,1	491	2 090	2 Lycoming O-435	380	165	1 360	2 vers. cargo et mixte. transport léger.
	D 18 S	14,5	12,9	6		800	3 935	2 P. & W. R. 985	900	338	1 800	
	"Twin Beech" 50 "Twin Bonanza"	13,8	9,64	6	16	800	2 475	2 Lycoming O-435	520	304	1 600	transport léger.
BOEING	377 "Stratocruiser"	43,1	33,6	55 (80)	28	26 786	64 000	4 P. & W. R-4360	13 000	520	7 360	plusieurs versions. transport moyen.
CONSO-LIDATED-VULTEE	240 "Convair Liner"	27,5	22,75	40	10	6 350	18 800	2 P. & W. R. 2800	4 800	455	1 840	transport moyen.
	340 "Convair "Liner"	32,2	24,45	44			20 250	2 P. & W. R-2800	4 800	450		dérivé du 240.
DOUGLAS	"Turboliner" DC-3	27,5	22,75	21	2,9	3 784	20 250	2 All. T-38	5 500	496		turboprop.
	Super DC-3	28,9	19,63	21	2,9	3 784	11 400	2 P. & W. R-1830	2 400	338	2 420	transport moyen.
	DC-4	27	20,5	31	8,5		14 000	2 Wright R-1820	2 950	402	2 280	transport moyen.
	DC-6	35,8	28,6	44			33 140	4 P. & W. R-2000	5 800	393	2 400	transport moyen.
		35,8	30,65	52			44 130	4 P. & W. R-2800	9 600	500	5 700	vers. cargo DC. 6 A
HUGHES	H.K. 1	97,6	66,8	700			181 600	8 P. & W. R. 4360	24 000		4 800	hydravion.
LOCKHEED	L. 749 "Constellation"	37,5	29	57	13	22 353	48 150	4 Wright R. 3350	10 000	500	6 000	long-courrier
	L. 1049 "Super constellation"	37,5	34,6	77	21,5		54 000	4 Wright R. 3350	10 800	486	6 000	1 vers. à Turbocyclone
MARTIN	2-O-2	28,44	21,75	36	9,4	4 208	19 240	2 P. & W. R. 2800	4 800	445	2 200	transport moyen.
	4-O-4	28,44	22,75	40	10,3	6 600	19 240	2 P. & W. R. 2800	4 800	445	1 300	transport moyen.
GR.-BRETAGNE												
AIRSPPEED	A.S. 57 "Ambassador"	35,1	24,69	47 (67)	9,4	5 285	23 600	2 Brist. "Centaurus" 661	5 200	450	1 125	transport moyen.
ARMSTRONG-WHITWORTH	A.W. 55 "Apollo"	28,06	21,96	26 (31)			20 250	4 Arm. Sid. "Mamba"	5 280	490	2 320	app. à turbopropulseurs.
BLACKBURN	Universal Freighter	49,4	30,3		90	14 620	47 565	4 Brist. "Hercules"	6680	20	2 820	vers. cargo et mil.



L'AVRO « JETLINER », produit au Canada dans l'usine de A. V. Roe, est le premier avion de transport à réaction qui ait été construit sur le continent américain. Bien que presque deux fois moins lourd que le

De Havilland « Comet », il peut transporter à peu près le même nombre de passagers (40 à 50) mais à une vitesse de moins de 700 km/h et sur des parcours de 1 600 km au maximum contre 3 400 pour le « Comet ».

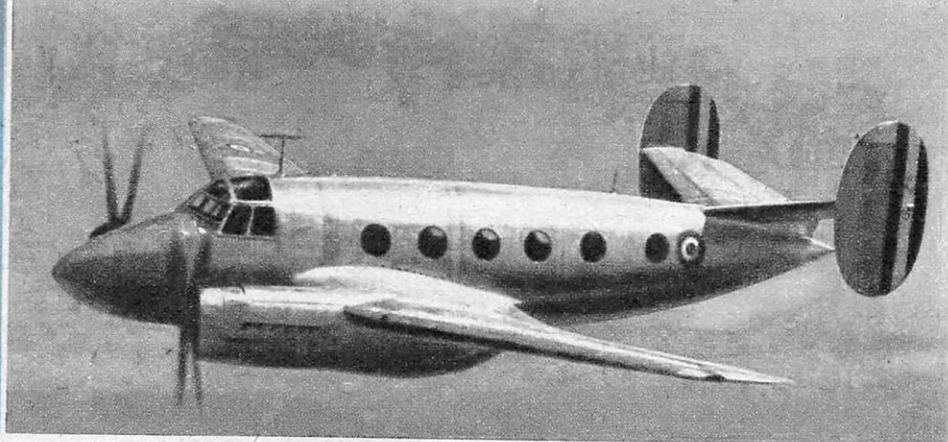
APPAREILS DE TRANSPORT CIVIL

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	ENV. ERG. m	LONG. m	NOMBRE DE PASS. ET VOLUME DES SOUTES		CHARGE UTILE kg	POIDS TOTAL kg	MOTEURS	PUISSANCE		RAYON D'ACTION km	OBSERVATIONS
					m ³				ch	kg/h		
GR.-BRETAGNE												
BRISTOL	170 "Freighter"	32,94	20,75		70	5 122	18 900	2 Brist. "Hercules"	4 080	275	822	3 vers. fret, pass. mixte.
	167 "Brabazon 2"	70,1	54,54	100		58 100	136 000	8 Brist. "Proteus"	25 600	528	8 800	app. à turboprop.
	175 "Britannia"	42,7	34,77	90		10 500	58 500	4 Brist. "Proteus"	14 000	550	4 320	app. à turboprop.
DE HAVILLAND	D.H. 104 "Dove"	17,4	12	8 (11)		857	3 860	2 "Gipsy Queen"	690	266	805	transport léger.
	D.H. 106 "Comet"	35	28,35	36 (48)	11,6	5 443	47 600	4 D.H. "Ghost"	790	3 440		app. à réaction, lignes d'apport.
	D.H. 114 "Heron"	21,8	13,9	14 (17)		1 250	5 670	4 D.H. "Gipsy Queen 30"	1 000	266	1 560	
	"Hermes 4"	34,45	29,53	40 (74)	42	7 700	37 190	4 Brist. "Hercules"	8 080	440	2 400	
HANDLEY-PAGE	"Marathon 1"	19,81	15,87	18 (22)	7,7	2 425	8 165	4 D.H. "Gipsy Queen 70"	1 380	322	1 305	transport moyen.
	"Marathon 2"	19,81	15,87	18 (22)	7,7	2 980	8 160	2 Arm. Sid. "Mamba"	2 640	410	1 000	vers. à turboprop.
PERCIVAL	"Prince" P. 50	17,05	13,06	8 (12)	2	1 535	4 850	2 Alvis Leonides 501	1 100	270	950	1 vers. cargo (17 m ³).
SAUNDERS-ROE	S.R. 45 "Princess"	67	45,3	105		17 120	142 695	10 Brist. "Proteus"	35 000	608	8 850	hydr. à turboprop.
	"Duchess" S. 45 A	41,3	37,9	74		9 353	50 020	6 D.H. "Ghost"		780	3 220	hydr. à réact. vers.
SHORT	S. 45 V "Solent 4"	34,4	26,9	30 (44)		3 950	35 500	4 Brist. "Hercules"	8 160	370	5 400	hydr., 5 autres vers.
	S.25/V "Sandringham"	34,4	26,3	22 (51)		4 400	27 000	4 P. & W. R. 1830	4 800	280	3 440	hydr., 3 autres vers.
VICKERS-ARMSTRONGS	S.A. 6 "Sealand"	18	12,86	5 (8)		630	4 100	2 D.H. "Gipsy Queen 70"	690	260	1 000	hydr.
	"Viking I B"	27,2	19,86	24	7,6	3 570	15 422	2 Brist. "Hercules"	3 380	423	2 735	transp. lég. 1 vers. cargo.
ITALIE	"Viscount 700"	28,65	24,73	40 (57)	6,4	8 170	22 700	4 R.R. "Dart"	5 600	510	3 290	turboprop.
	B.Z. 308	42,1	33,52	55		17 000	40 000	4 Brist. "Centaurus"	7 000	357	5 000	2 vers. cargo et mixte.
FIAT SIAI-MARCHETTI	B.P. 471	23	17,5	18		8 600	8 600	2 Isot.-Frac.	1 600	425	1 500	1 vers. cargo
	G. 212	29,32	23,05	26 (34)	7	1 950	18 000	3 P. & W.	3 600	321	2 750	
	S.M. 102	18	12,5	8		4 950	4 950	2 Ranger S.G.V.-770 E	1 040	309		transport léger.
SUÈDE	S.M. 95	34,28	24,77	30		4 072	21 600	4 Alfa-Romeo	3 720	315	6 000	long-courr.
	SAAB 90 "Scandia"	28	21,3	24 (32)	11	5 000	15 900	2 P. & W.	2 900	400	2 450	tr. moyen.

● On trouvera les appareils français au chapitre des « Réalisations françaises ».

LE DASSAULT MD-315

Le Marcel Dassault MD-315 « Flamant » est un avion de transport militaire léger et de transport colonial équipé des mêmes moteurs SNECMA-12 S de 590 ch que le CM-100. Il peut être soit aménagé pour le transport de 10 passagers, soit utilisé pour le transport de fret. Il est actuellement en construction de série pour le compte de l'Armée de l'Air.



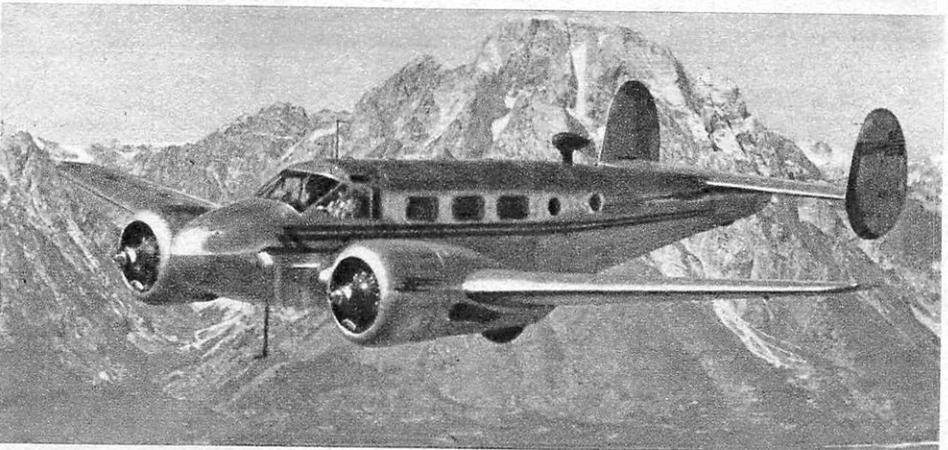
LE SO-95 « CORSE »

Le SO-95, production de la Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Sud-Ouest, est le troisième avion de transport léger français équipé de moteurs SNECMA-12 S de 590 ch. C'est le moins voilé et le plus rapide des trois. Il est aménagé pour 10 à 13 passagers. Il est actuellement en service comme transport civil et construit en série pour le compte de la Marine.



BEECHCRAFT D 18 S

Dernière formule des bi-moteurs de transport léger en service dans l'aviation américaine au cours de la dernière guerre, le Beechcraft D 18 S est moins lourd que ses similaires français (4 000 kg seulement), moins puissant (2 moteurs Pratt et Whitney de 450 ch), mais n'est aménagé que pour 6 passagers. Il est par contre sensiblement plus rapide et donne près de 340 km/h en croisière.



L'AERO 45

L'Aero 45, des Constructions nationales aéronautiques tchécoslovaques, est le plus petit des avions qu'on puisse qualifier de « transport léger », puisqu'il ne pèse que 1 500 kg. Avec deux moteurs Walter Minor de 105 ch, il n'en tient pas moins sa ligne de vol sur un moteur. Son rayon d'action est de 850 km avec 5 personnes, et de 1 500 km avec 4 personnes.



2 tonnes à 225 km/h avec 2 hommes d'équipage et 6 passagers jusqu'à l'avion de 6 tonnes à 275 km/h avec 2 hommes d'équipage et 18 passagers; de tels appareils devraient desservir sans difficulté les terrains avec pistes de 400 à 500 m.

Il y a donc place, avec un rendement acceptable, non seulement pour les bolides réclamant les pistes bétonnées de plus de 2 000 m, mais encore pour les appareils auxquels on imposera l'usage de terrains de 1 000 m, de 500 m et même moins. Peut-être n'en sommes-nous plus si loin, si l'on s'en rapporte au concours ouvert récemment par l'U. S. Air Force.

Mais la commande récente du HG-31, étudié par Hurel-Dubois pour l'atterrissage sur 200 m et le décollage sur 350 m, va probablement permettre à la France de prendre la première place en matière de transport aérien économique dans les régions mal équipées. Le HG-31, spécialement étudié comme avion colonial, aura, malgré ces exigences sévères, un rendement supérieur à celui des appareils de même puissance (1 600 ch) ou de même poids en charge (13 500 kg). Il emporte en effet 3 800 kg de charge payante pour 1 000 km, soit plus qu'un Douglas DC-3. Assurément la formule de l'aile de grand

allongement (32,5) haubanné par mât porteur, est pour beaucoup dans ce rendement exceptionnel. Mais le résultat n'en montre pas moins que les pistes de longueur réduite n'imposent pas de sujétions très sévères.

L'AMÉNAGEMENT DES AVIONS-CARGOS

L'une des caractéristiques les plus remarquables des avions de transport militaires commandés récemment est leur aménagement en vue de la facilité et de la rapidité maximum du chargement et du déchargement, même pour le transport de matériels lourds et encombrants.

C'est, en effet, un autre des reproches que le client militaire adressait à son transporteur uniquement préoccupé de la vitesse, que de lui faire perdre au sol beaucoup plus de temps qu'il n'en gagnait par l'affinement d'une cellule, et par la subordination des emplacements de portes et des hauteurs de plancher aux exigences de l'aérodynamique. Par exemple, au cours de l'exercice « Swarmer », où furent étudiés tous les problèmes pratiques posés par le transport aérien militaire, on mettait encore, après entraînement des

LE «TWIN BONANZA»

Construit par Beechcraft pour succéder à des appareils plus puissants, le « Twin Bonanza » est un intermédiaire entre le transport léger normal tel que le D 18 S du même constructeur et l'avion extra léger, tel que l'Aero 45. Il est équipé de deux moteurs Lycoming de 260 ch, pèse 2 475 kg en charge et peut emporter 6 personnes, équipage compris, sur des étapes de 1 600 km.



LE BAUMANN B-250

Le Baumann B-250 « Brigadier » est, comme le « Twin Bonanza » et l'Aero 45, une solution du bimoteur de transport léger à très faible puissance. Mais avec ses deux moteurs Continental de 125 ch et ses 1 590 kg en charge, il se rapproche beaucoup de l'Aero 45. La licence du B-250 a été vendue à Piper, et Baumann étudie un bimoteur B-240 à moteurs de 145 ch.



PRINCIPAUX AVIONS DE TRANSPORT MILITAIRE (1)

CONSTRUCTEURS	DESIGNATION	ENVERG.	LONG.	VOL. DES SOUTES — CHARGE UTILE	POIDS TOTAL	MOTEURS	PUISS.	VITESSE DE CROISIERE	RAYON D'ACTION	OBSERVATIONS	
		m	m								kg	ch	kmh	km
GR.-BRETAGNE	"Hastings"	34,46	24,9	9 200 kg	36 240	4 Brist. "Hercules" 106	7 100	468	3 200	long. courrier tout transp. tout transport.	
	"Valetta I"	27,2	19,1	44,3 m ³ 5 282 kg	16 556	2 Brist. "Hercules" 230	4 100	424	2 075		
ETATS-UNIS	CHASE	C-122 C	28,7	18	46 m ³	18 160	2 Wright R. 1820	2 850	320	4 600	tout transport.
		C-123	33,55	23,48	112 m ³	24 520	2 P. & W. R. 2800	5 000	328	3 375	tout transport.
CONSOLIDATED-VULTEE	DOUGLAS	XC-99	70,15	55,6	850 m ³ 45 400 kg	120 310	6 P. & W. R. 4360	21 000	480	13 000	app. long-courrier 400 hom. ou 300 brancards.
		C-124 A "Globemaster 2"	52,8	38,76	200 hom. 280 m ³	79 450	4 P. & W. R. 4360	14 000	480	8 700	app. long. cour., tout transp.
FAIRCHILD	DOUGLAS	YC-124 B "Globemaster 2"	52,8	38,76	200 hom. 280 m ³	90 000	4 P. & W. T-34	22 800			
		C-82 A "Packet"	32,5	23,5	41 hom. 69 m ³	24 300	2 P. & W. R. 2800	4 200			tout transport.
LOCKHEED	FAIRCHILD	C-119 B "Packet"	34	26,2	42 h. (78 h.) 80 m ³	28 800	2 P. & W. R. 4360	7 000	280		tout transport.
		C-120 "Pack Plane"	34	25,3	44 h. (64 h.) 80 m ³	28 800	2 P. & W. R. 4360	7 000			tout transport.
MARTIN	LOCKHEED	XR 60 "Constitution"	57,7	47,6	168 hom. 221 m ³	83 500	4 P. & W. R. 4360	14 000	384	5 500	transp. naval long- courrier.
NORTHROP	MARTIN	170 "Mars"	60,96	36,65		65 770	4 Wright R. 3350	9 000	256		hydr. tout transp.
	NORTHROP	C-125 "Raider"	26,53	20,43	5 135 kg	18 400	3 Wright R. 1820	3 600	275	3 000	transp. léger.

(1) Dans ce tableau ont été mentionnés seulement les appareils de transport militaire dont les versions civiles ne figurent pas dans le tableau précédent. C'est ainsi qu'il y aurait lieu d'ajouter, entre autres : 1) GRANDE-BRETAGNE : Blackburn "Universal Freighter"; Bristol 170; De Havilland D.H. 104 "Devon" (D.H. 104 "Dove"); Vickers-Armstrong "Viking". 2) ETATS-UNIS : Boeing C-97 "Stratofreighter" ("Stratocruiser"); Douglas C-47 "Skytrain" (DC-3); Douglas C-54 ou RD-5 "Skymaster" (DC-4R); Douglas R 4D-8 ("Super DC-3"); Douglas C-118 A ou R 6 D (DC-6); Lockheed C-121 (L. 749 "Constellation").

équipes, 1 heure 45 minutes pour charger les Douglas C-74 du MATS, quand 35 minutes suffisaient pour les mieux classés des avions concurrents.

Dès l'instant où la vitesse n'était pas la préoccupation dominante du constructeur et de l'utilisateur, il devenait possible de disposer la cellule en vue d'un chargement accéléré de matériels encombrants. C'est ainsi que naquirent les fuselages à ras du sol permettant le chargement direct et les larges ouvertures d'extrémités qui prirent un développement rapide, après la première réalisation, en 1941, du Fairchild « Packet » C-82 bipoutre à portes arrières, dont 220 exemplaires ont été construits jusqu'en 1948 comme transport militaire aérien pour les Etats-Unis.

Pour s'en tenir aux réalisations françaises dans cet ordre d'idées, on citera le Nord 2 500 bipoutre « Noratlas », qui a obtenu la commande de série de l'Armée de l'Air, et qui rappelle de près le « Packet », avec son fuselage accessible par l'arrière; le Breguet 89-1 R « Mars », avec son fuselage arrière pliant; le Breguet 76 « Provence », où l'accès au fuselage est obtenu par l'arrière, à l'aide de deux ouvertures inclinées de grandes dimensions; le Sud-Ouest SO-30 P

« Bretagne » qui présente une solution du même genre; le nez ouvrant du planeur Fouga CM-10 et de ses versions motorisées CM-100 et CM-101.

A côté de ces dispositions aujourd'hui classiques, il convient de faire une place à part au Fairchild XC-120 « Pack Plane », à fuselage détachable, étudié en 1948, et dont le prototype commandé par l'U.S. Air Force a volé pour la première fois en 1950. Le « Pack Plane » est dérivé du C-119, version agrandie actuellement en construction du C-82. Il en a conservé la voilure, les moteurs, la bipoutre et les empennages. Le fuselage se compose de deux parties, la partie supérieure logeant l'équipage et les commandes, la partie inférieure, formant soute, s'accrochant à la première. Le train d'atterrissage, escamotable dans les bipoutres, est quadricycle, avec roues amincies et roues avant de 5 mètres de distance; quatre autres roues escamotables dans la soute permettent la manœuvre de celle-ci au sol.

La formule du « Pack Plane » permet toute une série de combinaisons dont l'intérêt s'étend aussi bien à l'aviation civile qu'à l'aviation militaire.

L'avion peut décoller et atterrir avec ou sans la soute détachable; celle-ci, réduite à

un container caréné, est évidemment beaucoup meilleur marché que l'avion. On peut donc combiner un avion et plusieurs soutes, en chargement ou en déchargement, pour augmenter au maximum l'utilisation de l'avion, réduire l'encombrement des terrains.

Les soutes peuvent être aménagées pour différentes destinations, ateliers de campagne, laboratoire photographique, hôpital, bureau de quartier général, station de radar...

Elles peuvent être remorquées hors du terrain, donc chargées directement chez l'expéditeur et déchargées chez le destinataire : c'est la solution aérienne du transport « de porte à porte ».

Elles n'exigent pas l'atterrissage de l'avion pour être déposées, le largage pouvant être fait à faible distance au dessus du sol, sur une

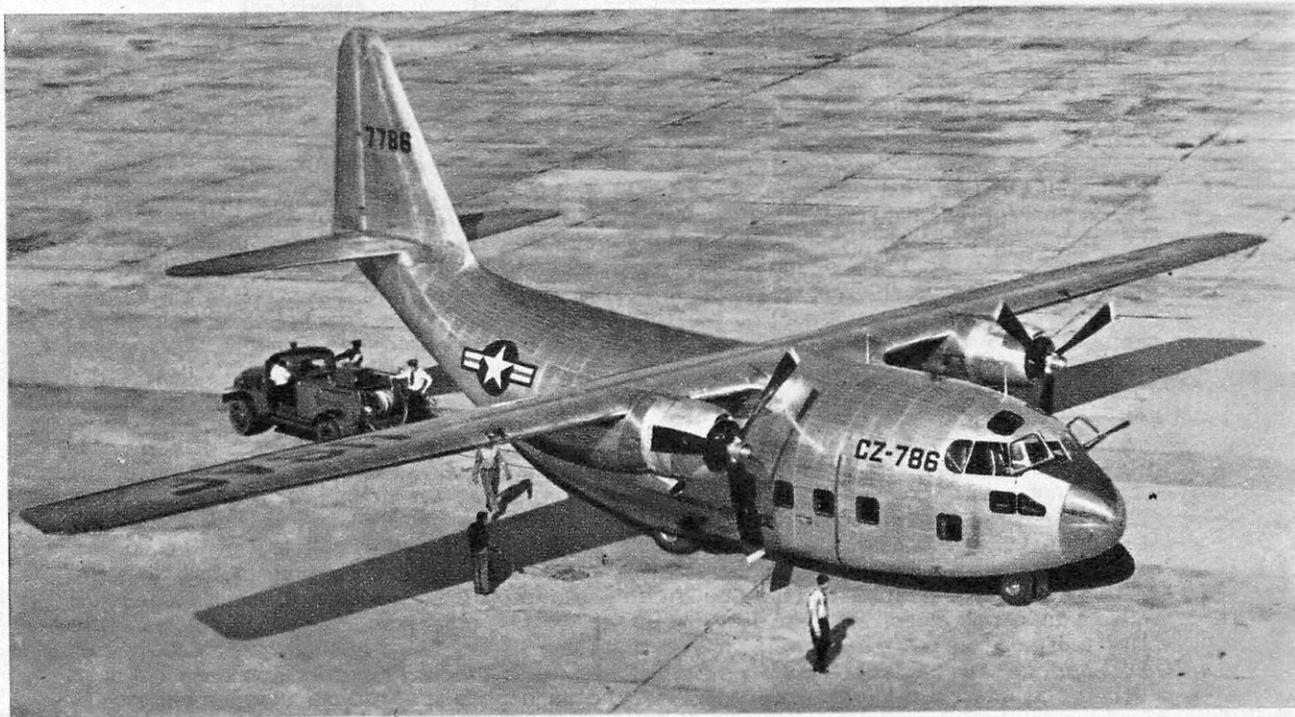
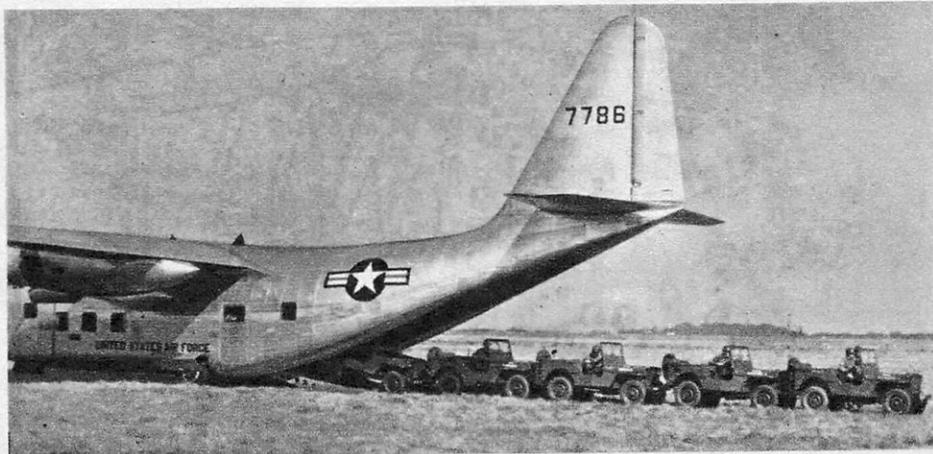
bande de terrain de 120 à 150 m suffisante pour son arrêt par freinage. Il peut également être exécuté au-dessus d'un plan d'eau de dimensions moindres encore. Les applications militaires aux débarquements aéroportés sont très intéressantes en ce qu'elles permettent de déposer le personnel et le matériel pratiquement en toute région en renvoyant à plus tard l'aménagement du terrain pour la reprise des soutes.

La soute détachable marque certainement un gros progrès dans l'évolution du transport aérien, civil ou militaire, le progrès définitif étant son application à l'avion convertible, où elle se réduira vraiment au container volant qu'on peut prendre et déposer en tout endroit.

Camille Rougeron

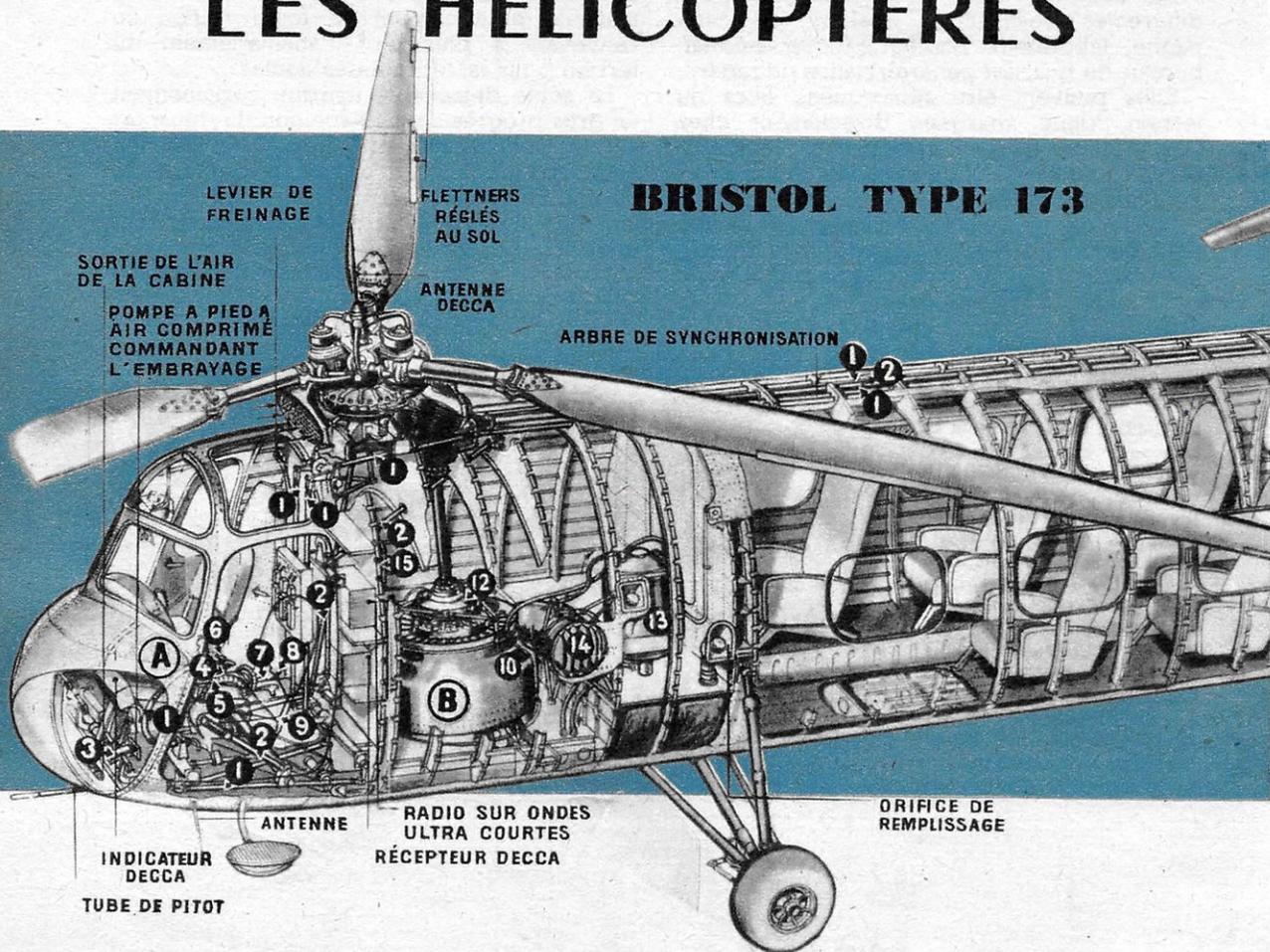
LE CHASE C-123

Le C-123 a été le gagnant du concours d'« avions d'assaut » ouvert fin 1950 à la suite des premières difficultés pour le service des armées en Corée au moyen d'avions de transport ordinaires. C'est une extrapolation du C-122, commandé également en série à la suite du même concours, lui-même planeur motorisé. Il est étudié pour l'atterrissage et le décollage sur terrains courts et accidentés, et pour le chargement rapide par une porte arrière formant rampe.



DE L' « HÉLIGRUE » DE HUGHES
A LA MOTOCYCLETTE VOLANTE :

LES HÉLICOPTÈRES



L'HÉLICOPTÈRE est le type d'appareil le plus représentatif de la classe générale des giravions, ou appareils à voilure tournante. Il est capable d'effectuer des vols rigoureusement stationnaires, au point fixe ; il peut se déplacer verticalement ou horizontalement, en avant ou en arrière, en crabe à droite ou en crabe à gauche, en piqué ou en cabré ; en un mot, il a pour champ d'action tout l'espace qui l'entoure.

Avions et giravions ne peuvent voler que grâce à l'action de l'air sur des surfaces en mouvement : aile pour les premiers, pales tournantes d'un rotor pour les seconds. Mais alors que la sustentation d'un avion exige dans les cas les plus favorables, que celui-ci se déplace au moins à 60 ou 80 km/h, celle d'un giravion est assurée dès que le rotor tourne à un régime suffisant, même si l'appareil ne se déplace pas. Il peut ainsi décoller ou atterrir n'importe où.

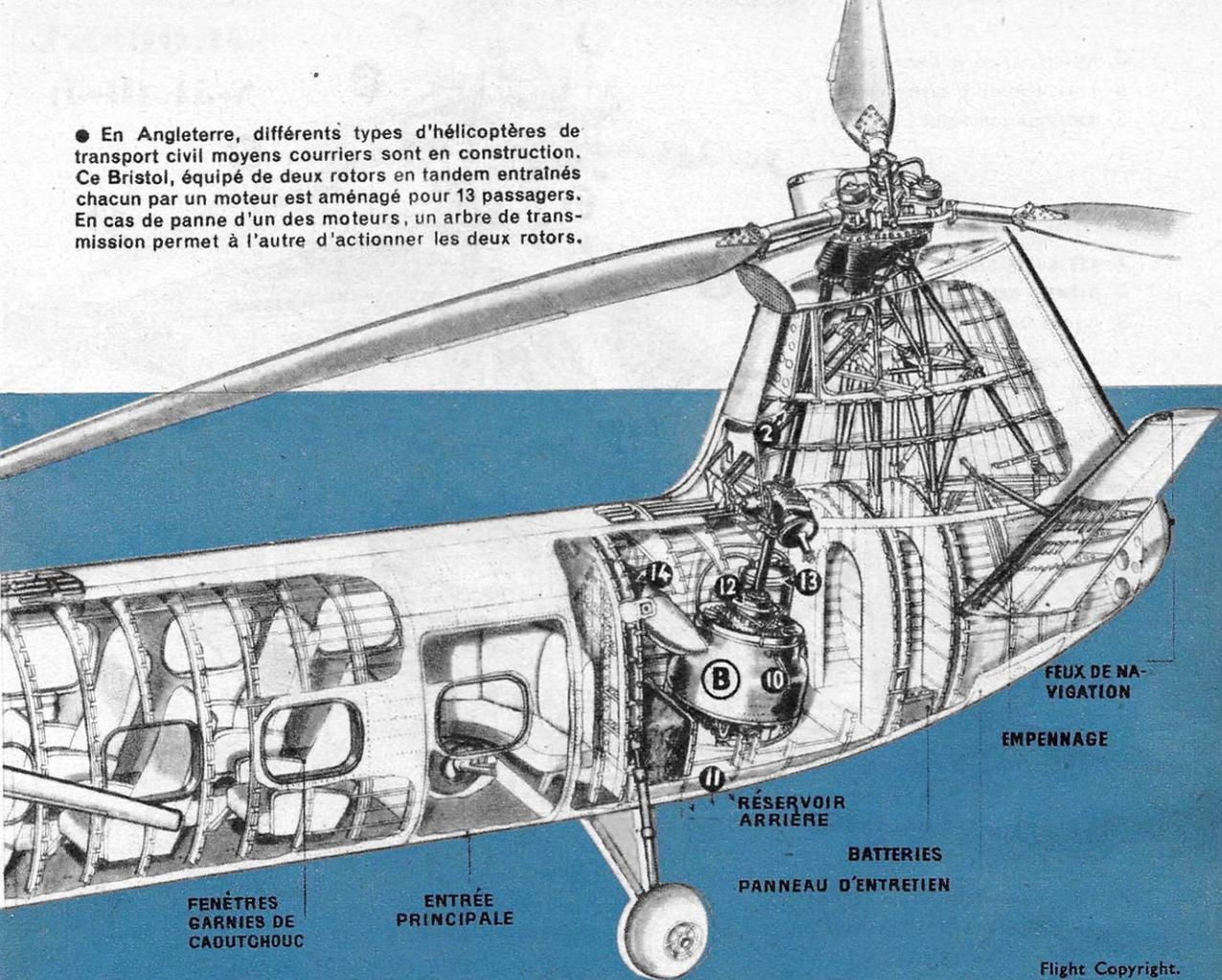
Il y a trois catégories de giravions :

1° L'**autogire**, appareil dans lequel le rotor, monté « fou » sur son axe, tourne en autorotation ; il assure uniquement la sustentation, le déplacement de l'appareil étant obtenu généralement par une hélice entraînée par un moteur à explosions. C'est le déplacement même de l'appareil qui assure l'entraînement du rotor.

2° L'**hélicoptère**, appareil dans lequel le rotor assure à la fois la sustentation et la translation. A cet effet, le rotor est toujours entraîné par un moteur, et c'est l'inclinaison de son axe de rotation (ou une manœuvre ayant le même effet) qui fournit une composante de traction permettant à l'appareil de se déplacer dans le sens de cette inclinaison.

3° Le **girodyne**, appareil intermédiaire entre l'hélicoptère et l'autogire, dans lequel le rotor, toujours entraîné comme l'est celui d'un hélicoptère, assure uniquement la sus-

● En Angleterre, différents types d'hélicoptères de transport civil moyens courriers sont en construction. Ce Bristol, équipé de deux rotors en tandem entraînés chacun par un moteur est aménagé pour 13 passagers. En cas de panne d'un des moteurs, un arbre de transmission permet à l'autre d'actionner les deux rotors.



FENÊTRES
GARNIES DE
CAOUTCHOUC

ENTRÉE
PRINCIPALE

RÉSERVOIR
ARRIÈRE

BATTERIES
PANNEAU D'ENTRETIEN

FEUX DE NA-
VIGATION

EMPENNAGE

Flight Copyright.

COMPARTIMENTS DES MOTEURS

- | | |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 10 MOTEUR ALVIS LÉONIDES | 12 EMBRAYAGE COMMANDÉ
PAR AIR COMPRIMÉ |
| 11 ÉCHAPPEMENT DES GAZ
ET SORTIE DE L'AIR
DE REFROIDISSEMENT | 13 RÉSERVOIR D'HUILE |
| | 14 RADIATEUR D'HUILE |
| | 15 EXTINCTEUR |

COMMANDES DE VOL

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1 PAS CYCLIQUE | 6 INCLINAISON AV ET AR. |
| 2 PAS COLLECTIF | 7 INCLINAISON LATÉRALE |
| 3 MARCHÉ LATÉRALE | 8 ROBINETS A
COMBUSTIBLE |
| 4 GAZ | 9 FREINS SUR ROUES |
| 5 ASSIETTE AV. ET AR | |

tentation, le mouvement de translation étant obtenu par un moyen différent du rotor, par exemple un moteur entraînant une hélice.

L'autogire qui a fait son apparition avant l'hélicoptère, a été pratiquement abandonné pour laisser la place à l'hélicoptère.

Actuellement, plusieurs centaines d'appareils de types divers ont été construits, et les fabrications de série dépassent le chiffre de 1 000 appareils.

Le girodyne, qui correspond à une formule plus rapide que l'hélicoptère, a été construit en quelques exemplaires seulement, mais semble devoir connaître un grand avenir.

L'HÉLICOPTÈRE MÉCANIQUE

Il y a deux types d'hélicoptères, différant par la façon dont sont mises en rotation les pales du rotor : l'hélicoptère mécanique et l'hélicoptère à réaction.

Dans un hélicoptère mécanique, l'axe vertical du rotor, qui entraîne les pales, est lié mécaniquement, au moyen d'un réducteur, à l'axe d'un moteur à explosions. En cas de panne de moteur, une roue libre interposée entre le moteur et le rotor permet à ce dernier de continuer à tourner en autorotation, sous certaines conditions, ce qui freine la descente de l'appareil incapable d'assurer sa sustentation et élimine pratiquement le danger de la panne en l'air.

En vol normal, il faut, pour faire tourner le rotor, exercer sur lui un couple en prenant appui sur la charpente de l'appareil. Celui-ci se trouve donc soumis à un couple égal et opposé qui tend à le faire tourner en sens inverse. Il est alors nécessaire de créer artificiellement un couple antagoniste. La solution la plus répandue consiste à installer, à l'arrière du fuselage, une petite hélice à pas variable, dont l'axe est perpendiculaire à la

- 1 LEVIER DE CHANGEMENT DE PAS CYCLIQUE
- 2 ENGRENAGÉS RÉDUCTEURS
- 3 AMORTISSEUR HYDRAULIQUE
- 4 ARTICULATION D'ENTRAÎNEMENT
- 5 ARTICULATION POUR BATTEMENT

SIKORSKY S-51 (H-5)

- 6 LEVIER A CISEAUX ANTI-COUPLE
- 7 RÉSERVOIR D'HUILE
- 8 DYNAMO GÉNÉRATRICE
- 9 FLÈCHE DU TYPE MONOCOQUE

- 10 ANTENNE
- 11 ARBRE DE TRANSMISSION ROTOR DE QUEUE
- 12 COMMANDE CHANGEMENT DE PAS D'ÉLICE

- 13 ARTICULATION POUR BATTEMENT
- 14 ESPACE A BAGAGES
- 15 RÉFRIGÉRANT D'HUILE
- 16 RÉSERVOIR D'ESSENCE AVANT
- 17 LEVIER D'ENSEMBLE DE CHANGEMENT DE PAS

direction générale de l'appareil et qui permet en outre les changements de cap de l'hélicoptère.

Sur le gyrodyne, l'hélice anticouple est placée latéralement par rapport au fuselage, et son axe est parallèle à celui du fuselage. Elle sert alors en même temps d'hélice de translation.

L'élimination de l'hélice anticouple (qui constitue toujours un danger au sol) n'est possible que sur les hélicoptères à plusieurs rotors ; lorsqu'il y a, par exemple, deux rotors tournant en sens inverse, le couple résultant sur le fuselage s'annule automatiquement.

L'HÉLICOPTÈRE A RÉACTION

Dans un hélicoptère à réaction, le rotor est mis en rotation, non plus par un moteur entraînant un axe portant les pales, mais par des dispositifs à réaction installés directement en bout de pale. Dans ce cas, le rotor tourne « fou » sur son axe, et comme celui-ci ne transmet aucun couple, il n'est plus besoin de dispositif anticouple. Le système à réaction peut être une tuyère à combustion, un pulsoréacteur, un statoréacteur ou bien un éjecteur de gaz comprimés provenant d'un géné-

rateur placé dans le fuselage (turbine ou groupe moteur à pistons).

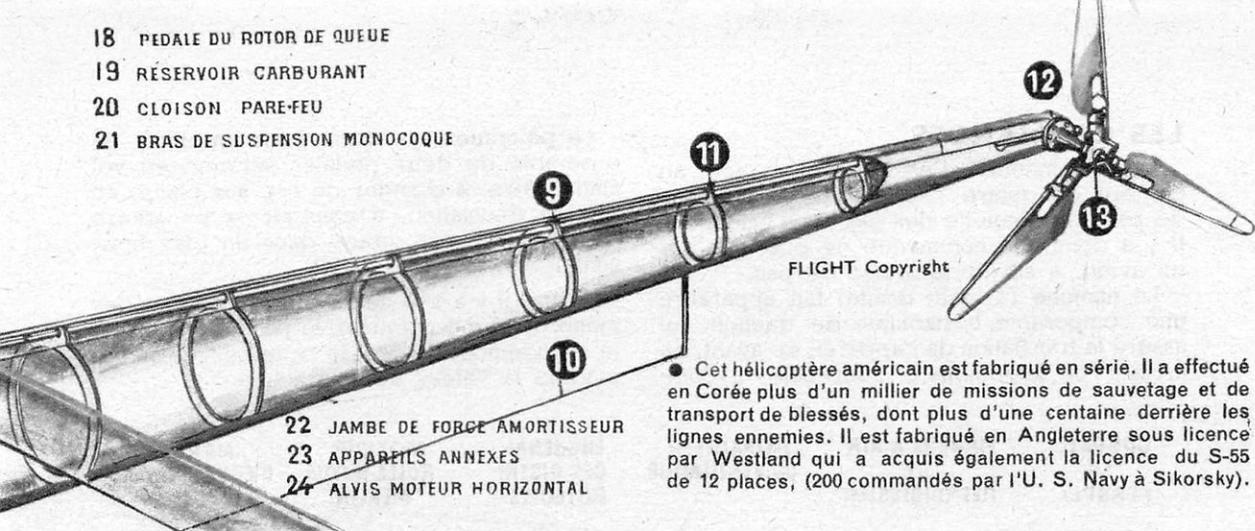
A l'intérieur des pales sont ménagées les canalisations amenant, soit le mélange air-carburant dans le cas de la tuyère à combustion, soit le carburant dans le cas du pulsoréacteur ou du statoréacteur, soit les gaz d'éjection du générateur installé dans le fuselage.

L'hélicoptère à réaction est ainsi très simple au point de vue mécanique : il n'y a plus de roue libre ni de réducteur et, dans le cas du pulsoréacteur ou du statoréacteur, il n'y a même plus de moteur. Il en résulte alors une diminution importante du poids de l'appareil, laquelle est malheureusement en grande partie compensée par l'augmentation de la consommation de carburant.

Le gain de poids de l'hélicoptère à réaction par rapport à l'hélicoptère mécanique varie, suivant le type, entre 15 et 30 %, ce qui accroît la charge utile, donc améliore la rentabilité.

L'hélicoptère à réaction est alors tout indiqué pour le transport de lourdes charges sur de faibles distances, alors que l'hélicoptère mécanique transporte des charges plus faibles, mais possède un plus grand rayon d'action.

- 18 PEDALE DU ROTOR DE QUEUE
 19 RÉSERVOIR CARBURANT
 20 CLOISON PARE-FEU
 21 BRAS DE SUSPENSION MONOCOQUE



- 22 JAMBE DE FORCE AMORTISSEUR
 23 APPAREILS ANNEXES
 24 ALVIS MOTEUR HORIZONTAL

● Cet hélicoptère américain est fabriqué en série. Il a effectué en Corée plus d'un millier de missions de sauvetage et de transport de blessés, dont plus d'une centaine derrière les lignes ennemies. Il est fabriqué en Angleterre sous licence par Westland qui a acquis également la licence du S-55 de 12 places, (200 commandés par l'U. S. Navy à Sikorsky).

PRINCIPAUX HÉLICOPTÈRES MÉCANIQUES

CONSTRUC- TEUR	DESIGNATION	NOMBRE DE PLACES	NOMBRE DE ROTORS	NOMBRE DE PA- LES PAR ROTOR	DIAMÈTRE DU ROTOR	RÉGIME DU ROTOR t/mn	MOTEUR ch	POIDS EN CHARGE kg	CHARGE UTILE kg	VITESSE MAXIMUM km/h	OBSERVATIONS
FRANCE											
BREGUET	111	4	2 coax.	2	9,6	400	1 Pratt & Whitney : 450	2 100	500	215	Prototype en essais.
CANTINIEAU	C-100	1	1	3	6,85	385	1 Minié : 75	430	155		Prototype en essais.
SNCASE	SE-3120	3	1	3	11,6	250	1 Salmson : 200	1 050	300	177	Prototype en essais.
GRANDE-BRETAGNE											
BRISTOL	171-Mk3	5	1	3	14,8	290	1 Alvis Leonides : 550	2 360	660		Série, transp., armée.
	173	13	2 tand.	3	14,8	290	2 Alvis Leonides : 1 100	5 000			Prototype en constr.
CIERVA	W11 AIR HORSE	26	3 trian.	3	14,3		1 Merlin : 1 620	7 940	2 500	225	Prototype, transport.
	W11-T	36	3 trian.	3	16,4		2 Merlin : 3 240	11 350	4 530	221	Prot. en const., transp.
	W14-Mk2 SKEETER	2	1	3	8,8		1 Gipsy Major : 145	820	295	153	Série.
FAIREY	FBI-GYRODYNE	5	1	3	15,9	240	1 Alvis Leonides : 550	2 270	545	200	Prototype (girodyne).
WESTLAND	S-51 (licence)	4	1	3	14,6	200	1 Alvis Leonides : 550	2 585	635	165	Prototype, transport.
	S-55 (licence)										
CANADA											
SZNYCER AND GOTTLIEB	SGVI-D	3	1	4	10,4	280	1 Franklin : 178	1 080	305		Prototype.
U. S. A.											
BELL	47-D1 (HTL-4 et H-13 D)	3	1	2	10,7	285	1 Franklin : 200	1 065	440	155	Série, agriculture, Armée, marine.
	48 (YH-12)	10	1	2	14,5		1 Pratt & Whitney : 600	2 850	740	190	Série, armée.
	54 (XH-15)	2	1	2	11,2		1 Continental : 275	1 225	315	160	Série, armée.
	FEEDER LINER	13	1	2	14,3		1 Pratt & Whitney : 600	3 400	1 465		Prot. en ess., transp.
DOMAN	LZ-1A	2	1	4	12,2	225	1 Franklin : 240	1 350		177	Prototype en essais.
	LZ-2A PELICAN	6	1	4	13,7		1 Franklin : 245	1 450		136	Prot. en const., transp., agricult.
GYRODYNE Co	GCA-2	5	2 coax.	2	14,6		1 Pratt & Whitney : 450	2 450	820	179	Prot. en ess., transp.
	GCA-7	12	2 coax.	2	15,85		2 Lycoming : 750	3 450	1 340	259	Prot. en ess., transp.
HILLER	360 (H-23A et HTE-1)	3	1	2	10,7	325	1 Franklin : 182	1 090	430	135	Série, agriculture, Armée, marine.
HOPPICOPTER	102	1	2 coax.	2	4,9	450	1 Hoppicopter : 42	195	115		Prototype.
KAMAN	K-225	3	2 engr.	2	11,6	220	1 Lycoming : 225	1 135	320	117	Série, agriculture.
	HOK-1	4	2 engr.	2	14,0		1 Pratt & Whitney : 450	1 895			Prototype, armée.
	HTK-1	2	2 engr.	2	12,2		1 Lycoming : 235	1 250			Prototype, armée.
KELLETT	XH-2A	18	2 engr.	2	19,7	140	2 Wright : 1 600	6 415	2 185		Prototype, transport.
PIASECKI	HRP-1 RESCUER	10	2 tand.	3	12,5		1 Pratt & Whitney : 600	3 130	845	192	Série, marine.
	HRP-2	10	2 tand.	3	12,5		1 Pratt & Whitney : 600	3 200	1 950		Série, armée, marine
	H-21	25	2 tand.	3	13,4		1 Wright : 1 500	5 200	3 100		Prot. en const., transp.
	HUP-1 RETRIEVER	7	2 tand.	3	10,7		1 Continental : 525	2 425	700	208	Série, marine.
	XH-16 Transporter	42	2 tand.	3	24,4						Prototype, armée.
SEIBEL	S3	1	1	2	7,9	360	1 Franklin : 65	417	122		Prototype.
	S4	2	1	2	8,8	390	1 Lycoming : 115	715	295		Prototype.
SIKORSKY	S-51 (H-5 et HO3S-1)	4	1	3	14,6	200	1 Pratt & Whitney : 450	2 400	726	165	Série, armée, marine.
	S-52 (YH-18 et HO 5S-1)	4	1	3	10,1	320	1 Franklin : 245	1 225	475	168	Série, armée, marine.
	S-55 (H-19 et HO4S-1)	12	1	3	16,2		1 Pratt & Whitney : 600	3 085	1 080	166	Série, transp., arm.

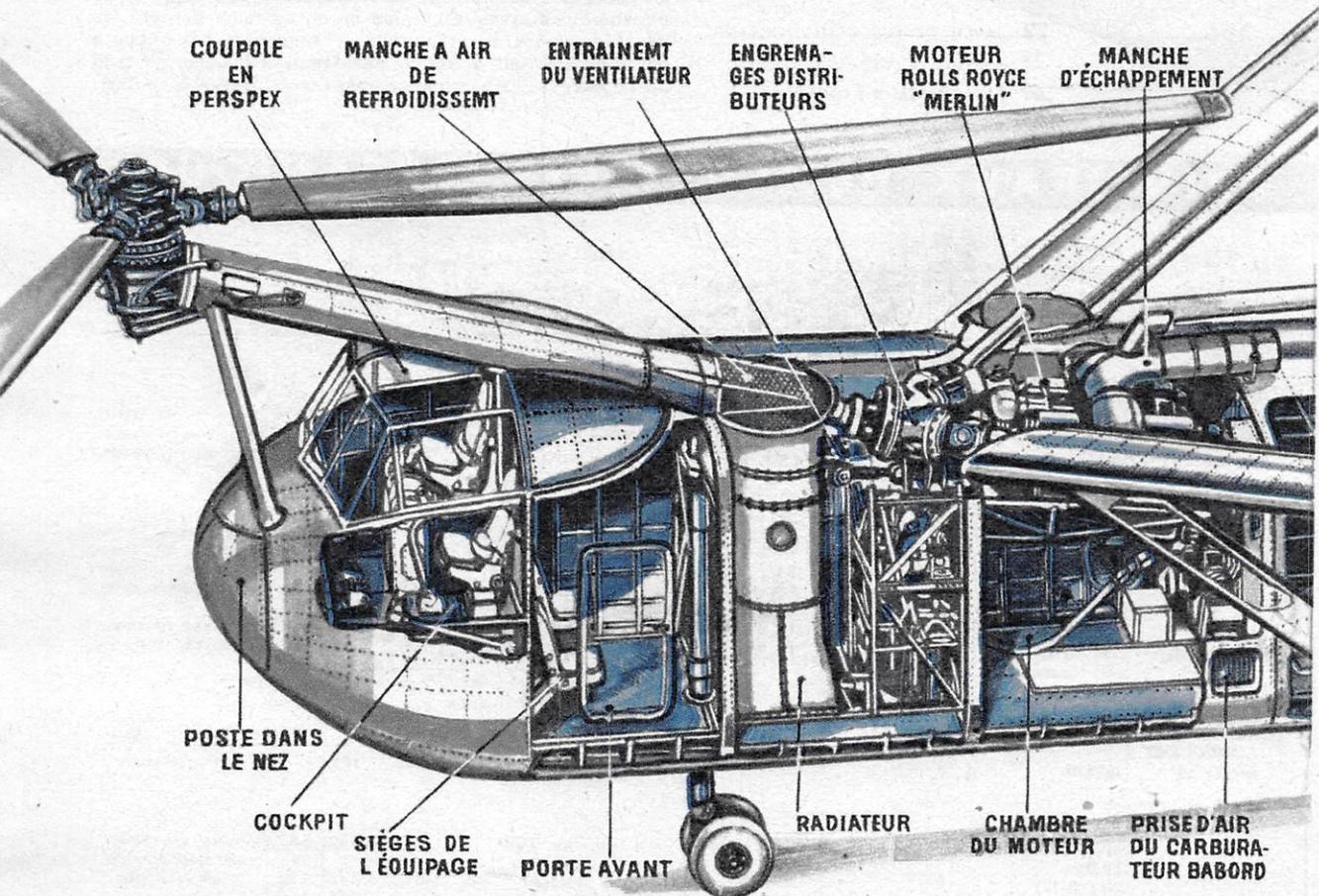
LES COMMANDES

Les commandes d'un hélicoptère sont au nombre de quatre : un manche, un levier de pas, une manette des gaz et un palonnier. Il y a donc une commande de plus que sur un avion, à savoir le levier de pas.

Le **manche** (à main droite) fait apparaître une composante horizontale de traction qui assure la translation de l'appareil en avant, en arrière ou latéralement. Pour cela, il com-

Le **palonnier** est, comme sur un avion, un ensemble de deux pédales servant, en vol stationnaire, à changer de cap sur place, en vol de translation, à changer la trajectoire de l'appareil par virage dans un plan horizontal.

Quand il y a une hélice anticouple (cas des monorotors mécaniques), le palonnier permet le changement de pas de cette hélice, ce qui modifie la valeur de sa traction.



mande soit une inclinaison du plan de rotation du rotor soit une variation cyclique du pas des pales. Dans les deux cas la résultante des efforts aérodynamiques sur les pales est oblique et peut se décomposer en une sustentation verticale (équilibrant le poids) et une traction horizontale dans le sens où a été incliné le manche.

Le **levier de pas**, spécial au giravion, est généralement situé à gauche du pilote et sert à régler le pas de l'ensemble des pales du rotor. Par augmentation générale du pas, l'hélicoptère monte verticalement ; par diminution générale, il descend verticalement.

La **manette des gaz** est l'organe de commande du moteur (admission des gaz). Elle se trouve placée à gauche du pilote, généralement sur le levier de pas avec lequel elle constitue l'ensemble **levier gaz-pas**.

Quand il y a deux rotors, le palonnier permet de faire varier différemment leur pas cyclique, ce qui modifie la direction du déplacement.

LE PILOTAGE

En soi, le pilotage d'un hélicoptère n'est guère plus compliqué que celui d'un avion, mais il en est assez différent.

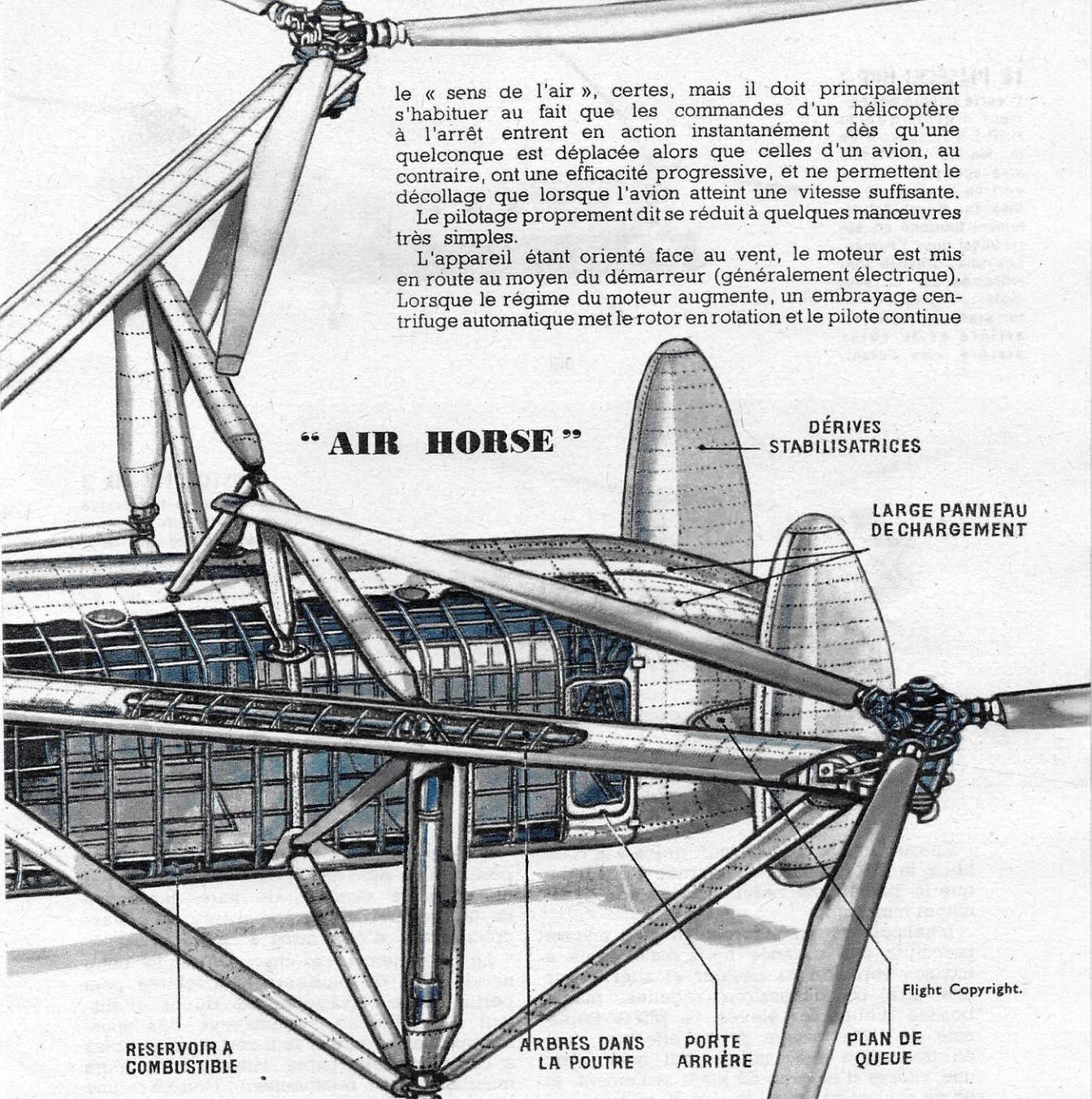
Pour un débutant, non breveté pilote d'avion, l'hélicoptère, au cours des premières heures d'entraînement, peut sembler compliqué et difficile à manoeuvrer avec précision, mais, comme cet apprenti pilote n'a pas acquis de réflexes, il se soumet facilement aux consignes qui lui sont données.

Il en va tout autrement d'un pilote d'avion confirmé qui possède des réflexes solidement enracinés dont il devra se défaire ; il possède

le « sens de l'air », certes, mais il doit principalement s'habituer au fait que les commandes d'un hélicoptère à l'arrêt entrent en action instantanément dès qu'une quelconque est déplacée alors que celles d'un avion, au contraire, ont une efficacité progressive, et ne permettent le décollage que lorsque l'avion atteint une vitesse suffisante.

Le pilotage proprement dit se réduit à quelques manœuvres très simples.

L'appareil étant orienté face au vent, le moteur est mis en route au moyen du démarreur (généralement électrique). Lorsque le régime du moteur augmente, un embrayage centrifuge automatique met le rotor en rotation et le pilote continue



“ AIR HORSE ”

DÉRIVES STABILISATRICES

LARGE PANNEAU DE CHARGEMENT

RESERVOIR A COMBUSTIBLE

ARBRES DANS LA POUTRE

PORTE ARRIERE

PLAN DE QUEUE

Flight Copyright.

● Le Cierva W 11 « Air Horse » est un hélicoptère lourd, construit en Angleterre, destiné au transport de 24 passagers. Le premier prototype a été détruit par un accident; un second est en fabrication. Cet appareil est équipé de trois rotors tripales en triangle tournant dans le même sens, les couples sont compensés par l'inclinaison des axes. Les difficultés de réalisation d'un tel appareil proviennent de la longueur des transmissions et des commandes, car les rotors sont entraînés par un seul moteur. On prépare une version bimoteur pour 36 passagers. Le premier prototype a pu au cours de ses essais soulever une charge de près de huit tonnes, record qui ne sera sans doute battu que par l'«héligrue» construite par Hughes.

à agir sur la manette des gaz jusqu'au moment où le régime normal du rotor est atteint. Il lève alors doucement son levier de pas : l'hélicoptère monte. S'il cesse de lever ce levier, l'hélicoptère ne monte ni ne descend. Il reste rigoureusement immobile en l'air, et il faut avoir volé en hélicoptère pour se rendre parfaitement compte de la sensation merveilleuse que l'on ressent alors. Si le pilote désire se déplacer en translation, aussi bien en avant qu'en arrière ou en crabe à droite ou à gauche, il pousse sur le manche dans la direction désirée, et l'appareil se déplace. Pour descendre, il baisse son levier de pas. Pour virer, il agit sur son palonnier (en vol stationnaire) ou sur le manche (en translation). Là montée et la descente en vol incliné s'obtiennent par combinaison du manche et du levier de pas.

LE PIASECKI HRP-2

C'est la version entièrement métallique du HRP-1 « Rescuer » de la Marine américaine aménagée pour le transport de troupes et de blessés. Il est actuellement fabriqué en série aussi pour l'Armée. Les rotors tripailes sont entraînés par un seul moteur. Au sol, le rotor avant se replie en arrière et le rotor arrière vers l'avant.



BRISTOL 171 Mk 3

Actuellement fabriqué en Angleterre en petite série d'une quinzaine d'exemplaires, il peut être aménagé pour trois passagers et un ou deux pilotes et son utilisation est prévue soit comme appareil d'apport pour la liaison centre ville-aérodrome, soit comme taxi aérien, soit par l'Armée ou la Marine, pour des missions de reconnaissance, de réglage d'artillerie ou de sauvetage.

En cas de panne de moteur, grâce à la roue libre, le rotor continue à tourner à condition que le pas ait été réduit (traînée aérodynamique minimum).

L'hélicoptère en autorotation peut encore parcourir une distance horizontale égale à environ sept fois sa hauteur et atterrir sur une aire de dimensions réduites, même bordée d'obstacles élevés. La phase terminale de l'atterrissage peut s'effectuer, soit en translation avec un arrondi final, avec une vitesse d'environ 50 km/h seulement, et en ne roulant pas plus de 10 à 20 mètres, soit rigoureusement sur place, par une manœuvre consistant à donner préalablement une légère survitesse au rotor, puis à accroître au dernier moment le pas des pales (en levant le levier de pas), ce qui annule, lors du contact avec le sol, la vitesse verticale de descente.

UTILISATIONS MILITAIRES ET NAVALES

Les possibilités de l'hélicoptère dans les domaines militaire et naval sont d'autant plus nombreuses que le problème de la rentabilité se pose d'une manière moins pressante que pour les applications civiles.

La première utilisation est le sauvetage aérien, soit en mer, soit dans des régions d'accès difficile.

L'hélicoptère n'a même pas besoin de se poser : il lui suffit de survoler le point critique et, en toute sécurité, de faire descendre un filin auquel le rescapé n'aura qu'à s'accrocher afin d'être hissé à bord.

Le rattachement à chaque grande unité navale d'un ou plusieurs hélicoptères peut permettre le réglage rapide du tir et surtout la recherche systématique des sous-marins. Ces appareils sont certes vulnérables à cause de leur faible vitesse, mais leurs missions sont relativement courtes ; une liaison permanente par radio avec le navire d'attache de l'appareil permet de le rappeler si les radars de surveillance détectent l'approche d'appareils ennemis ou, en cas d'incident, de retrouver rapidement l'équipage tombé à la mer.

L'utilisation en nombre important d'hélicoptères de moyen tonnage permettra sans doute de transformer complètement la tactique des troupes aéroportées, en permettant des actions rapides sur les arrières ennemis.

La technique actuelle du parachutage consiste à utiliser des avions-cargos de moyen tonnage et à lâcher des troupes, des munitions et des vivres. Mais l'avion se déplace à une vitesse assez élevée et disperse donc, souvent sur une grande étendue, ce qu'il a à parachuter. Jusqu'à ce que l'unité ait été

L'HÉLICOPTÈRE TRIPLACE HILLER 360



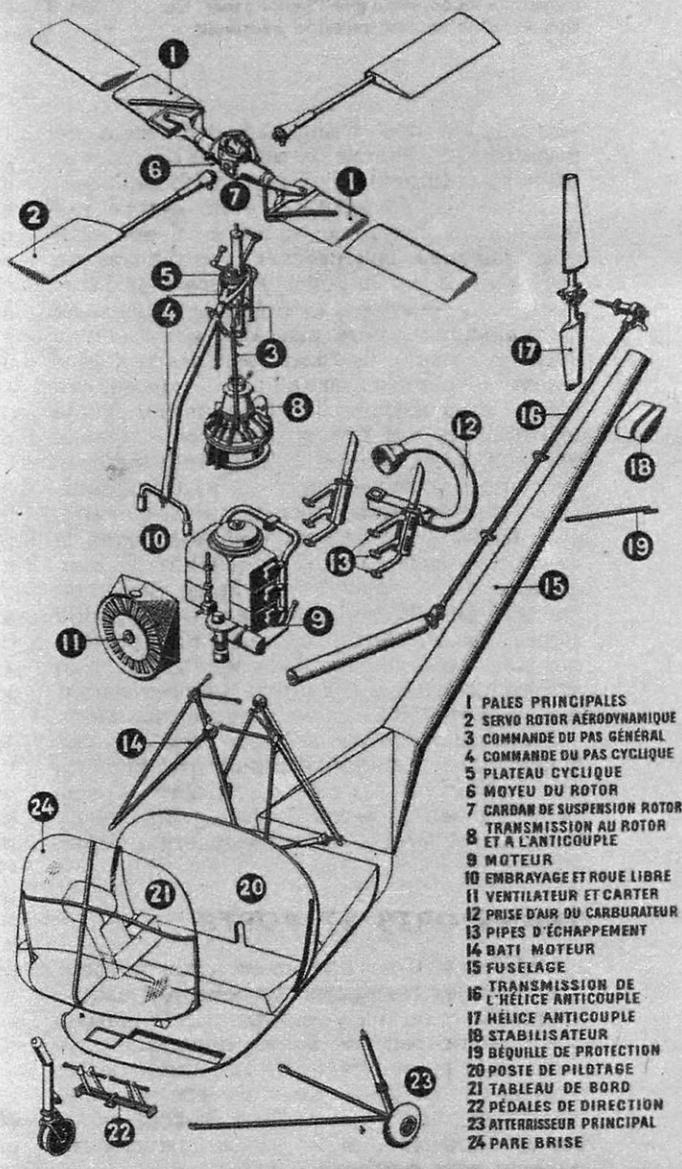
● Cet hélicoptère est utilisé aussi bien pour des transports civils que pour des missions militaires. Il est équipé d'un rotor bipale fixé sur un moyeu portant deux petites pales auxiliaires tournant dans le même plan que les pales principales. Le pilote, en agissant sur le manche, commande la variation cyclique des pales auxiliaires. Celles-ci exercent sur le moyeu des forces qui font varier la position du disque du rotor et provoquent le changement de pas. Ce système donne une entière stabilité à l'appareil.

reconstituée, avec tout son armement, elle demeure très vulnérable.

Avec un hélicoptère, au contraire, c'est l'unité entière qui pourrait être déposée exactement sur l'emplacement prévu, et de nombreux débarquements semblables effectués en des endroits différents accroîtraient considérablement le rendement de l'opération et le facteur de sécurité. Grâce à la possibilité qu'offre l'hélicoptère d'effectuer des vols stationnaires et d'atterrir sans piste spéciale, une simple clairière dans une forêt constituerait un endroit très sûr pour effectuer un débarquement. En outre, il serait possible de venir rembarquer les troupes qui doivent être déplacées, ce qui ne pouvait se faire jusqu'ici que dans des conditions tout à fait exceptionnelles.

L'hélicoptère a aussi un grand rôle à jouer comme ambulance, pour le transport vers les hôpitaux de l'arrière des grands blessés dont l'état nécessite une intervention chirurgicale rapide. A cet effet, l'appareil est équipé d'une ou de plusieurs civières. Cette application est tellement évidente que tous les hélicoptères construits jusqu'ici en série ont eu au moins une version équipée en ambulance. Le dernier-né, le Hiller «Hornet», appareil biplace à réaction ne pesant que 400 kg tout équipé, a déjà volé en version sanitaire, la deuxième place étant remplacée par une civière disposée à l'extérieur de l'appareil et recouverte d'un carénage protecteur.

Signalons enfin ici, bien que cette dernière application sorte du domaine purement militaire ou naval, que plusieurs services de police aérienne ont utilisé des hélicoptères. Mieux que les avions ils se prêtent à des missions de



- 1 PALES PRINCIPALES
- 2 SERVO ROTOR AÉRODYNAMIQUE
- 3 COMMANDE DU PAS GÉNÉRAL
- 4 COMMANDE DU PAS CYCLIQUE
- 5 PLATEAU CYCLIQUE
- 6 MOYEU DU ROTOR
- 7 CARDAN DE SUSPENSION ROTOR
- 8 TRANSMISSION AU ROTOR ET A L'ANTICOUPLE
- 9 MOTEUR
- 10 EMBRAYAGE ET ROUE LIBRE
- 11 VENTILATEUR ET CARTER
- 12 PRISE D'AIR DU CARBURATEUR
- 13 PIPES D'ÉCHAPPEMENT
- 14 BÂTI MOTEUR
- 15 FUSÉLAGE
- 16 TRANSMISSION DE L'HÉLICE ANTICOUPLE
- 17 HÉLICE ANTICOUPLE
- 18 STABILISATEUR
- 19 BÉQUILLE DE PROTECTION
- 20 POSTE DE PILOTAGE
- 21 TABLEAU DE BORD
- 22 PÉDALES DE DIRECTION
- 23 ATTERRISSSEUR PRINCIPAL
- 24 PARE BRISÉ



● Le Bell type 47 est construit aux Etats-Unis depuis près de cinq ans. On le voit ici pulvérisant des hormones pour tuer les mauvaises herbes dans un champ de blé.

● Les marécages encombrés de roseaux sont difficilement accessibles à tout autre moyen de locomotion que l'hélicoptère. Ce Bell 47 effectue une mission géodésique.



● Un « héliport » dans une grande ville américaine : le toit-terrasse de l'Hôtel des Postes de Chicago avec un hélicoptère Bell 47. Des services réguliers de transport du courrier par hélicoptères fonctionnent à Los Angeles, Chicago et New-York.

surveillance des points de congestion du trafic routier : abords de ponts ou de tunnels; dans les régions de grands embouteillages, la circulation routière est alors déviée par des artères moins encombrées. C'est ainsi que plusieurs hélicoptères sont utilisés en permanence par la Police Fédérale de New-York, non seulement pour la surveillance de la circulation routière, mais aussi pour celle de l'air. Le « pilote du dimanche » ne peut plus essayer un piqué à basse altitude au-dessus des plages sans risquer une amende ou même le retrait de son brevet de pilotage. Quelle que soit la saison, les hélicoptères assurent de nombreux sauvetages : un hydroglisseur, abandonné en pleine vitesse par son équipage, et constituant un danger inquiétant pour la navigation estivale, fut repéré par un hélicoptère de la police ; un homme descendit par une échelle de corde dans l'engin qu'il stoppa, puis regrimpa dans l'hélicoptère qui partit repêcher les deux sportsmen ; hisés sur les flotteurs, ils furent déposés à bord de leur esquif avec un sérieux avertissement.

Le domaine de surveillance aérienne des hélicoptères s'étend d'ailleurs de plus en plus : détection des incendies de forêts, surveillance des pipe-lines, des lignes à haute tension, recherche des prisonniers évadés, etc...

TRANSPORTS ET POSTE

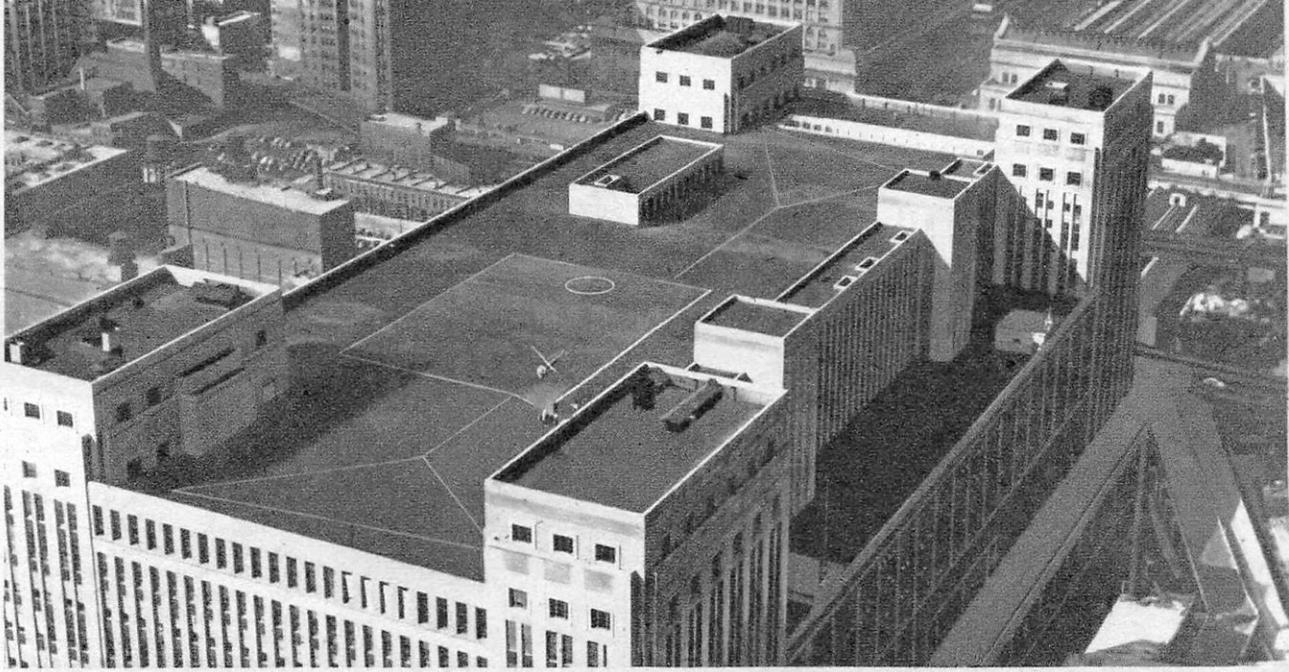
L'hélicoptère est également utilisable pour effectuer des transports. Cependant, jusqu'à aujourd'hui, on n'a guère mis sur le marché que des appareils de faibles dimensions, de sorte qu'il ne peut s'agir que de transporter quelques passagers (taxis aériens) ou bien du fret de porte à porte. De nombreux essais ont été effectués, mais les exploitations régulières sont demeurées rares.

Un des tout derniers services a été inauguré par les « British European Airways », pour le transport des passagers entre Liverpool et Cardiff, avec trois hélicoptères quadriplaces (Westland S. 51). La ligne fonctionne deux fois par jour, dans chaque sens, avec une escale intermédiaire. Sur ce parcours, le transport terrestre est très désavantagé à cause de la barrière montagneuse* du Pays de Galles. La durée du trajet est de 2 heures, contre 5 heures par le chemin de fer. Le prix du billet est de 40 % plus élevé que celui des premières classes.

Entre deux centres tels que Paris et Londres (ou d'une façon générale, entre agglomérations distantes de 500 à 600 kilomètres au plus), le transport des passagers devrait s'effectuer avec de gros hélicoptères capables d'emmener au moins une vingtaine de passagers ; il n'y aurait aucun transbordement du centre de Paris (aérogare des Invalides) au centre de Londres. De tels hélicoptères sont actuellement en construction.

Il y a aussi la solution de l'« héligrue », sorte de grue aérienne constituée par un très puissant hélicoptère à réaction, capable de soulever de lourdes charges (2 à 8 tonnes et même probablement davantage) et de les transporter sur de faibles distances. Ce pourraient être des pièces de machines massives, des billes de bois, etc, à manutentionner dans des régions manquant de moyens de communication terrestres, ce qui est le cas de nombreux pays situés dans les territoires d'outre-mer. Les hélicoptères correspondants sont en construction (ou en essais) dans différents pays.

Autre application importante de l'hélicoptère : le transport du courrier pour améliorer la distribution et la collecte dans des régions mal desservies par les moyens terrestres, ou bien pour réduire le délai



d'acheminement entre les aéroports des grandes lignes aériennes et les bureaux de poste des agglomérations secondaires. De tels services fonctionnent régulièrement à Los Angeles, Chicago et New-York, avec des hélicoptères des types Bell 47, Hiller 360 ou Sikorsky S-51.

Le transport du courrier par hélicoptère ne se rencontre d'ailleurs pas seulement aux U. S. A. Récemment, des essais ont été entrepris à Stockholm et Bruxelles, ainsi que dans plusieurs localités d'Angleterre.

UTILISATIONS AGRICOLES

Les procédés modernes de lutte contre les ennemis des cultures se sont aujourd'hui considérablement développés grâce à la mise au point par la chimie synthétique de produits insecticides et anticryptogamiques spécifiques et puissants. Sous peine de voir réduire considérablement leur efficacité, il faut les mettre en œuvre à des moments bien déterminés, correspondant par exemple à un stade du développement des parasites où ils sont particulièrement sensibles, ou lorsque les conditions météorologiques favorisent anormalement leur multiplication. Cela pose, en grande culture, des problèmes difficilement solubles dans l'état actuel de la technique car de grandes quantités de produits doivent être déposées très rapidement sur une superficie étendue.

Le pulvérisateur à dos d'homme n'est évidemment utilisable que pour de très faibles quantités et de très faibles surfaces : cette solution est incompatible avec la nécessité de traiter vite et énergiquement.

La pulvérisation effectuée au moyen de tracteurs ou d'engins tirés par des chevaux nécessite un matériel spécialement étudié pour ne pas abîmer les récoltes hautes.

La vitesse de circulation demeure faible.

Il y a déjà longtemps que l'on a pensé à utiliser l'avion, et on l'a effectivement souvent utilisé. Malgré l'expérience acquise, il reste un moyen coûteux et dangereux : coûteux car, à cause du grand espace qui lui est nécessaire pour manœuvrer et se remettre en ligne après chaque passage le temps mort est pratiquement le double du temps réel de travail ; dangereux, car le pilote est obligé de survoler le terrain à quelques mètres d'altitude, à une vitesse d'environ 70-80 km/h (afin de ne pas se trouver en « perte de vitesse »). Il doit alors manœuvrer son appareil en même temps que déposer le produit au-dessus de la région assignée. Il lui faut une grande attention car la moindre de ses défaillances peut avoir des conséquences graves. En outre, le produit est lancé dans les airs, à quelques mètres au-dessus du sol, et, s'il y a du vent, il risque fort d'être dispersé, et même d'atteindre une récolte voisine pour le traitement de laquelle il peut être contre-indiqué. L'avion n'est donc utilisable que pour de très grandes étendues de terrain, comme il s'en trouve en Afrique du Nord et en Amérique.

C'est tout différemment que se présente l'hélicoptère : il peut s'immobiliser rigoureusement en l'air, virer sur place après chaque passage, survoler à très faible hauteur et sans danger le champ à traiter, fût-il exigu et bordé d'arbres. De plus, les pales, en tournant, chassent l'air vers le bas. Ce puissant courant d'air descendant projette verticalement le produit, même s'il y a du vent.

Avec l'hélicoptère, les temps morts de manœuvre ne sont plus que de 10 % à 15 % environ, et correspondent aux virages sur place dès que l'on est arrivé à la bordure du champ. Environ 40 hectares à l'heure peuvent être traités à raison de 25 à 30 kg/

SO - 1120 « ARIEL III »

Triplace à réaction dérivé du SO-1100 qui effectua son premier vol en 1947. Construit en France par la S. N. C. A. S. O., cet hélicoptère est équipé d'un compresseur entraîné par turbine à gaz Turboméca « Artouste » fournissant de l'air comprimé aux brûleurs en bout de pales. Dans la version biplace un moteur Mathis de 190 ch entraîne le compresseur.



LE MC DONNELL XH - 20

Construit aux Etats-Unis, ce petit hélicoptère, appelé « Little Henry », est encore au stade expérimental bien qu'il ait effectué son premier vol en 1947, c'est un « banc d'essai volant ». Sur cet appareil, le rotor est propulsé par des statoréacteurs montés en bout de pales. Le carburant emporté dans deux réservoirs fixés au fuselage, parvient aux réacteurs à travers les pales qui sont creuses. Un moteur auxiliaire permet le décollage de l'appareil.

hectare ; ces chiffres tiennent compte des temps nécessaires pour le rechargement en produits, la capacité actuelle d'un hélicoptère ne lui permettant pas d'emporter une charge considérable.

Le prix de revient à l'hectare se trouve être inférieur à celui obtenu par tout autre procédé, terrestre ou aérien. Il n'en faut pas davantage pour justifier l'utilité commer-

ciale de l'hélicoptère et sa construction en série. En fait, il reste encore à gagner la cause de l'hélicoptère auprès de certains particuliers, organismes ou sociétés que surprend et effraie l'intervention des engins aériens dans le domaine agricole.

Divers procédés sont utilisés pour les traitements aériens : la pulvérisation, le saupoudrage et l'atomisation.

CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX HÉLICOPTÈRES A ROTOR A RÉACTION.

CONSTRUC- TEUR	DESIGNATION	NOMBRE DE PLACES	NOMBRE DE ROTORS	NOMBRE DE PA- LES PAR ROTOR	DIAMÈTRE DU ROTOR m	GROUPE MOTEUR	POIDS EN CHARGE kg	CHARGE UTILE kg	VITESSE MAXIMUM km/h	OBSERVATIONS
FRANCE SNCASO	SO-1110 Ariel II	2	1	3	10,8	Motocompresseur, chambres en bout de pales.	1 080	340	170	Prototype.
	SO-1120 Ariel III	3	1	3	10,8	Turbocompresseur, chambres en bout de pales.	1 125	450		Prototype en construction.
GR.-BRETAGNE FAIREY	Rotodyne	23	2	3		Turbocompresseur, chambres en bout de pales.			216	En projet; dérive du Gyrodyne.
U.S.A. AMERICAN HELICOPTER HILLER	Top Sergeant	2	1	2	10,1	Pulsoréacteurs en bout de pales.	815	405	128	Prototype.
	Hornet	2	1	2	7,0	Statoréacteurs en bout de pales.	408	254	128	Série.
HUGHES	Flying-Crane XH-17	60	1	2	41,5	2 turboréacteurs avec éjection de gaz en bout de pales.	18 000	11 000		Prototype en essais.
MC DONNELL	Little Henry MD-38 (XH-20)	2	1	2	5,6	Statoréacteurs en bout de pales.	350	225	80	Prototype en essais.

LE HILLER « HORNET »

Cet hélicoptère biplace à réaction, destiné à l'origine aux utilisations civiles, doit être employé par l'Armée et la Marine américaines. Le pilotage en est très simple : pas de manœuvre au pied, le tableau de bord n'est pas plus important que celui d'une automobile. L'appareil est équipé d'un rotor à deux pales creuses alimentant les statoréacteurs en bout de pales et d'un servo-moteur semblable à celui du Hiller 360. La production actuelle de Hiller est réservée à l'armée.



La **pulvérisation** consiste à déposer une sorte de bouillie liquide ayant une excellente adhérence mais qui, relativement lourde, risque de se déposer en partie sur le sol ; ce qui touche feuilles et branches est efficace, mais ce qui reste sur le sol est perdu. Le matériel utilisé consiste généralement en une rampe de pulvérisation placée sous l'appareil et dont la longueur est sensiblement égale au diamètre du rotor, de sorte que le produit pulvérisé profite du courant d'air produit par les pales.

Le **saupoudrage** consiste à projeter un produit finement pulvérisé mélangé au préalable à un support solide inerte. Le produit est éjecté à travers une tuyère disposée à la sortie de chaque trémie.

L'**atomisation** est un procédé récent que les services agronomiques s'efforcent actuellement de mettre au point. Il consiste à vaporiser des nuages de fines particules actives pour constituer des « aérosols ». Une très faible quantité de produit suffit, de sorte que le rendement est en principe excellent.

LES MODÈLES RÉCENTS

Nous nous bornerons à indiquer en quelques lignes l'essentiel du développement actuel, renvoyant le lecteur, pour les caractéristiques plus détaillées, aux tableaux des pages 73 et 80.

Les hélicoptères mécaniques de faibles dimensions (c'est-à-dire pesant en charge moins de 1 500 kg) ont fait l'objet de plusieurs réalisations de série : Hiller 360, Bell 47, Kaman 225 ; ce sont tous des appareils régulièrement utilisés pour des applications agricoles. Leur charge commerciale varie entre 180 et 250 kg. Ils peuvent donc transporter de quoi traiter 8 à 10 hectares, ce qui correspond à 4 ou 5 rechargements par heure.

Un hélicoptère mécanique de plus grandes dimensions, le Sikorsky S-51 (ainsi que sa version Westland construite sous licence en Angleterre) peut transporter une charge

commerciale de 250 à 350 kg ; la surface qu'il traite est un peu plus importante, mais le bilan définitif fait apparaître, spécialement du point de vue agricole, un avantage incontestable en faveur des appareils de plus faibles dimensions.

Dans le domaine des hélicoptères de transport (10-20 places), plusieurs modèles sont en compétition. Le Bell « Feeder Liner », le Piasecki HRP-2 (appartenant à la Marine américaine), le Kelleff XH-10 et le Sikorsky S-55.

Les transports plus importants pourront être dévolus à Cierva W 11 « Air Horse », au Kelleff XH-2A ou aux deux Piasecki H-21 et XH-16, ce dernier possédant, outre des sièges installés dans le fuselage, une large cabine que l'on peut à volonté accrocher sous le fuselage ou laisser à l'« héliport » (ce néologisme désigne l'ensemble des installations d'un aéroport spécial pour hélicoptères ; l'« héliport » de Paris doit être installé sur l'esplanade des Invalides).

Tous les appareils que nous venons de citer sont du type mécanique ; peu d'entre eux ont été construits en série, la plupart sont actuellement en essais ou bien à un stade de construction très avancé.

Dans le domaine des hélicoptères à réaction, la France est principalement représentée par les appareils de la S.N.C.A.S.O. (tuyères à combustion en bouts de pales) ; quelques appareils ont volé à l'étranger avec des pulso-réacteurs ou des statoréacteurs en bout de pales, et, tout récemment, un petit biplace vient de faire son apparition : c'est le Hiller « Hornet » à statoréacteurs, dont le poids en charge n'est que de 400 kg.

Enfin, la solution consistant à envoyer en bout de pales un gaz inerte produit par un générateur de gaz dans le fuselage a donné naissance, chez Hughes (U.S.A.) à un gros hélicoptère de plus de 40 mètres de diamètre. Ce sera le plus gros appareil du monde. Il est destiné à être utilisé comme grue aérienne, pour le transport de très grosses charges sur de faibles distances.

Pierre Lefort.

UNE NOUVELLE FAMILLE D'ENGIN VOLANTS

LA NAISSANCE DE L'AVION CONVERTIBLE

L'ANNÉE 1950 aura marqué une date décisive dans la naissance de l'avion convertible. Pour la première fois, un service officiel, qui dépend de l'armée américaine, a informé les inventeurs que leurs projets d'avions convertibles l'intéressaient; il avait reçu au début de cette année dix-sept propositions entre lesquelles il serait bien extraordinaire qu'on ne puisse en découvrir d'exécutables.

Jamais en effet nouveauté n'a pris le départ dans des conditions plus favorables. Au début de ce siècle, Wright devait construire à la fois l'avion et le moteur; les premiers réalisateurs d'hélicoptères, s'ils n'avaient plus le souci du moteur, devaient résoudre des problèmes compliqués de voilures tournantes; l'avion convertible vient au moment où la technique des avions et des hélicoptères est parfaitement éprouvée, où l'expérimentation dans les souffleries géantes permet la mise au point de leur combinaison dans les conditions de sécurité les plus parfaites, où il suffit en somme, pour réaliser un avion convertible, de le vouloir.

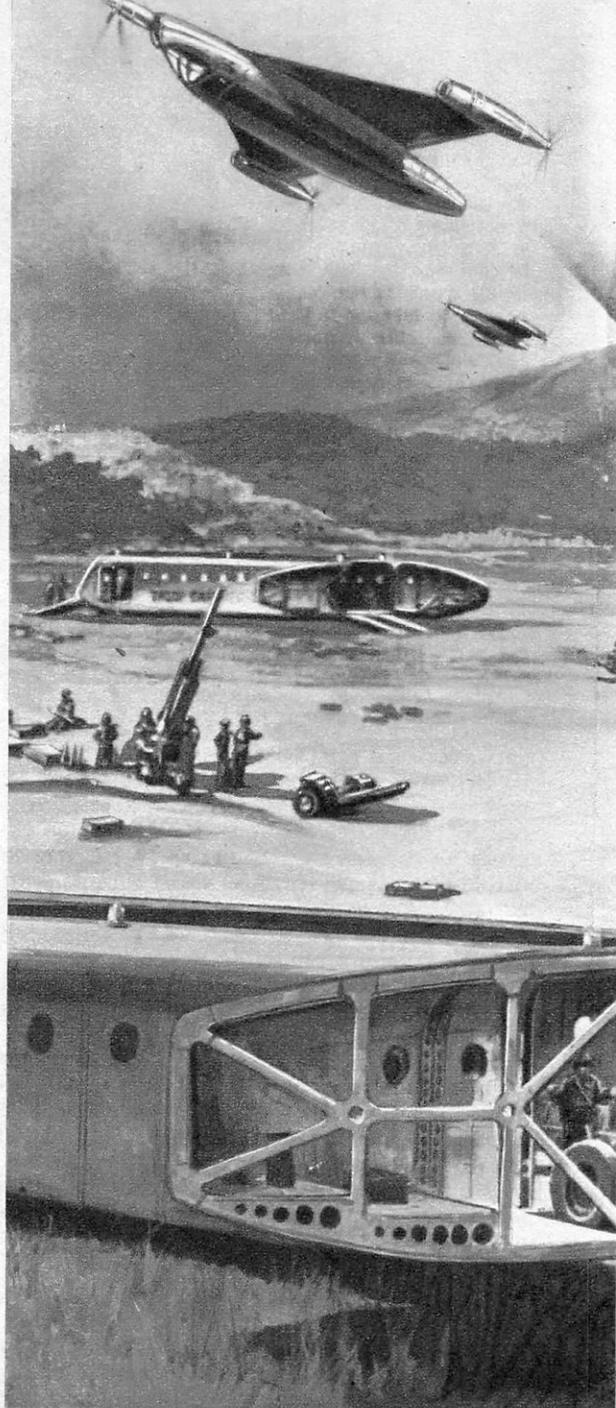
SYNTHÈSE DE L'AVION ET DE L'HÉLICOPTÈRE

L'avion l'emporte nettement en vitesse, en plafond, en consommation, en charge utile. Il a l'avantage de la simplicité. Il est réalisable en gros tonnages.

Mais il souffre d'un grave inconvénient, son incapacité au « ralenti ». La vitesse minimum de sustentation et d'efficacité des gouvernes reste élevée, et les tentatives faites pour l'abaisser réagissent de façon fâcheuse sur les autres performances. Les vitesses de décollage et d'atterrissage imposent donc des terrains de grandes dimensions.

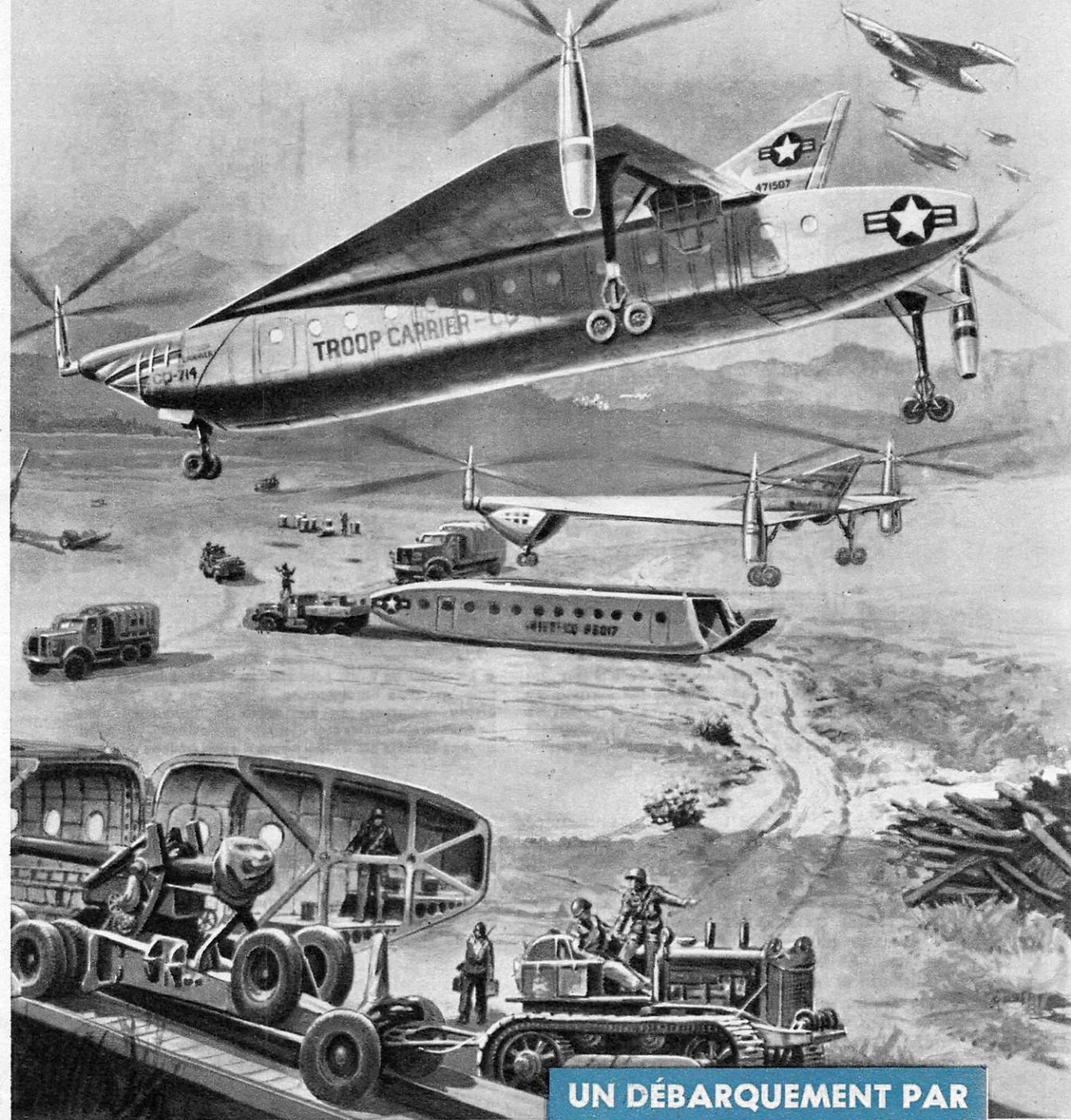
L'hélicoptère résout entièrement le problème du décollage et de l'atterrissage en l'absence de terrains aménagés.

Mais l'hélicoptère est très inférieur à l'avion en vitesse, en plafond, en charge utile. Le



record de vitesse atteint à peine 200 km/h et ne paraît pas susceptible, après plusieurs dizaines d'années d'expérience, d'être sensiblement amélioré. La consommation dépasse de beaucoup celle de l'avion; la charge utile reste relativement inférieure, sauf sur quelques formules d'hélicoptères à rotor entraîné par réaction, mais dont la consommation devient alors prohibitive.

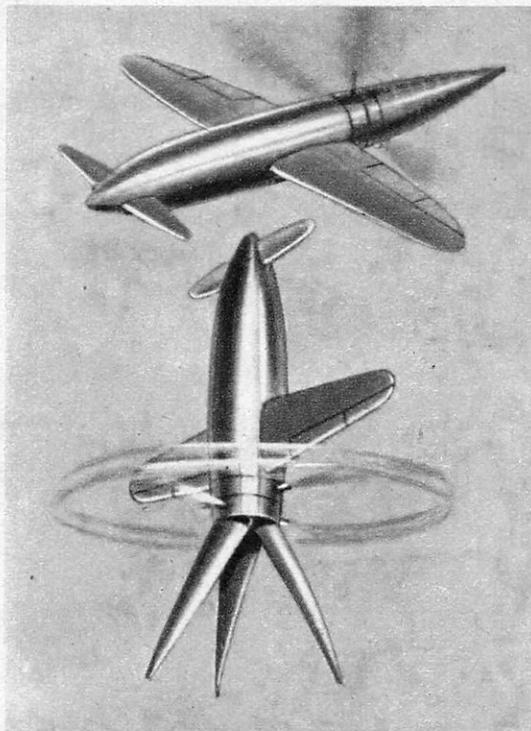
La combinaison sur un appareil convertible des performances élevées de l'avion en croisière et des qualités de l'hélicoptère au décollage et à l'atterrissage, devrait réunir les avantages des deux formules en élimi-



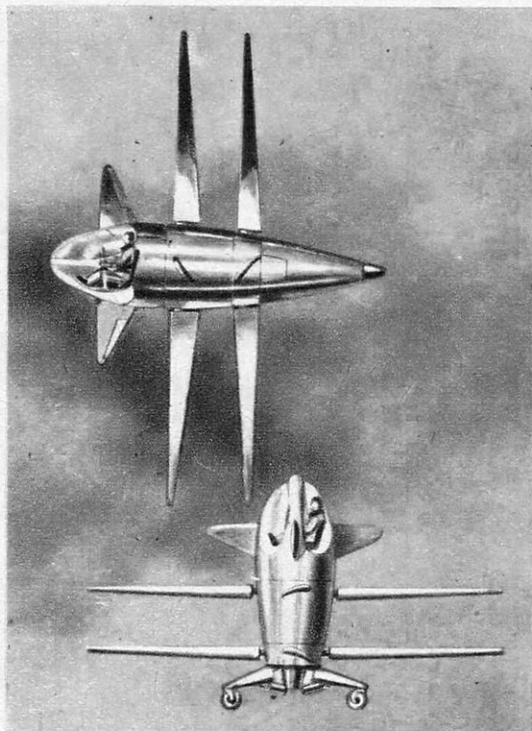
UN DÉBARQUEMENT PAR AVIONS CONVERTIBLES

nant leurs inconvénients. Bien mieux, elle permet théoriquement de relever les performances en avion : vitesse, rayon d'action, légèreté de la structure et rendement. L'avion n'a en effet besoin de sa voilure considérable qu'au décollage et à l'atterrissage ; si ces opérations s'exécutent à l'aide d'une voilure tournante de surface très inférieure, la surface de la voilure fixe indispensable à la sustentation à grande vitesse, et même la surface totale des voilures fixes et tournantes pourra être très inférieure à celle qu'exige l'avion. La traînée sera réduite et la vitesse accrue ; le poids de construction sera diminué au

L'avion convertible, dont l'armée américaine commande les premiers prototypes, résoudra tous les problèmes difficiles posés par une aviation de « transport d'assaut ». Il décolle et atterrit en tous terrains comme l'hélicoptère, possède le rayon d'action de l'avion de transport, et une vitesse supérieure à celle des plus rapides avions à hélice, qui devrait lui permettre d'échapper aux chasseurs à réaction actuels. On voit ci-dessus comment pourrait s'effectuer un débarquement d'avions convertibles à fuselage détachable, à voilure triangulaire, qui seraient mus par turbopropulseurs à hélices supersoniques.



● Ce type d'avion convertible, qui décolle sur un tripode se referme ensuite pour former l'arrière du fuselage est un de ceux qui permet théoriquement les meilleures performances en vitesse. On a choisi la formule « canard », c'est-à-dire à empennage avant.

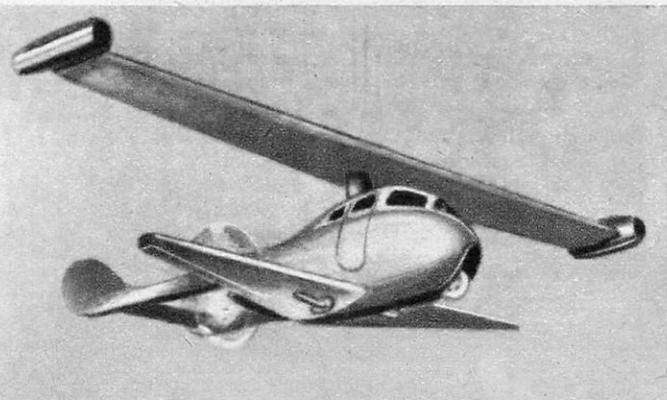


● Le projet de L. H. Leonard, basé sur le même principe, est plus hardi encore. L'ensemble de l'appareil pivote également de 90° après le décollage, mais l'empennage est réduit (voilure à l'avant), l'appareil devenant alors un « cigare volant » aux hélices géantes.

bénéfice de la charge utile et du rendement.

On s'explique ainsi que, dès le début de 1950, l'armée américaine ait pu indiquer comme premières données d'un programme de convertibles des performances apparemment aussi difficilement réalisables que la vitesse de 480 km/h, le décollage et l'atterrissage à la verticale jusqu'à 1 500 m d'altitude et le plafond de 4 500 m ; la marine américaine, plus ambitieuse encore, envisage dès maintenant des avions convertibles à hélices supersoniques de performances comparables à celles des avions à réaction.

Le « **CONVERTAPLANE** » de Herrick est un des rares avions convertibles qui aient volé jusqu'ici. Le rotor se bloque transversalement après le décollage et devient un second plan sustentateur. Le modèle HC-6D, représenté ici, sera équipé d'un rotor à réaction.

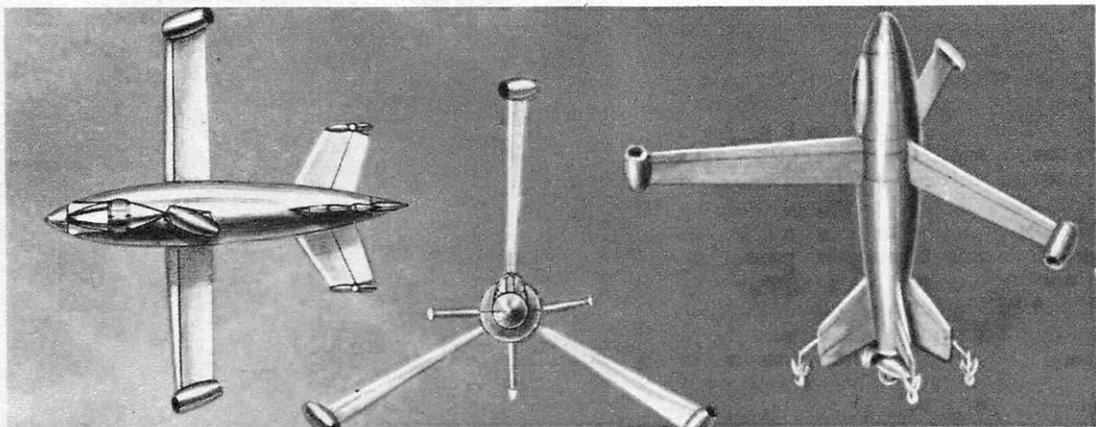


L'allégement des moteurs, et spécialement les réalisations récentes en matière de turboréacteurs et de turbopropulseurs, notamment les T-34 de Pratt et Whitney et le T-38 d'Allison, facilitent à l'extrême la réalisation des avions convertibles.

Les derniers turboréacteurs américains et britanniques du programme de « 10 000 livres » de poussée, donnent réellement, suivant qu'on accepte ou non la post-combustion, des poussées de 7 500 à 12 500 livres, soit 3 400 à 5 700 kg, avec des poids qui dépassent légèrement 1 000 kg. Ce sont là

Le **PLATT LE PAGE** différerait en vol normal d'un avion de transport ordinaire par ses deux hélices qui, commandées par arbre de grande longueur, seraient montées aux extrémités de l'aile. C'est leur rotation de 90° qui les transformerait en rotors d'hélicoptères.





● De même formule que les précédents, le Focke-Wulf conçu pendant la guerre, conservait un empennage classique combiné avec le train d'atterrissage.

La voilure était supprimée et remplacée par un rotor à trois pales entraîné par des statoréacteurs. Ceux-ci devaient être lancés au départ par des fusées Walter.

des poussées égales au poids des appareils qu'on peut en équiper. Si l'on peut monter un moteur de poussée supérieure au poids de l'appareil, le problème de l'avion convertible n'est-il pas résolu par cela même ?

Bien qu'une hélice soit mal adaptée pour la transformation de la puissance d'une turbine à gaz au décollage, elle doit améliorer considérablement la poussée, aussi bien avec les hélices classiques d'aujourd'hui qu'avec les hélices supersoniques de demain. Il n'y a donc aucune difficulté de principe à faire décoller et atterrir à la verticale des appareils disposant d'une telle puissance, si on les organise pour que cette poussée, horizontale pour la croisière, puisse devenir une sustentation verticale pour le décollage ou l'atterrissage. Le turbopropulseur Allison ou Pratt et Whitney de 1950, avec ses 200 g par cheval, marque aussi sûrement la naissance de l'avion convertible que le moteur à explosions de 1900, à 2 kg par cheval, a marqué la naissance du plus lourd que l'air. Il semble qu'on ait fini par s'en apercevoir, et le premier projet d'avion convertible équipé d'un Allison T-38 vient de voir le jour.

Si l'hélice propulsive ordinaire, sans aucun

sacrifice sur son rendement, peut devenir hélice sustentatrice à condition d'orienter son axe à la verticale, il restera certainement de nombreux problèmes à résoudre avant que l'avion convertible puisse satisfaire, en ce qui concerne la manœuvrabilité et la stabilité en toute configuration, aux conditions exigées des autres aéroplanes, aussi bien par les règlements américains que par ceux des autres pays. Peut-être même n'y satisfait-il jamais. On en sera quitte pour modifier les règlements. Wright aurait-il jamais volé s'il lui avait fallu observer ceux d'aujourd'hui ?

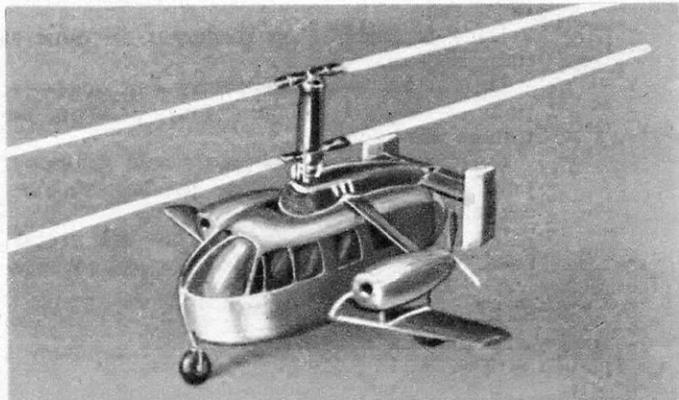
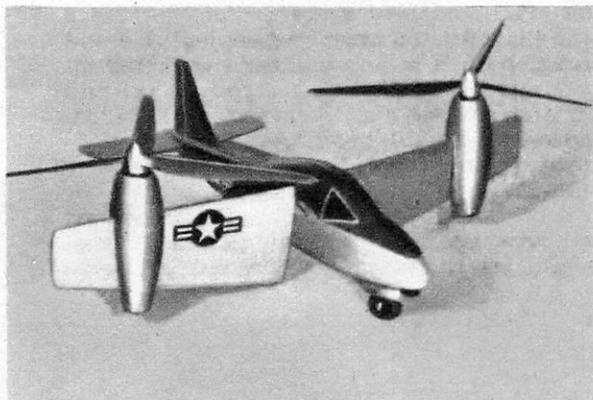
LES EXIGENCES DU PROGRAMME

Si les moteurs extra-légers d'aujourd'hui permettent sans aucun doute la réalisation d'avions convertibles, les formules à retenir dépendront essentiellement des exigences de sécurité que l'on imposera aux appareils.

La première est l'atterrissage en autorotation en cas de panne du moteur. On éliminerait ainsi toute une série d'appareils dont les performances élevées ne pourraient être obtenues qu'au détriment de la sécurité.

La WAYNE UNIVERSITY a fait étudier par le professeur Rutkowski un avion convertible d'une formule légèrement différente du Platt Le Page. Les moteurs sont fixes par rapport à la voilure et c'est celle-ci qui pivote en totalité entre le décollage et la croisière.

L'HÉLIDYNE 7 A, version dérivée de l'Hélicoptère 7 qui a volé déjà en novembre 1949, est un hélicoptère à rotor partiellement déchargé en croisière par une voilure fixe, ce qui lui permet de voler à 240 km/h. C'est là une vitesse très supérieure à celle de l'hélicoptère pur.



Une deuxième exigence porte sur la période de transition entre le vol en hélicoptère et le vol en avion. On peut assurément se contenter d'une sustentation, d'une stabilité et d'une maniabilité correctes dans chacune de ces configurations, et compter, à une certaine distance du sol, sur une manœuvre plus ou moins acrobatique pour passer de l'une à l'autre. Mais certains se montrent beaucoup plus difficiles, et veulent qu'à tout instant de la transition l'appareil soit maniable, stable et parfaitement sustenté pour ne pas perdre d'altitude, au cas où l'on voudrait exécuter l'opération à proximité du sol. Certaines formules, comme celles de la « crêpe volante » se prêtent mal à cette manœuvre.

On peut enfin aller plus loin et s'inquiéter du confort des passagers et de la facilité d'embarquement dans certains projets d'avions convertibles où l'on voit un fuselage décoller et atterrir à la verticale sous l'effet des hélices et pivoter de 90° pour prendre sa position de vol en croisière. La solution, acceptable pour un équipage réduit disposant de sièges pivotants, ne l'est plus pour un avion de transport et sa cabine de plusieurs dizaines de mètres de longueur.

Que faut-il en conclure, si ce n'est que la formule de l'avion convertible n'est pas encore fixée, mais qu'il faut bien se garder, comme on a eu tendance à le faire jusqu'ici, d'accumuler les exigences au point d'interdire toute réalisation?

LES CLASSES D'AVIONS CONVERTIBLES

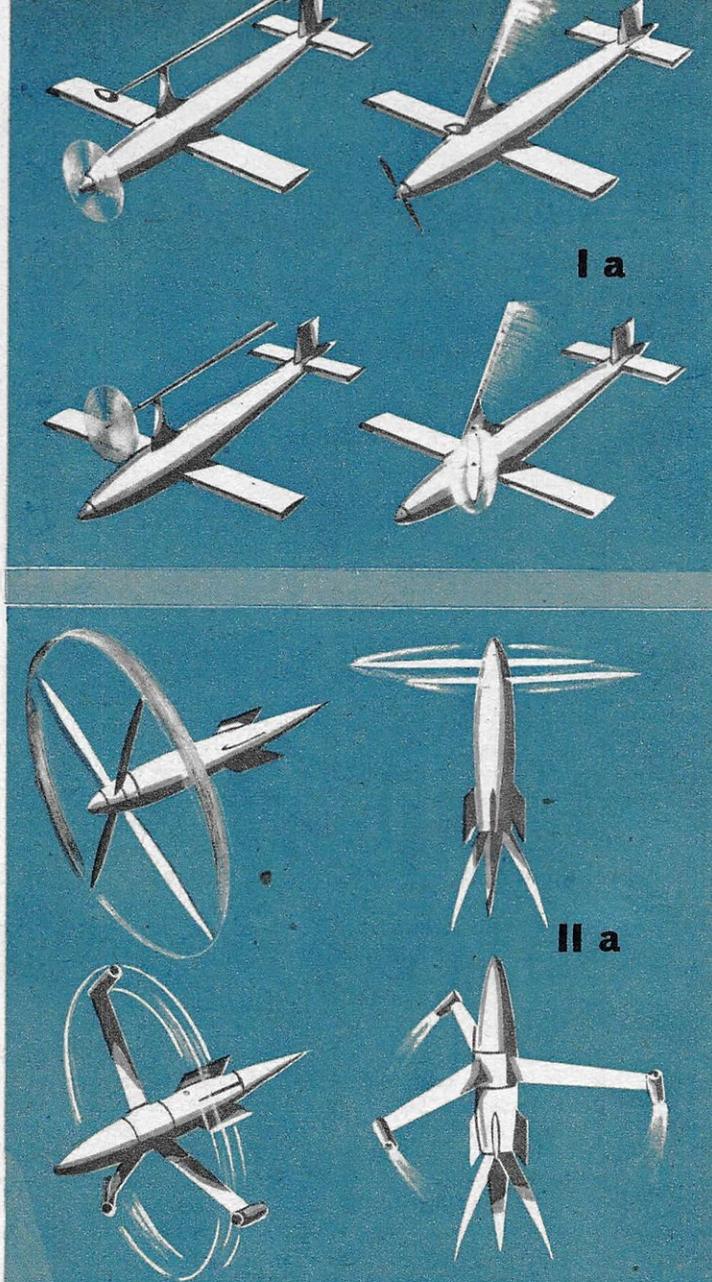
Deux grandes classes d'avions convertibles doivent être distinguées parmi les appareils dont la voilure tournante est assez développée pour qu'on puisse en attendre un atterrissage en sécurité par autorotation, moteur stoppé. La première fait appel à des rotors différents pour la sustentation en hélicoptère et la propulsion en avion ; la deuxième utilise le même rotor, dont l'axe doit alors pouvoir basculer d'environ 90°, dans les deux cas.

Dans la classe I on distingue en général deux sous-classes :

1a) Où les pales des rotors sont stoppées, pour la croisière, dans leur position de traînée minimum ;

1b) Où les pales des rotors sont stoppées, pour la croisière, dans une position où elles servent de voilure fixe.

De nombreuses variantes ont été proposées, dont quelques-unes expérimentées.



La voilure tournante peut être le classique rotor bipale des hélicoptères, ou le rotor monopale, avec contre-poids, qui présente quelques avantages théoriques mais pose des problèmes nouveaux mal étudiés encore. Les moteurs les plus variés peuvent être adaptés à la propulsion, soit avec un transfert d'air comprimé à partir d'une turbine à réaction de la voilure tournante et entraînant mécaniquement l'hélice, soit par des moteurs différents dont l'un commanderait l'hélice, pendant que l'autre, qui peut être un pulso-réacteur ou un statoréacteur en bouts de pales entraînerait la voilure tournante.

Sans vouloir épuiser, de loin, toutes les solutions possibles, on se bornera à citer, parmi les 1a, la proposition Wilford, avec

FORMULES DIVERSES

Peu de formules d'appareils volants prêtent à une variété plus grande que l'avion convertible. Même si on élimine celles qui ne doivent leurs possibilités de décollage et d'atterrissage à la verticale qu'à des moteurs dont le non-fonctionnement serait catastrophique (turboréacteur,

fusée) pour s'en tenir à l'hélice capable de ramener l'appareil au sol à vitesse modérée en autorotation, on peut combiner de manière très différente les voilures, les fuselages et les rotors des avions convertibles. Le classement ci-dessous donne la répartition la plus généralement admise lors des derniers congrès américains où a été discuté le problème de l'avion convertible.

I La première classe est composée des avions convertibles où tous les éléments de l'avion et de l'hélicoptère sont présents simultanément sur le même appareil : voilure et hélice pour la propulsion en avion, rotor pour la sustentation en hélicoptère, ce qui accroît évidemment leur complication mécanique. La transition hélicoptère-avion se fait de façon continue avec une possession totale du contrôle de l'aérodynamisme, l'axe du rotor restant toujours vertical. Cette classe se divise à son tour en deux sous-classes :

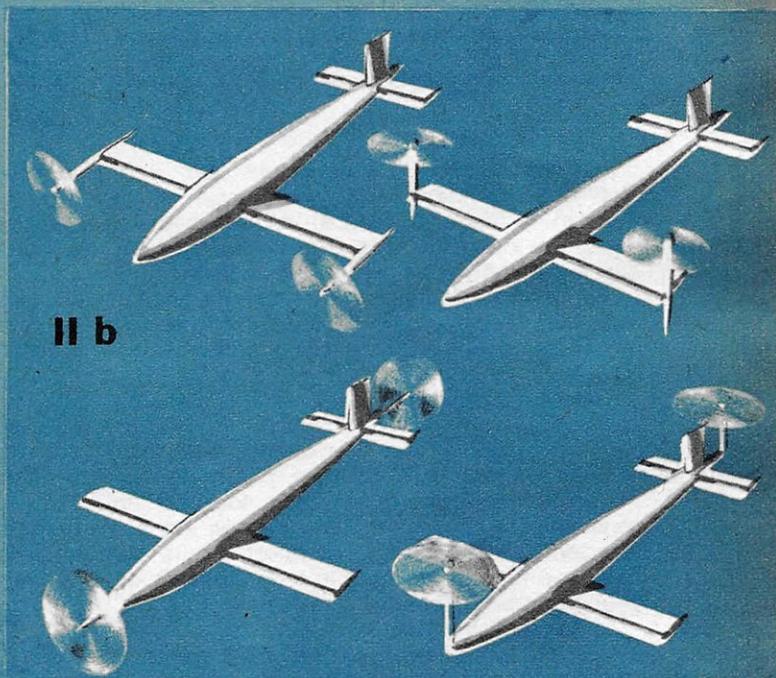
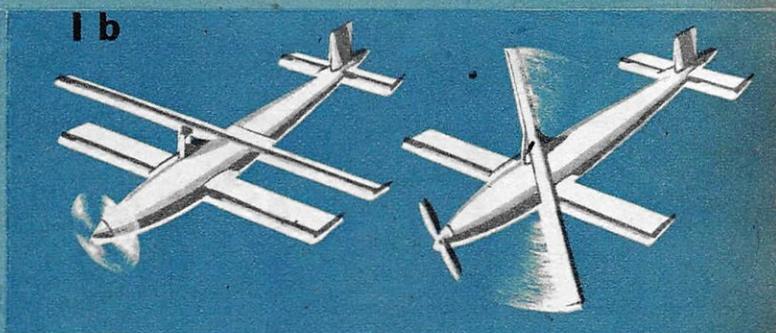
— I a, où les pales du rotor sont stoppées pour la croisière dans une position de traînée minimum, parallèlement à l'axe du fuselage (solution maintes fois envisagée) ;

— I b, où les pales du rotor sont stoppées dans une position où elles jouent le rôle de voilure fixe (cas du « Convertiplane » de Herrick).

II La deuxième classe est composée des avions convertibles où se trouvent tous les éléments d'un aérodynamisme à voilure fixe. Les hélices ont un diamètre beaucoup plus grand que celui des hélices classiques et constituent des rotors. Ces rotors assurent à la fois la sustentation en hélicoptère et la propulsion en avion par pivotement de 90°. L'axe du rotor passe de la position verticale à la position horizontale : le rotor devient une hélice. Cette classe se divise également en deux sous-classes :

— II a, où les rotors pivotent avec l'ensemble de l'appareil : fuselage et ailes, pour passer du fonctionnement en hélicoptère au fonctionnement en avion. Le décollage et l'atterrissage se font alors sur la queue ;

— II b, où les rotors pivotent seuls par rapport au fuselage qui reste approximativement horizontal.



rotor monopale et propulsion par réaction d'un jet de gaz comprimé par le moteur et enflammé en bouts de pales et, pour son originalité, une solution de Monge où la même hélice, dont l'axe peut prendre deux positions à 90° l'une de l'autre, fournit le couple d'entraînement de la pale lorsque celle-ci tourne, et la force de traction de l'avion lorsque la pale sustentatrice est arrêtée.

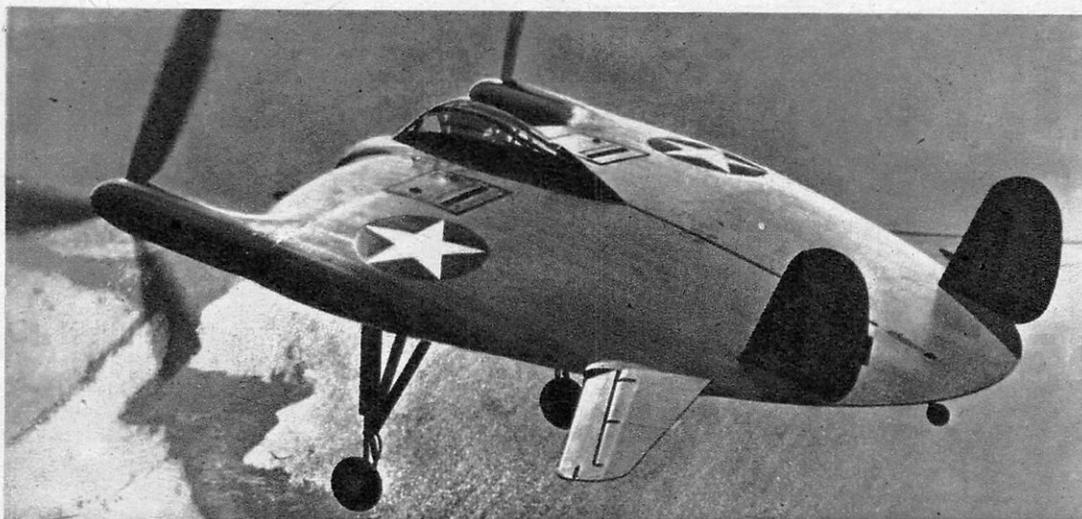
Parmi les I b, on doit indiquer le « Convertiplane » de Herrick, qui fit son premier vol en 1931, et dont de nouvelles versions sont étudiées encore en 1949; le HC-6D, avec un moteur de 300 ch pour un poids en charge de 1 600 kg, emporterait 4 personnes sur 630 km, avec une vitesse maximum de 340 km/h et un plafond de près de 6 000 m.

Dans la classe II, on distingue essentiellement deux sous-classes :

IIa) Où les rotors pivotent en même temps que le fuselage d'environ 90° entre le fonctionnement en hélicoptère et le fonctionnement en avion ;

IIb) Où les rotors pivotent seuls par rapport au fuselage, qui peut rester approximativement horizontal dans les deux cas.

La sous-classe IIa, qui est théoriquement la plus simple de réalisation et la plus légère, a donné lieu à de nombreux projets à hautes performances, et à quelques réalisations de Focke-Wulf, Young, Leonard et Zimmermann. On lui reproche, comme nous l'avons déjà dit, les difficultés de passage du vol en hélicoptère au vol en avion qui semble exiger une manœuvre acrobatique, l'embarquement du personnel et du matériel dans un fuselage vertical et son comportement au cours de cette manœuvre acroba-



La « **CRÊPE VOLANTE** » de Zimmermann (Chance-Vought XF5U — 1) avait été commandée par la Marine américaine comme chasseur embarqué. Le marché a

été résilié bien que les essais aient été satisfaisants. Sur la base de ces essais on a attribué un rôle à la Marine américaine dans l'affaire des soucoupes volantes.

tique, les risques d'atterrissage par vent fort ou sur terrain non aménagé d'un appareil à fuselage vertical dont la hauteur du centre de gravité est grande par rapport aux dimensions du polygone de sustentation. Les reproches étaient adressés en particulier à la « crêpe volante » de Zimmermann ; après étude approfondie sur modèle réduit au NACA, cet ingénieur affirme que, du point de vue aérodynamique du moins, ils n'étaient pas fondés.

La propulsion des appareils de cette sous-classe peut être obtenue par moteur à l'intérieur du fuselage et rotors tournant en sens inverse. Lorsque la propulsion est demandée à des statoréacteurs en bouts de pales, on n'a pas de couple à corriger et on peut donc se contenter d'un seul rotor.

La sous-classe IIb, si elle ne peut viser à des performances aussi élevées, ne pose aucun problème vraiment nouveau en dehors de la réalisation d'un propulseur ayant un rendement acceptable à la fois en rotor d'hélicoptère et en hélice d'avion. Elle a donné lieu à de nombreux projets de Blount, Le Page, Stuart, de Monge, etc. Ce sont les appareils qui diffèrent le moins de l'avion ordinaire. Par exemple, le convertible de Le Page ne se distingue d'un bimoteur que par l'emplacement en bouts d'ailes des fuseaux-moteurs et leur articulation leur permettant de présenter leur axe à l'horizontale ou à la verticale. Sur le projet de Monge, les deux hélices sont placées l'une à l'avant du fuselage, l'autre à l'arrière ; les extrémités du fuselage sont articulées pour que l'une puisse servir de voilure tournante supérieure, l'autre de voilure tournante inférieure.

Si l'on impose la descente, moteur coupé, en autorotation, la difficulté n'est pas dans les dimensions de l'appareil comparées à celles d'un avion ordinaire ; l'envergure d'un con-

vertible suivant la formule Le Page pourrait être réduite de près d'un tiers par rapport à celle des avions de transport de même poids, à voilure moyennement chargée, sans que la charge des rotors dépasse les valeurs admises sur hélicoptères. Mais la conciliation du rendement en hélice et en voilure tournante est malaisée.

La difficulté disparaît avec les moteurs légers actuels pour des rotors de diamètre moindre établis d'abord pour un rendement convenable en hélice, en acceptant au besoin un rendement faible comme voilure tournante. Mais si cette solution convient au décollage d'appareils de puissance surabondante, elle ne se prête pas à leur atterrissage en cas de panne de moteur.

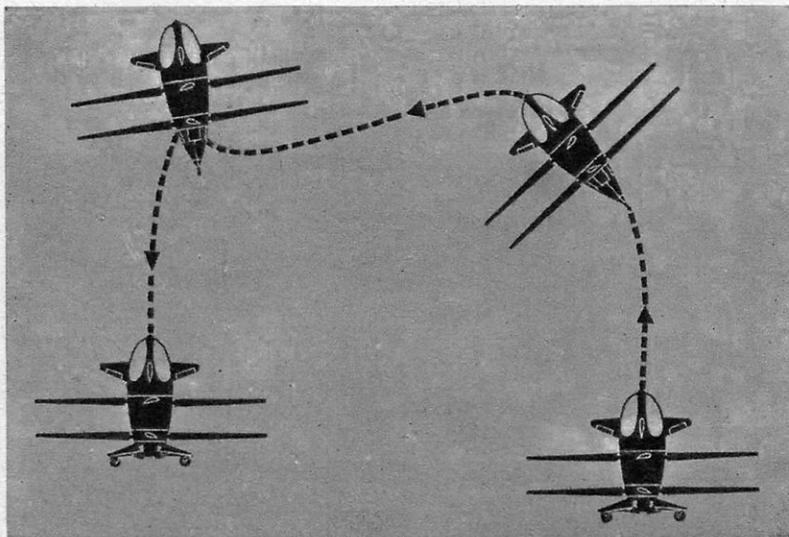
LES NOUVEAUX APPAREILS

Nous ne reviendrons pas sur l'historique de l'avion convertible depuis le premier vol en 1931 du « Convertiplane » de Herrick jusqu'aux récents congrès américains (1), et nous nous bornerons à indiquer les caractéristiques des derniers projets connus.

L'Hélicydne 7, construit par la Gyrodyne Co américaine, a fait son premier vol le 30 novembre 1949. C'est une adaptation pesant 3 450 kg du Bendix à rotors coaxiaux, complétés par deux « nageoires porteuses » sur lesquelles sont montés deux moteurs Lycoming de 375 ch entraînant chacun soit une hélice propulsive, soit un rotor. La surface portante fixe de 11 m² correspond à une charge alaire de 314 kg/m² : la charge est de 17,3 kg/m², rapportée à la surface balayée par les rotors de 15,9 m de diamètre. La vitesse maximum escomptée est de 260 km/h ;

(1) Voir « Science et Vie », septembre 1950.

● L'une des principales objections faites aux convertibles de la classe IIa est la nécessité de manœuvres acrobatiques pour l'atterrissage, comme le présente la figure ci-contre ; elles sont assez délicates puisqu'il s'agit d'un cabré suivi d'une « marche arrière ». Mais ce n'est pas la seule objection que l'on puisse faire : la position successivement verticale et horizontale n'est acceptable que pour un équipage assis sur sièges basculants, elle ne conviendrait pas pour les avions de transport. Enfin la stabilité lors de ces manœuvres pose de difficiles problèmes.



la vitesse de croisière de 206 à 240 km/h. La charge utile est de 1 340 kg, dont 910 kg de charge payante (10 passagers). L'Hélicyde 8, version agrandie de 11 300 kg en projet, doit dépasser 320 km/h ; il est destiné aux missions de cargo militaire et d'avion hôpital. On notera que sur l'Hélicyde la portance de l'aile est de 1 130 kg et celle du rotor de 2 320 kg à la vitesse de croisière maximum de 240 km/h ; l'appareil n'est donc pas un convertible « pur » où les vols en hélicoptère et en avion sont nettement séparés et c'est pourquoi on ne peut en attendre une vitesse élevée. Cependant, la vitesse de 250 km/h est pratiquement hors d'atteinte des hélicoptères purs et ne s'explique que par le passage d'une partie de la sustentation du rotor à la voilure fixe.

Le « Convertiplane » HC-6-D de Herrick est la dernière version étudiée par ce constructeur. C'est un appareil beaucoup plus petit que le précédent, conçu soit en biplace, soit en quadriplace. Suivant la formule initiale de Herrick, la voilure fixe est l'aile inférieure d'un biplan, dont l'aile supérieure forme voilure tournante et peut être calée transversalement pour le vol en avion. La vitesse maximum, au poids de 1 600 kg, était de 338 km/h avec un moteur de 300 ch, le plafond de 5 850 m, le rayon d'action de 635 km. En hélicoptère, la vitesse maximum est de 160 km/h, le plafond en vol stationnaire de 1 525 m, le plafond en vol horizontal de 4 575 m.

L'AVENIR DE L'AVION CONVERTIBLE

Les premières réalisations d'avions convertibles à hautes performances ne sont pas entrevues avant deux à trois ans, à l'issue du concours américain. On envisage les premières applications en appareils monoplaces

et biplaces, pouvant servir dans les missions de reconnaissance et de sauvetage.

Le deuxième stade devrait être celui des très nombreuses applications militaires aux missions de « transport d'assaut ». Les avions ordinaires, même étudiés pour des vitesses d'atterrissage et de décollage réduites, ne peuvent remplir qu'à moitié de nombreuses missions de transport d'intérêt primordial pour les armées. L'avion convertible est le moyen de transport militaire idéal, bien supérieur au camion ordinaire, à adhérence totale ou monté sur chenilles.

Les applications à des missions où l'on pourra courir quelques risques non admis sur avions ou hélicoptères ordinaires suivront. L'une des premières sera l'appareil non piloté ; on peut alors accepter que quelques-uns de ces convertibles non pilotés s'écrasent au sol à leur retour en cas de panne de moteur, si les performances que leur vaudra cette tolérance réduisent dans une proportion plus élevée le nombre de ceux qui seront détruits en combat.

Mais, comme chaque fois qu'on réussit un intercepteur de performances exceptionnelles, on voudra l'appliquer aux missions plus dangereuses encore de « pénétration ». Le convertible à voilure minimum, par son rendement élevé, s'y prête parfaitement. Pourquoi ne servirait-il pas au bombardement stratégique des grands centres, à l'attaque des flottes de guerre ou de commerce, à l'escorte des formations de bombardiers lourds ?

Peut-être alors trouvera-t-on quelque héros qui acceptera d'embarquer sur un engin sans voilure à 1 500 km/h, dont le turboréacteur à tuyère orientable sera évidemment incapable de le ramener au sol en cas d'avarie, plutôt que de piloter le chasseur classique à 1 050 km/h.

Camille ROUGERON.



BOMBARDIERS
A RÉACTION

STRATOSPHERE

10 000 mètres



INTERCEPTEURS
A HAUTE ALTITUDE

TROPOSPHERE

LA SPÉCIALISATION
DES AVIONS DE CHASSE

LES altitudes très grandes auxquelles les bombardiers modernes à réaction volent couramment posent de nouveaux problèmes à l'aviation de chasse. Au dessus de 15 000 m, les chasseurs actuels conçus pour évoluer dans l'air dense et agité des couches inférieures de l'atmosphère deviennent inutilisables. Dans l'air raréfié de la stratosphère ils perdent toute maniabilité et doivent laisser la place à des appareils plus légers et de surface portante plus grande. Plusieurs types de chasseurs devront donc être prévus selon les altitudes auxquelles ils seront destinés à intervenir.



INTERCEPTEUR
A BASSE
ALTITUDE

RADAR DE SURVEILLANCE ET DE GUIDAGE DES CHASSEURS



AUX VITESSES SONIQUES

LE COMBAT AÉRIEN est-il encore possible ?

LES combats aériens de Corée ont fait intervenir pour la première fois des avions à réaction. Le premier engagement entre chasseurs n'eut pas lieu, comme l'a fait connaître initialement la presse américaine, au-dessus du Yalou, le 13 décembre, entre MIG. 15 et Lockheed F-80 " Shooting Star " ; historiquement, il se place le 18 novembre 1950, entre des MIG. 15 et les Grumman F 9 F « Panther » du porte-avions **Leyte**. Deux MIG. 15 furent abattus.

Puis ce furent les 6 et 13 décembre, des combats entre des North American F-86 « Sabre » et des MIG. 15 qui tournèrent à l'avantage des « Sabre », et des combats avec des Republic F-84 « Thunderjet ». Ces derniers, bien que de vitesse moindre, intervinrent contre les MIG.15 avec non moins de succès. A noter que la plupart de ces engagements se sont déroulés à des altitudes inférieures à 7 000 mètres. Une question se pose donc : l'accès aux très hautes altitudes, supérieures à 12 000 mètres par exemple, rendra-t-il encore possible ces combats aériens déjà fugitifs aux vitesses actuelles ?

C'est la question classique : le bombardier peut-il échapper à la chasse ? Elle domine toute la stratégie aérienne. Quelles sont donc les conditions tactiques et techniques du combat aérien à haute altitude ? Le facteur humain le permettra-t-il, et dans quelles limites ? Quelles en seront les armes les plus adéquates ? Telles sont les questions auxquelles nous essaierons de donner une réponse. Il apparaît que, à très haute altitude et aux vitesses soniques, le combat aérien devient infiniment plus complexe et qu'il devra être presque entièrement mécanisé. Les pilotes devront être aidés par des appareils calculant automatiquement les éléments du tir, et qui relèvent de la « cybernétique ».

DE 1939 A 1945, LES DEUX TIERS DES AVIONS DÉTRUITS L'ONT ÉTÉ EN VOL

Il est devenu banal de parler de la « bataille aérienne », comme d'un épisode décisif d'un conflit. Or, bataille aérienne implique combats aériens. Ceux de la dernière guerre furent fréquents et nombreux. Le nombre impressionnant d'avions abattus en vol en témoigne.

Dans l'offensive aérienne alliée contre l'Allemagne, par exemple, on compte 57 400 avions allemands détruits, dont près des deux tiers en combat aérien, pour la perte de 40 500

avions alliés (22 500 bombardiers et 18 000 chasseurs d'escorte ou d'assaut). Dans les combats aériens livrés dans le ciel allemand, les pertes ont donc été sensiblement à égalité.

Dans le Pacifique, le rendement fut considérablement meilleur : 16 600 avions japonais abattus en vol pour la perte de 2 400 américains, soit 7 pour 1 (ceci grâce à la concentration supérieure permise par le porte-avions). Le rapport des avions abattus en combat aérien au nombre total d'avions détruits fut à peu près le même : deux tiers en vol et un tiers au sol.

Dans la dernière guerre, le problème de l'armement a dominé le combat aérien. La rencontre était toujours assurée par le radar qui détectait à temps les raids au-dessus du sol ou en mer. Les avions étaient dirigés par « phonie ». Les combats se livraient à moyenne altitude, et les engagements au-dessus de 6 000 mètres étaient assez rares. Les évolutions du chasseur par rapport au bombardier avaient lieu à vue. Le chasseur avait la supériorité du feu par la densité de son armement : 8 mitrailleuses de 7,7 mm en 1940, 6 de 12,7 mm ou 2 à 4 canons de 20 mm en 1945. Ainsi, pendant la dernière guerre, dans le duel du chasseur et du bombardier, le chasseur sut conserver l'avantage.

LE PROBLÈME DE L'ATTAQUE DU BOMBARDIER

A Dunkerque, par exemple, fin mai 1940, les Hawker « Hurricane » de la R.A.F. (8 mitrailleuses de 7,7 mm) abattirent en moyenne 3 à 4 « Stukas » (Ju-87) pour la perte d'un chasseur. Pendant la bataille de Grande-Bretagne, cette proportion tomba de moitié. En 1944, la chasse allemande eut la partie plus difficile dans l'attaque des formations serrées des Boeing B-17 « Fortress » américains, hérissés de mitrailleuses de 12,7 mm, lorsque ceux-ci furent escortés de chasseurs Republic P-47 « Thunderbolt » et North American P-51 « Mustang » à mitrailleuses lourdes. De janvier à octobre 1944, le taux des pertes de la Luftwaffe fut 1 chasseur perdu pour 1 avion allié abattu (bombardier ou chasseur d'escorte), ce qui est cher pour la chasse.

Avec l'avènement des Messerschmitt 262, bimoteurs à réaction armés de 4 canons de 30 mm, la situation fut redressée dans la proportion de 700 %. En février et mars 1945, la moyenne des destructions de bombardiers alliés en combat aérien fut de 7 pour 1 chasseur perdu. Le 7 avril 1945, un groupe de Me 262

descendit 25 bombardiers alliés au cours d'une seule attaque. De nouveaux chasseurs à réaction « Natter » et « Volksjaeger », armés de fusées de 55 mm, se préparaient à entrer en ligne lorsque le III^e Reich s'effondra. Si ces nouvelles armes avaient pu être mises en service plus tôt par la Luftwaffe, les pertes des bombardiers alliés en combat aérien eussent été catastrophiques, et la bataille aérienne d'Allemagne eût peut-être été renversée.

Le rendement du projectile de combat aérien est donc une leçon de la dernière guerre dans l'attaque du bombardier par la chasse.

D'après les statistiques, il fallait en moyenne compter, pour abattre un bombardier lourd quadrimoteur du type Boeing B-17 « Fortress » :

- 50 à 60 touchés de 12,7 mm ;
- 20 touchés avec des obus de 20 mm type Oerlikon F. F. ;
- 7 touchés avec des obus de 30 mm.

En 1943, le Colonel Gollob, de la Luftwaffe, chef des services de l'armement des avions, préconisa des projectiles capables d'abattre des bombardiers au moyen d'un seul impact. Il fit réaliser les canons de 50 mm et les fusées type R. 4. M. contenant 500 g d'explosif. Contre des bombardiers de 75 à 150 tonnes, il faudra prévoir des projectiles de grande puissance, permettant de réduire le nombre de « touchés », ce qui implique, pour le chasseur d'interception, un armement plus lourd que les quatre canons de 20 mm, encore en service actuellement dans la chasse alliée.

Mais le chasseur ne peut être uniquement armé pour l'attaque du bombardier. Il faut aussi compter, ainsi que l'a démontré la guerre de Corée, avec le combat aérien chasseurs contre chasseurs, et, dans ce cas, c'est le **débit** des armes qui compte plutôt que leur **calibre**.

LE COMBAT ENTRE CHASSEURS : CADENCE ET DÉBIT

Un avion à 300 m/s se déplace de 3 m en 1/100^e de seconde. Pour le toucher à coup sûr, il faudrait qu'il s'écoulât moins de 3 mètres entre chaque projectile d'une gerbe, ce qui correspondrait à une cadence de tir de 100 à 150 coups par seconde. Une telle cadence étant encore irréalisable, on y supplée en multipliant le nombre de tubes. Avec un canon tirant à la cadence relativement faible de 600 coups/minute, par exemple, soit 10 coups/seconde, à la vitesse initiale de 1 000 m/s, il faudrait plus de 10 à 15 tubes. Avec un seul canon tirant 15 coups/seconde, il faudrait 8 tubes.

En résumé, pour assurer un impact sûr, avec la première rafale, sur un avion de vitesse sonique, on peut estimer que la multiplication du nombre de tubes et l'accroissement de la cadence assurent par leur combinaison une densité de gerbe de 120 à 150 coups par seconde, ce qui en gros correspond à un montage de 8 à 10 tubes tirant chacun à la cadence de 15 coups/seconde. Ceci ne

peut être réalisé actuellement qu'avec de faibles calibres : 12,7 mm (mitrailleuse Browning) et 20 mm (canon Hispano-Suiza type 820 récemment réalisé).

La guerre de Corée a d'ailleurs montré l'avantage des faibles calibres à grand débit et de la multiplicité des tubes dans le combat entre chasseurs. L'armement des North American F-86 « Sabre » était de 6 mitrailleuses de 12,7 mm tandis que les MiG. 15 avaient comme arme principale un canon de 40 mm adapté à l'attaque des bombardiers.

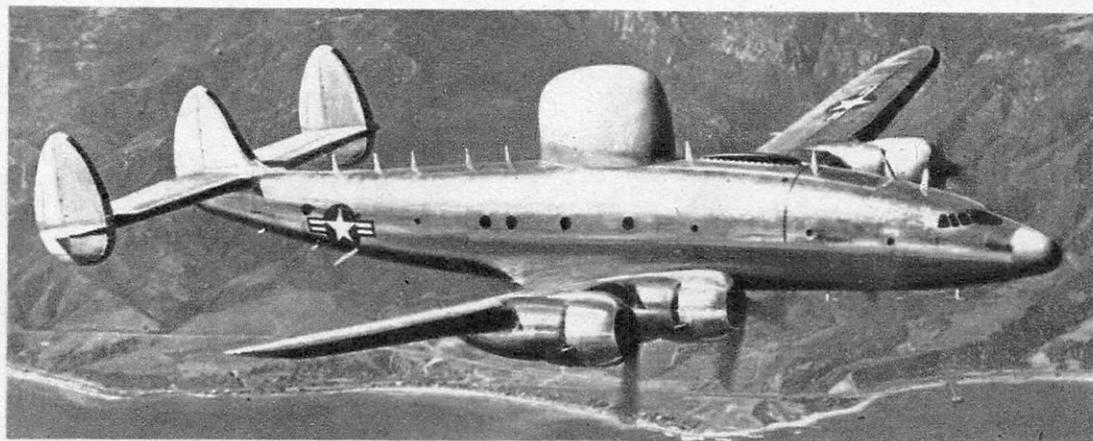
L'INTERCEPTION A HAUTE ALTITUDE

Le bombardier lourd est naturellement amené, pour échapper à la chasse, à se réfugier aux altitudes stratosphériques. Les Consolidated B-36 D de 150 tonnes et les Boeing B-47 « Stratojet » ont été prévus pour naviguer à l'altitude de 12 000 mètres. Sans doute le « jet-bomber », pour des raisons de consommation de combustible, devra en croisière adopter des vitesses subsoniques (700 km/h), mais il faut s'attendre à ce que les « Stratojet » puissent atteindre, pendant une courte période, des vitesses soniques leur permettant d'éviter la chasse. Comment se posera alors le problème de l'interception ?

D'abord, un fait est certain : même à ces vitesses et à ces altitudes, l'interception reste possible, grâce au radar. Les radars modernes installés à terre permettent en effet de détecter à des distances de 200 à 250 km, ce qui donne un délai de 16 minutes pour un avion volant à 900 km/h.

Théoriquement, le produit de la vitesse des bombardiers à une certaine altitude par la durée de montée des chasseurs en alerte au sol pour atteindre cette même altitude donne le recul nécessaire à l'interception. S'il faut 8 minutes pour grimper à 12 000 mètres, le chasseur a besoin d'un recul de 120 km pour intercepter à l'altitude de 12 000 m un bombardier volant à 900 km/h. C'est le cas des Mc Donnell « Banshee » de l'U.S. Navy.

Si les bombardiers allaient plus vite et montaient plus haut, il faudrait avoir recours à des avions « Early Warning » du genre de ceux en service dans la Marine américaine, lesquels, équipés d'un puissant radar, détectent les avions de beaucoup plus loin puisqu'ils « voient » bien au-delà de l'horizon limité des porte-avions. En outre, il faudrait accroître la vitesse ascensionnelle des chasseurs et réduire la durée de montée à quelque 5 minutes, ce qui est déjà le cas avec les Gloster « Meteor » équipés de turboréacteurs Rolls-Royce « Avon » à post-combustion. La grimpe à la verticale avait même été admise par les Allemands avec le chasseur « Natter ». Quoi qu'il en soit, avec les radars à portée accrue et les chasseurs d'interception à vitesse ascensionnelle élevée, le principe de l'interception reste possible. La difficulté de se rencontrer vient après.



● La portée limitée des radars de guet terrestre ne leur permet plus de signaler assez tôt l'arrivée des bombardiers stratosphériques. Pour y remédier, des stations radars volantes « Early Warning » tiendront l'air

en permanence pour surveiller une zone profonde en avant des stations terrestres qu'elles alerteront. On voit ici un quadrimoteur Lockheed « Constellation » au fuselage surmonté par le dôme d'un radar de guet.

MANŒVRABILITÉ A HAUTE ALTITUDE

Les possibilités de manœuvre des chasseurs sont réduites aux altitudes élevées, car, la vitesse du son étant moindre qu'au sol, les phénomènes de compressibilité apparaissent plus tôt. Près de son plafond, un chasseur de vitesse sonique voit sa marge de vitesse restreinte entre la vitesse du son (nombre de Mach critique) et la vitesse de décrochage. Plus un pilote vire serré, plus il doit augmenter l'angle d'attaque de sa voilure, c'est-à-dire se rapprocher de la perte de vitesse. Ses possibilités d'évolution en sont réduites, et ses virages doivent être élargis. Par exemple, à 14 000 m, un certain type de chasseur ne pourra effectuer des virages de moins de 4,5 km de rayon, sans risquer le décrochage. Avec un tel rayon de virage, le chasseur risque de perdre de vue son objectif, qui se déplace d'ailleurs à la vitesse de 12 à 15 km à la minute. Si le chasseur aperçoit le bombardier à une distance de 2 km sous l'angle de 45 degrés par l'avant et qu'il commence à virer pour venir en position d'attaque, le chasseur se trouve à 7 km du bombardier à la fin de son virage de 4 km de rayon, et l'aura peut-être perdu de vue. Si le chasseur veut virer plus serré pour ne pas perdre le bombardier, et essayer de pointer, l'accélération deviendra prohibitive et risquera de dépasser la valeur critique de 4 g. Plus le chasseur cherchera à pointer, plus l'accélération due au virage deviendra élevée. Plus il cherchera à se rapprocher pour tirer au cours de son virage, plus également l'accélération qu'il subira va s'accroître. Mais ce n'est pas tout. S'il rate sa présentation, il lui faudra effectuer un nouveau virage sur 7 minutes, pendant lesquelles le bombardier aura parcouru 90 km. La présentation ne doit donc pas être ratée. Si le bombardier se dérobe par un brusque virage, avec une accélération de 2 g par exemple, le chasseur, pour ne pas perdre de

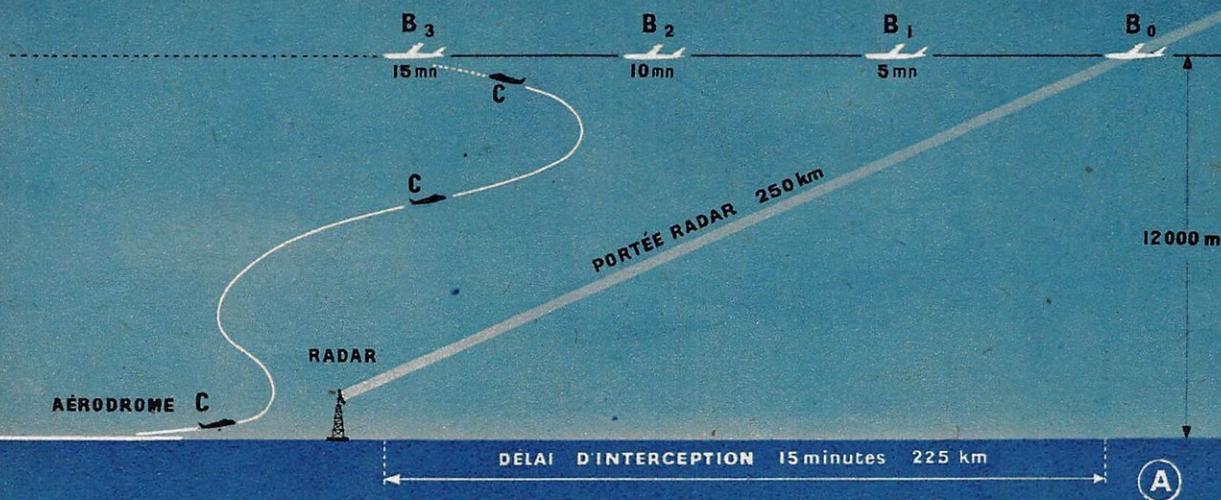
vue son objectif, devra effectuer un virage avec accélération de 5 g, dans le cas d'une attaque par l'arrière, et de 8 g dans le cas d'une attaque par l'avant.

Ces difficultés conduisent à réduire la charge au mètre carré des chasseurs d'interception destinés à opérer à haute altitude, à équiper les pilotes de vêtements anti-g, à commencer le virage à une distance accrue (4 km au lieu de 2 km) et enfin à utiliser des armes efficaces à plus grande distance (1 km au lieu de 500 m). La figure ci-après montre pourquoi il est préférable d'amorcer le virage à 4 km au lieu de 2 km. Or, dans la stratosphère, le ciel bleu-noir rend la visibilité très difficile et la limite à 2 ou 3 kilomètres au plus. Il faut donc remédier à la vue défailante par le radar.

L' « INTÉGRATEUR » DE VOL

En route inverse, avec des avions à vitesse sonique, les rapprochements s'effectuent à des vitesses atteignant le kilomètre à la seconde. Dans ces conditions, les avions de chasse doivent être entièrement guidés au radar, même pendant leurs évolutions. La route d'approche, le pointage et même le tir doivent être « mécanisés ». Tous ces problèmes, dont la solution était jusqu'ici abandonnée au pilote peuvent être aujourd'hui résolus mécaniquement par un **intégrateur de vol**, du type de celui réalisé par les ingénieurs de North American pour le F-86 « Sabre ».

En résumé, le développement du radar de bord comme des radars de surface permet le combat aérien des avions modernes. Sans les radars, sous toutes leurs formes, il ne serait plus possible depuis longtemps : il faut des radars à grande portée pour détecter les raids et guider la chasse en alerte, il faut un radar d'avion pour assurer l'approche sur l'objectif, il faudrait même un radar télémétrique pour le tir aux vitesses soniques.



L'intégrateur de vol combine les indications concernant l'azimut, la distance, les vitesses et les directions de vol, pour donner constamment le vecteur à suivre par le pilote. Bien plus, le même appareil pourra piloter l'avion en fonction de ce vecteur, le conduira en position d'attaque et, à l'instant calculé, lâchera les projectiles : fusées ou obus des canons de l'avion ; puis il assurera le déroboement du chasseur. Enfin, si c'est nécessaire, le pilote automatique peut être branché sur les radars de la base, pour assurer le retour et l'atterrissage de l'avion après sa mission d'interception.

Quoi qu'il en soit, le chasseur équipé d'un dispositif permettant l'approche dans le minimum de temps et avec le minimum d'évolutions, doit pouvoir tirer à la distance convenable d'efficacité, hors de portée de la défense adverse (1 000 mètres), avec le maximum de densité de feu, de manière à obtenir le « kill » du premier coup, sans avoir à recommencer la manœuvre. Ici, se pose le problème de l'armement.

CANONS DE GROS CALIBRE ?

Le canon donne une densité de feu, d'autant plus grande que les tubes sont plus nombreux et que la cadence de tir est plus élevée. Avec un canon de 20 mm Hispano-Suiza type 820, on atteint des cadences de 900 à 1 000 coups/minute, soit de l'ordre de 15 à 17 coups/seconde. Avec 8 tubes, on réalisera une gerbe de 120 à 130 coups/seconde.

Avec un canon de 30 mm, si l'on voulait maintenir la même cadence, il faudrait, dans l'état actuel, diviser par deux la vitesse initiale (ramenée de 1 000 à 500 m/s environ), ou, inversement, il faudrait diviser par trois la cadence pour maintenir une vitesse initiale supérieure à 850 m/s. Or la vitesse initiale assure la rigidité de la trajectoire, c'est-à-dire permet le tir précis à une distance

accrue. D'autre part, l'accroissement de la distance de tir permet, pour le chasseur, de réduire les accélérations dans les manœuvres de présentation et de visée.

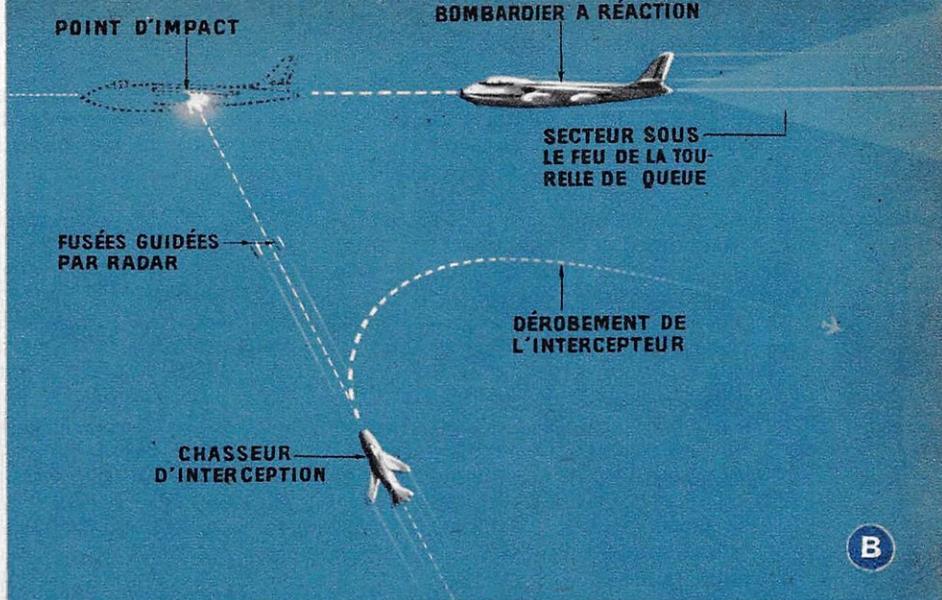
En contre-partie, le calibre donne la puissance unitaire de destruction. Contre les 5 à 9 g d'explosif que contient un projectile de 20 mm, le calibre de 30 donne 20 à 35 g, soit le triple, et avec le calibre de 55 mm, on arrive à des obus contenant 400 g d'explosif. Le colonel Gollob, de la Luftwaffe, avait calculé qu'un poids d'explosif de 420 à 500 grammes était nécessaire pour obtenir un résultat décisif, avec un seul impact, sur un bombardier lourd. Le calcul du poids comparé des installations montre que 6 tubes de 20 mm équivalent à un tube de 55 mm. Si l'on voulait multiplier le nombre de tubes de 55 mm, les devis de poids deviendraient prohibitifs. Aussi, a-t-on eu l'idée de recourir à la fusée, de préférence aux canons, dès que l'on dépasse un certain calibre.

CANONS OU FUSÉES ?

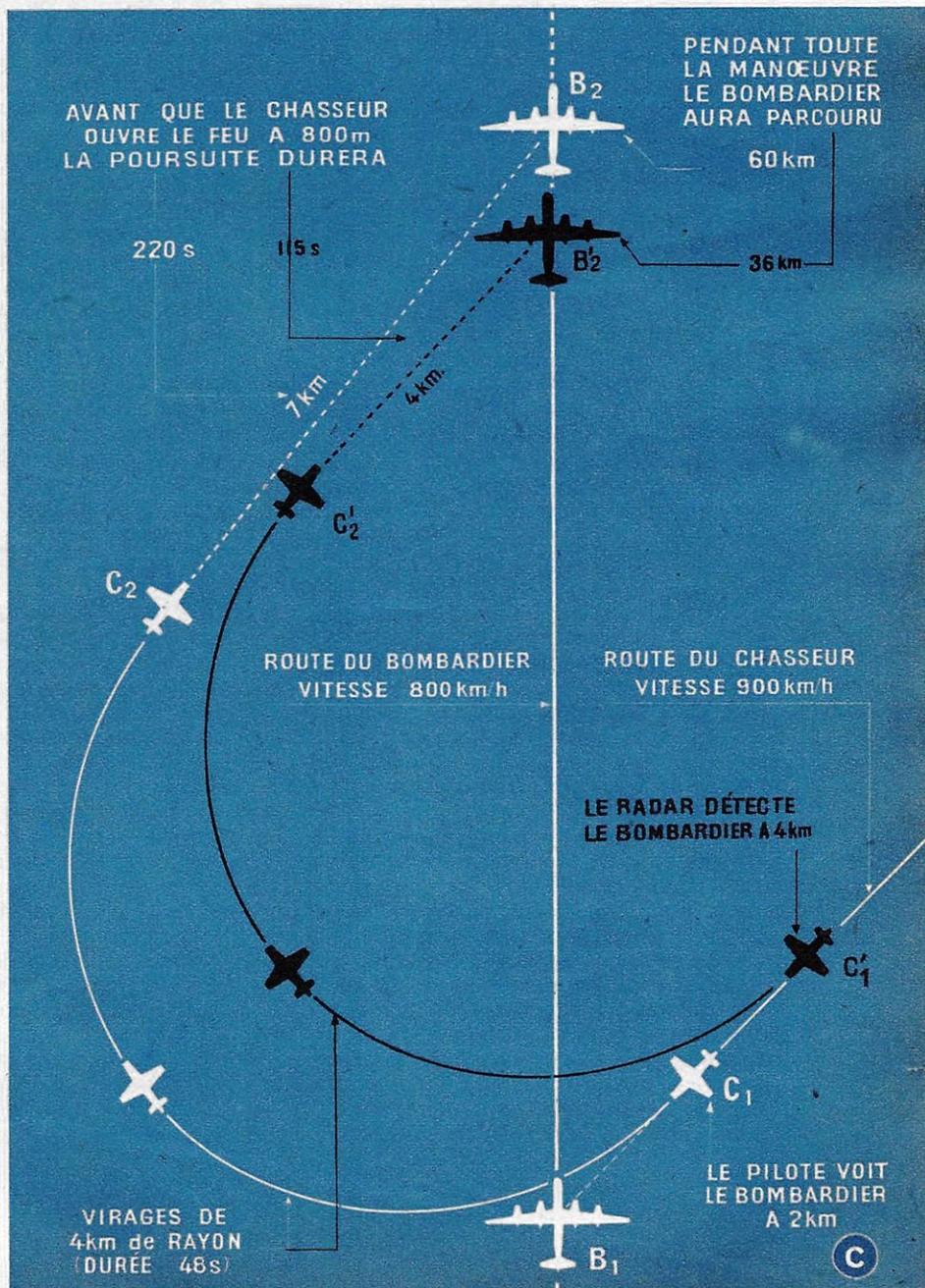
C'est le lieutenant de vaisseau Le Prieur, de la Marine française, qui, le premier, eut l'idée d'employer des fusées en combat aérien. Ses fusées, montées sur les mâts d'un biplan Sopwith servirent à abattre des « Drachen » (ballons captifs allemands) et même un Zeppelin en 1915. Mais l'imprécision de leur trajectoire empêche de les employer au combat d'avion contre avion.

Rappelons qu'en 1943, les Allemands cherchèrent à armer de fusées des avions de chasse lourds (tels les Ju-88), pour attaquer les quadrimoteurs de bombardement stratégique américains, les Boeing B-17 « Fortress » à l'époque. Ces premières fusées furent employées lors de la bataille aérienne de Schweinfurt, le 14 octobre 1943. Après des essais infructueux d'une bombe volante Henschell

A Voici quel serait le minutage de l'interception d'un bombardier rapide (vitesse 900 km/h), volant à 12 000 mètres d'altitude, par un chasseur de vitesse ascensionnelle égale à 25 m/s. Il faut environ 5 minutes pour détecter l'avion quand il arrive à portée des radars, l'identifier, repérer sa route, calculer sa vitesse et son altitude, alerter et faire décoller la chasse. Il faut ensuite 8 mn pour que le chasseur monte à l'altitude du bombardier, et 2 mn pour l'approche et l'attaque. Pendant ces 15 mn le bombardier parcourt 225 km. La portée des stations terrestres de radar est de 250 km environ, d'où l'intérêt des avions « Early Warning ».



B Il y a quelques années, avant l'avènement du turboréacteur, les avions de chasse étaient tellement plus rapides que les bombardiers qu'ils pouvaient manœuvrer autour d'eux pour les attaquer plus efficacement. Contre les bombardiers rapides actuels le chasseur ne peut effectuer qu'une seule attaque, et il doit autant que possible éviter la zone battue par le feu des tourelles de queue. Le chasseur ci-contre lance à une distance de 1 000 m une fusée radioguidée à la rencontre du bombardier, puis il exécute une manœuvre de déroboement pour soustraire son appareil aux effets de l'explosion.



C Dans l'air raréfié de la stratosphère, le ciel est bleu-noir et les objets sont vus de moins loin sur ce fond : un bombardier est aperçu par un chasseur à 2 km. Si l'on suppose qu'il fait route suivant une direction à 45° sur celle du bombardier volant à 800 km/h, le chasseur (900 km/h) se trouvera, à la sortie de son virage, en retard de 7 km sur son but. Il lui faudra 220 s pour le rattraper, et pendant ce temps le bombardier parcourra 60 km. Si, grâce à un radar, le bombardier est repéré plus tôt, et que le virage commence à 4 km, le retard du chasseur après son virage sera de 4 km, la poursuite durera alors 115 s et la distance parcourue sera seulement 36 km.

B

C

298, pesant 98 kg et destinée à être radioguidée jusqu'à une distance de 2 000 mètres, la Luftwaffe revint au canon avec le calibre de 30 mm. Puis, en 1944, elle réalisa la fusée X-4 à combustible liquide, d'une vitesse subsonique de 1 000 km/h (275 m/s) et dont la télécommande était tout simplement réalisée par deux fils électriques que la fusée déroulait derrière elle à partir de l'avion lanceur. Cette fusée de calibre 210 mm pouvait être montée sur un chasseur Focke-Wulf 190.

Enfin, en 1945, la technique allemande réalisa une fusée tout à fait remarquable, de vitesse supersonique (540 m/s) : la fusée R4-M, pesant 4 kg, dont le projectile pesait 2,6 kg et contenait 500 grammes d'explosif. Cette fusée était susceptible d'être lancée dans un simple tube lisse à la cadence de 9 coups par seconde.

Au printemps 1945 étaient en essai, dans la Luftwaffe, des canons MK 214 de 50 mm et MK 112 de 55 mm, ce dernier tirant des projectiles de 1,45 kg à la cadence de 5 coups/seconde, à une vitesse initiale de 590 m/s.

Il résulte de la comparaison avec le canon de 20 mm Hispano, que le projectile-canon de 55 mm :

- est 12 fois plus lourd ;
- contient 40 fois plus d'explosif ;
- tire à une cadence 3 fois moindre et à une vitesse initiale inférieure de 50 % ;
- l'installation pèse 6 fois plus.

le projectile-fusée de 55 mm :

- est 18 fois plus lourd ;
- contient 50 fois plus d'explosif ;
- tire à une cadence et à une vitesse initiale inférieures de 60 % ;
- l'installation pèse 3,5 fois plus.

En résumé, il apparaît que jusqu'au calibre de 50 mm, le canon est plus avantageux que la fusée. A partir du calibre 50 mm la fusée est préférable.

C'est ce qu'a estimé la Marine américaine en réalisant les « Mighty Mouse », fusées de 70 mm.

LES AMORÇAGES DE PROXIMITÉ

L'emploi en combat aérien d'amorçages de proximité (proximity fuse) ne serait intéressant qu'avec de gros projectiles, du calibre de 90 à 100 mm, ce qui ne peut évidemment être réalisé qu'avec des projectiles fusées (le calibre de la fusée allemande R4M (de 55 mm) et même celui de la « Mighty Mouse » américaine (de 70 mm) sont trop faibles pour que la « proximity fuse » soit efficace). Avec un projectile de 94 mm, l'explosif produit une sphère d'efficacité (sphère « létale ») de 18 mètres de diamètre. Avec des projectiles plus petits, la sphère d'efficacité deviendrait si faible que l'on ne gagnerait pratiquement rien à le faire éclater par influence à proximité de l'ennemi. Seul l'impact direct paie pour les petits obus. L'amorçage de proximité n'offre donc pas

d'intérêt tactique en combat aérien, sauf si on a recours à des projectiles-fusées de 100 mm, pesant quelque 10 kg et contenant au moins 1 à 2 kg d'explosif.

LES « MIGHTY MOUSE »

L'existence de cette fusée de combat aérien « Mighty Mouse » a été révélée il y a un an (7 février 1950). Cette fusée de calibre 70 mm peut se monter sous les ailes. Elle est munie d'ailettes escamotables qui sortent de leur logement au lancement. Le poids de l'installation est vraisemblablement de l'ordre de 1 tonne (avec 60 coups). Réalisée par la Marine, la « Mighty Mouse », a été adoptée par l'U. S. Air Force. Le « Sabre » F-86 D peut tirer d'une seule bordée 24 « Mighty Mouse ».

En résumé, il faut au chasseur moderne des armes de cadence élevée, d'une rigidité de trajectoire permettant la précision du tir à une distance de 1 000 mètres, et d'un calibre permettant l'efficacité.

Pour le combat aérien entre chasseurs, le canon reste le plus avantageux parce que plus précis. Le calibre de 20 mm peut convenir, à condition de disposer d'au moins 8 tubes, de manière à pouvoir lâcher en même temps, des gerbes de 120 coups/seconde.

Le calibre de 30 mm, avec 4 tubes, conviendrait pour les attaques de bombardiers moyens à vitesses soniques.

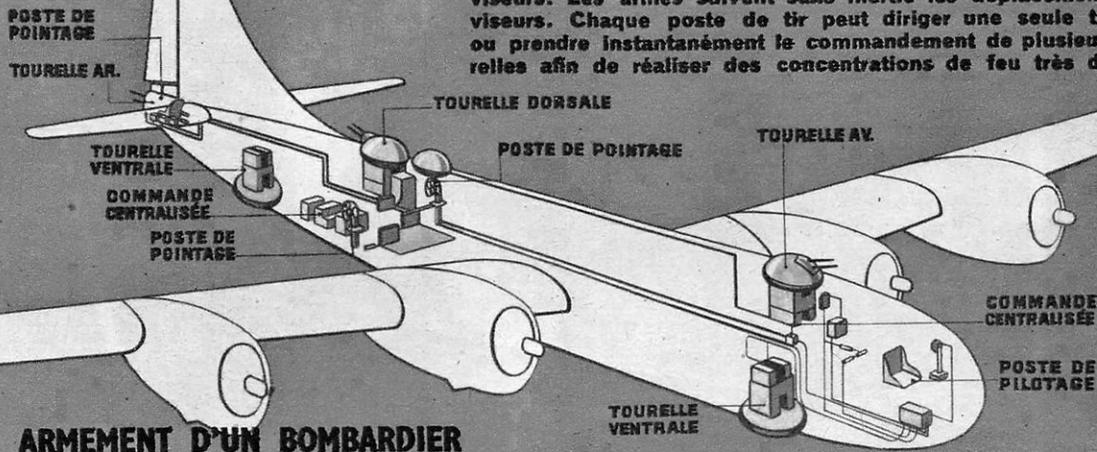
Les fusées paraissent mieux adaptées au tir sur avions lourds : fusées de 70 mm par exemple, la densité des gerbes restant assurée par la multiplicité des fusées tirées en même temps. Ainsi, l'avion de chasse-canon et l'avion de chasse-fusée se complètent plutôt qu'ils ne se remplacent.

LA DÉFENSE DU BOMBARDIER LOURD EST-ELLE POSSIBLE PAR LE FEU ?

Devant les progrès de l'armement du chasseur, les partisans des bombardiers ont pris les devants, et l'on voit, dans l'U. S. Air Force, le fameux hexamoteur Consolidated B-36 de 150 tonnes se hérissier de 18 canons de 20 mm disposés en tourelles doubles et en tourelles quadruples. Les bombardiers seraient en outre dotés de radars d'alerte, d'identification et de tir. Véritable avion de bataille tel que le concevait le général italien Douhet, le B-36 compte éloigner les chasseurs par la densité de son feu autant que par sa recherche des altitudes de vol les plus élevées.

Une des principales discussions de la Commission Vinson, aux Etats-Unis, réunie pour s'éclairer sur le conflit Air-Marine de 1949, a porté sur ce que la Navy avait proposé un combat simulé à l'altitude de 12 000 mètres entre les B-36 de l'Air Force et ses chasseurs de porte-avions Mc Donnell « Banshee », dont le plafond pratique dépasse 16 000

Les mitrailleuses du bombardier Boeing B-29 « Superfortress » sont télécommandées. Trois pointeurs observent l'espace à l'aide de viseurs. Les armes suivent sans inertie les déplacements des viseurs. Chaque poste de tir peut diriger une seule tourelle ou prendre instantanément le commandement de plusieurs tourelles afin de réaliser des concentrations de feu très denses.



ARMEMENT D'UN BOMBARDIER

mètres. L'Air Force avait refusé ce défi.

A-t-on été amené, à la suite de cette controverse à modifier les performances des B-36 ou à limiter leur production ? En octobre 1949, on apprenait que l'Armée de l'Air américaine bornerait à 154 unités sa commande de B-36, dont les premières versions étaient probablement jugées trop lentes (550 km/h). L'Air Force donnait alors sa préférence à des avions moins lourds et plus rapides, les Boeing B-50 D de 65 tonnes et de 640 km/h, commandés à 222 exemplaires, en attendant la sortie d'une centaine de bombardiers à turbo-réacteurs type Boeing B-47 de 60 tonnes et de 950 km/h. En même temps, l'U. S. Air Force poussait la mise au point du B-57, successeur désigné du B-36, bombardier de vitesse sonique, mais dont l'entrée en service n'est pas escomptée avant 1955. En attendant, le B-36 était entièrement redessiné dans une nouvelle version type E, doté d'ailes en flèche et de turbo-réacteurs d'appoint pour lui permettre d'atteindre une vitesse voisine de 700 km/h à 15 000 m. On espère que les chasseurs n'auront pas un délai suffisant pour grimper et intervenir à une telle altitude.

Le B-36 a cherché, lui aussi, à se défendre au moyen de projectiles fusées. Il s'agit de fusées Hughes pesant 35 kg, d'une vitesse de 2 500 km/h et d'une portée de 20 à 30 km. Ces fusées seraient lancées par le B-36 à la limite de portée du radar, sur l'écho donné par un chasseur et même seraient attirées par le chasseur lui-même. Dans l'avenir, le combat entre chasseur et bombardier se réglerait à coups de fusées.

CHASSEURS D'ESCORTE RAVITAILLÉS EN VOL

Enfin, il est prévu de faire accompagner les anciens bombardiers B-36 de chasseurs d'escorte transportés par le bombardier lui-même ou remorqués par lui, en les ravitaillant.

L'essai d'un chasseur parasite enfermé dans le fuselage du B-36, le petit Mc Donnell « Goblin » F-85 à ailes rétrécies, n'a pas

donné de résultats positifs. Une meilleure solution serait d'accrocher tout simplement sous les ailes du B-36 des chasseurs standard type Republic F-84 « Thunderjet », et d'en faire remorquer d'autres par un B-29 citerne avec un tuyau d'essence de ravitaillement en vol — ainsi que le figurait récemment un magazine américain.

À la course à l'altitude du bombardier, le chasseur répond d'abord en accélérant sa vitesse ascensionnelle. Au début de 1950, un « Meteor » britannique équipé de 2 turbo-réacteurs Rolls-Royce « Avon » a pu grimper à l'altitude de 13 000 mètres en quelque 4 minutes.

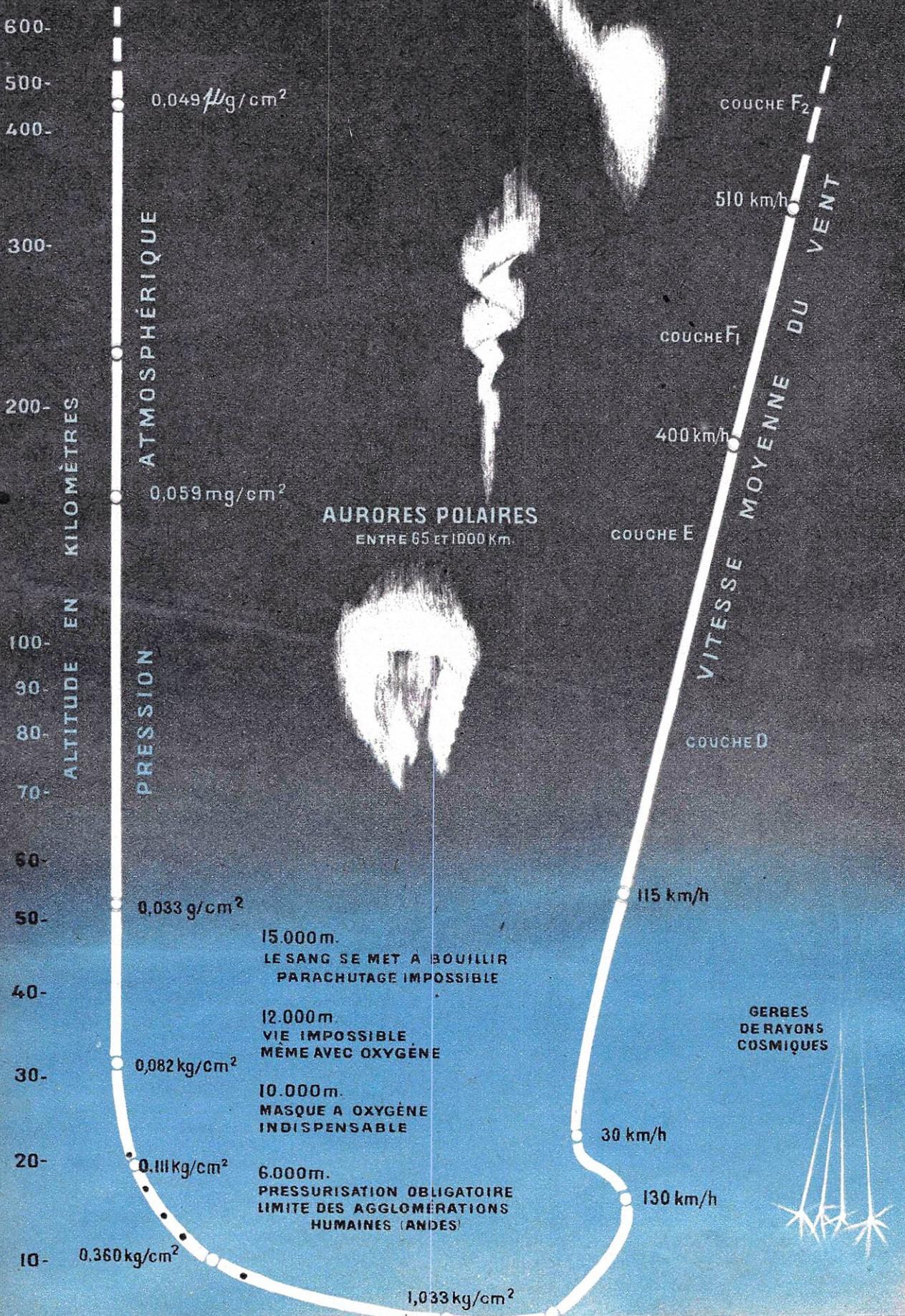
LES LIMITES PHYSIOLOGIQUES

Le combat aérien ne pourrait avoir lieu à haute altitude qu'avec une suffisante protection humaine par « pressurisation ». Un défaut d'étanchéité de la cabine serait catastrophique.

À l'altitude de 16 500 mètres, par exemple, la dépression serait telle pour le corps humain que les gaz et la vapeur d'eau se trouvant dans les tissus gonfleraient la peau comme un ballon. À l'altitude de 19 000 mètres, le sang se mettrait à bouillir à la température normale du corps humain de 37°C. Il faut donc compter qu'un pilote ne pourrait plus être éjecté en parachute à partir de l'altitude de 15 000 mètres, car il ne survivrait pas.

Aux altitudes supérieures à 16 000 mètres, un simple impact de projectile sur la cabine d'un bombardier condamnerait à mort l'équipage. Ces conditions physiologiques interdiront sans doute le combat aérien à des altitudes supérieures à 15 000-16 000 mètres, à moins de recourir à des cabines blindées pour le personnel — comme dans les engins imaginés pour la navigation interplanétaire — et de prévoir en outre une protection efficace contre les rayons ultraviolets et cosmiques.

Pour éviter d'engager directement le combat dans la stratosphère, une idée britannique est l'intercepteur supersonique conduisant des fusées satellites. Ce chasseur à réac-



600-
500-
400-
300-
200-
100-
90-
80-
70-
60-
50-
40-
30-
20-
10-

ALTITUDE EN KILOMÈTRES

ATMOSPHERIQUE

PRESSION

0,049 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

0,059 mg/cm^2

0,033 g/cm^2

0,082 kg/cm^2

0,111 kg/cm^2

0,360 kg/cm^2

1,033 kg/cm^2

AUROSORES POLAIRES
ENTRE 65 ET 1000 Km.

- 15.000 m.
LE SANG SE MET A BOUILLIR
PARACHUTAGE IMPOSSIBLE
- 12.000 m.
VIE IMPOSSIBLE,
MEME AVEC OXYGENE
- 10.000 m.
MASQUE A OXYGENE
INDISPENSABLE
- 6.000 m.
PRESSURISATION OBLIGATOIRE
LIMITE DES AGGLOMERATIONS
HUMAINES (ANDES)

COUCHE F₂

510 km/h

COUCHE F₁

400 km/h

COUCHE E

COUCHE D

VITESSE MOYENNE DU VENT

115 km/h

30 km/h

130 km/h

GERBES
DE RAYONS
COSMIQUES



CONTACT AVEC LA LUNE
(DISTANCE 386.000 km.)
ÉTABLI PAR RADAR

FUSÉE
WAC CORPORAL B

400 km.

V2

180 km.

TRAJECTOIRE DES
MÉTÉORITES
(ÉTUDIÉES PAR RADAR)

BALLONS SONDE
40.000m.

OBUS ANTI-AÉRIENS
34.000m.

BALLON OCCUPÉ
(ANDERSEN ET STEVENS)
19.000m.

AVION (CUNNINGHAM)
18.119 m.

PLANEUR
(WILLIAMS IBANS)
12.832m.

MT EVEREST

CERF-VOLANT 9000m

ANAPURNA (HERZOG)
8075m.

FOUDRE

LA HAUTE ATMOSPHÈRE

La connaissance des propriétés de la haute atmosphère terrestre est très importante à la fois pour l'aviation, la météorologie et la radio, et aussi pour la science pure. C'est pourquoi son exploration a été tout particulièrement poussée au cours des vingt dernières années au moyen de ballons montés, de ballons-sondes, puis de fusées du genre V-2, et enfin au delà par le radar qui enregistre des échos sur les météorites, sur les couches ionisées et même sur la lune. Pour l'aviateur, les altitudes de 15 000 à 16 000 mètres semblent une limite qu'on n'aura pas intérêt à dépasser d'ici longtemps, sauf pour des buts militaires. Elles posent déjà des problèmes délicats (rétablissement de la pression, maniabilité, etc...). Au delà, on ne peut plus guère envisager que la propulsion par fusée. De nouveaux problèmes se poseront : refroidissement de la cabine, protection contre les ultraviolets et les gerbes cosmiques. Pendant longtemps, ces engins seront montés par des robots et serviront surtout à des fins scientifiques ou militaires.

TEMPÉRATURE EN DEGRÉS (JUSQU'À 2200° A 650 km)
VITESSE DU SON EN km/h
AU DELÀ LA TRANSMISSION DU SON
NE S'EFFECTUE PLUS

33°

1126

NUÉES
LUMINESCENTES

+75°

1371

NUAGES NACRÉS

-55°

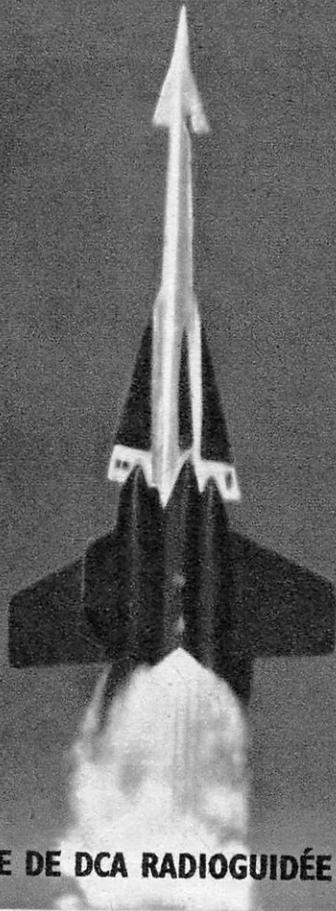
1065

CIRRUS

CUMULUS

+15°

1225



FUSÉE DE DCA RADIOGUIDÉE "NIKE"

tion serait catapulté en position verticale encadré de 4 ou 8 fusées satellites, ne portant pas de pilotes. L'avion piloté se tiendrait au centre du groupement et conduirait l'ensemble sur les objectifs.

Une autre solution serait l'emploi d'engins fusées sol-air téléguidés à partir du sol.

On voit que les possibilités de la défense aérienne sont loin d'être épuisées. Que deviendra la tactique des bombardiers? Doit-on en conclure comme le Dr Vannevar Bush que les jours du bombardier stratégique opérant en masse sont comptés?

Pour accompagner les armadas de bombardiers, des avions de brouillage radar sont préconisés par le major Alexander de Seversky, dans un nouveau livre **Air Power, Key to Survival** (1950). La Marine américaine a déjà expérimenté la question en transformant un quadrimoteur « Constellation » en véritable laboratoire radar volant.

Des avions de gros tonnage équipés spécialement en radars accompagneraient ainsi les flottes de bombardiers de l'avenir dans le but de :

— donner l'alerte avec précision, dresser au sein de la formation le tableau de la situation aérienne et conduire la chasse d'escorte au combat contre la chasse d'interception ;

— brouiller les radars au sol du territoire ennemi survolé.

LA BATAILLE POUR LA SUPÉRIORITÉ ÉLECTRONIQUE

Selon Seversky, la lutte des radars deviendra aussi vive que le combat aérien lui-même et la supériorité électronique conditionnera l'issue de la bataille aérienne.

Comme l'avion de gros tonnage peut être mieux équipé en radars que l'avion léger, Seversky en conclut que l'avion de bataille à la Douhet a, cette fois, définitivement acquis la supériorité sur l'avion de chasse. Ces vues sont-elles prématurées? On peut admettre que la chasse d'interception basée au sol ou sur porte-avions dispose d'installations radar à terre ou sur navires qui seront encore plus puissantes que celles montées sur les avions de gros tonnage.

La Marine Américaine a combiné les installations radar des porte-avions et des avions embarqués en créant des avions radar spécialisés dits « Early Warning » qui suppléent et complètent les installations radar des navires. Ainsi, la guerre électronique sur mer apporte au navire porte-avions moderne une nouvelle justification.

CONCLUSIONS

Quoi qu'il en soit, il apparaît en 1951 que :

1° le combat aérien reste possible, au-dessus de la terre comme au-dessus de la mer, parce que l'interception reste possible malgré les vitesses accrues des avions, grâce aux progrès électroniques des installations radar terrestres ou de navires et des radars d'avions ;

2° La cinématique du combat aérien aux vitesses soniques et supersoniques sera résolue par l'automatisme des « intégrateurs de vol » des avions de chasse ;

3° La fusée tirée des avions de chasse permettra une puissance de feu unitaire supérieure au canon pour l'attaque du bombardier ;

4° Le canon à grand débit et multitube reste valable pour le combat chasseurs contre chasseurs ;

5° Les formations de bombardiers se défendront non seulement par la densité de leur feu, mais aussi en se faisant escorter par des avions-radars de conduite de la chasse et de brouillage électronique ; une bataille électronique se superposera à la bataille aérienne dans la guerre aérienne stratégique ;

6° Aux altitudes très élevées, en raison des difficultés de manoeuvre, les rencontres deviendront toutefois plus rares et plus fugitives, mais le combat aérien mécanisé y restera possible ;

7° La limite en altitude résultera des conditions physiologiques de l'homme qui lui interdiront de combattre au-dessus de 16 000 mètres. Au-dessus de 16 000 mètres, ce sera sans doute exclusivement le combat des robots.

Pierre Belleruche.

L'ÉJECTION DES PILOTES

LE problème de la « sortie de secours » s'est posé dès les premiers temps de l'aviation : le saut en parachute qu'effectue un pilote est en soi une opération assez simple ; la principale difficulté réside dans l'évacuation même de l'appareil.

Dans les débuts, il suffisait généralement d'enjamber la carlingue ; mais déjà au cours de la guerre de 1914 on se demanda si le pilote d'un avion endommagé en combat aérien pouvait s'en dégager dans les positions de vol les plus anormales, telles que la vrille ou le virage serré. Les essais effectués par le Royal Flying Corps britannique montrèrent que ces préoccupations étaient injustifiées.

La première difficulté réelle surgit lorsqu'apparut l'hélice propulsive. Placée à l'arrière du fuselage, elle constituait un grave danger pour le pilote dont elle risquait toujours d'endommager le parachute. Il fallut adopter un système permettant de la larguer juste avant le saut.

Lorsque les premiers avions à réaction portèrent la vitesse de vol au-delà de 700 km/h, en éjectant vers l'arrière, à 600 m/s environ, des gaz à 600°C, l'évacuation de l'appareil s'avéra impossible par simple saut en parachute.

La résistance de l'air crée autour du fuselage, par suite du vent relatif, une sorte de manchon difficilement franchissable ; le pilote, malgré un saut vers l'avant, risque, brutalement freiné, de heurter les empennages ; enfin, le brusque contact avec l'air à grande vitesse peut provoquer des accidents physiologiques redoutables : dilatation des poumons, blessures aux yeux malgré la protection des paupières, etc.

C'est alors qu'on eut l'idée, pour éliminer les deux premières difficultés, d'éjecter le pilote avec son siège hors de la cabine, avec une vitesse ascensionnelle suffisante pour qu'il passe au-dessus des empennages.

LE PROBLÈME DES ACCÉLÉRATIONS

La vitesse d'éjection doit être d'autant plus grande que la vitesse du vol est plus élevée. S'il s'agit, par exemple, d'un avion volant à 800 km/h, c'est-à-dire 220 m/s, il faut imprimer au siège une vitesse relative de 20 m/s sur un trajet extrêmement court, de l'ordre de 1 m pour les appareils monoplaces. Le pilote sera soumis pendant 1/10 de seconde environ à une accélération moyenne de l'ordre de

20 fois celle de la pesanteur. Or, si la vitesse en elle-même n'a pas d'action sur l'organisme humain, il en va différemment des accélérations dont les effets peuvent être funestes et aller jusqu'à des lésions de la colonne vertébrale.

Il s'agissait donc de vérifier si l'éjection du pilote, séduisante en théorie, était pratiquement utilisable.

Les premières expériences furent effectuées vers 1943 en Allemagne, puis, à la fin de 1944, en Grande-Bretagne, par la Martin Baker Aircraft Co., dont les études théoriques remontaient d'ailleurs à 1940.

L'obtention d'une accélération progressive présentait quelque difficulté. La combustion d'une seule cartouche de poudre communiquait en effet au siège une accélération brutale, dépassant la limite de résistance du pilote. Il fallut diviser la charge en deux et les résultats furent alors jugés satisfaisants. Les essais pratiqués sur Gloster « Meteor » biplaces à plus de 800 km/h indiquèrent que le siège Martin Baker atteignait une vitesse de 18 m/s sans dépasser une accélération de 18,75 g, parfaitement supportable.

En 1946, la Suède fut amenée à étudier la question pour permettre l'évacuation en vol de son chasseur SAAB-J-21 à hélices propulsives. Elle mit au point un siège éjectable d'un principe analogue à celui de Martin Baker.

A leur tour, les Etats-Unis s'intéressèrent au problème de l'éjection à grande vitesse. La Marine américaine mit au point un siège qui, aux essais, se révéla peu pratique. Il était soumis à une accélération brutale qui, non seulement présentait des inconvénients pour le pilote, mais encore, beaucoup moins efficace que celle du siège Martin Baker, ne lui fournissait qu'une vitesse d'éjection de 9 m/s au lieu de 26 m/s. Aussi décida-t-on la construction sous licence du dispositif britannique qui devait, par la suite, être adopté par un grand nombre de pays : Australie, Canada, Argentine, France, partout où volent des avions à réaction.

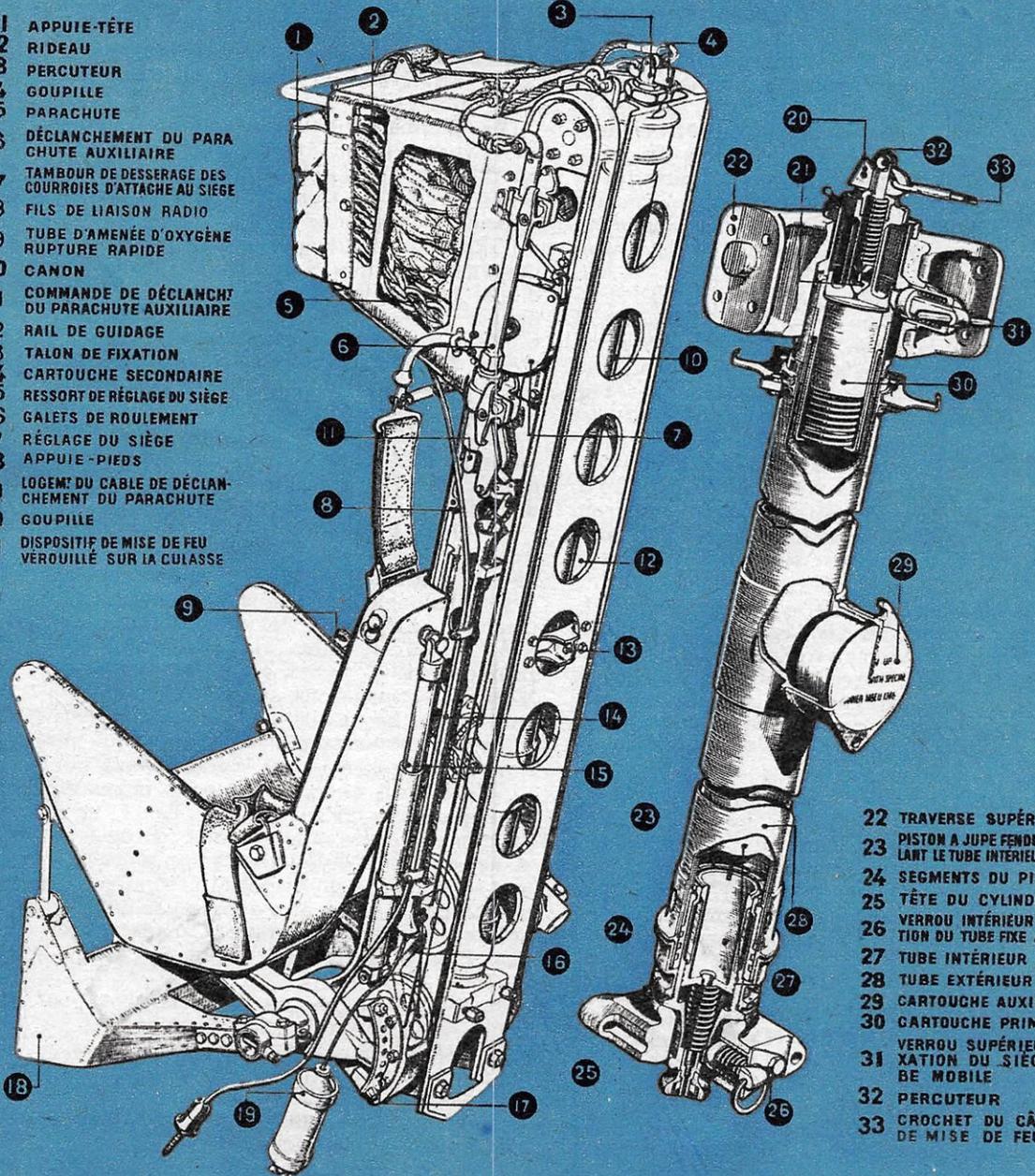
Mais les Etats-Unis ne se tinrent pas pour battus. Poursuivant méthodiquement les recherches, plusieurs constructeurs ont réalisé des dispositifs d'éjection qui se sont avérés parfaitement satisfaisants aux essais et qui concurrencent maintenant sur les appareils américains la production britannique.

Il y a quelques mois, la France effectuait ses premiers essais de siège catapultable avec un dispositif mis au point par la SNCASO, d'un principe analogue à celui du siège Martin Baker.

● Les différentes phases de l'éjection en vol d'un pilote. Catapulté hors de l'appareil, le siège est stabilisé par un parachute auxiliaire à ouverture automatique relié à l'avion avant l'éjection par un cordon de déchirure logé derrière la tête du pilote.



- 1 APPUIE-TÊTE
- 2 RIDEAU
- 3 PERCUTEUR
- 4 GOUILLE
- 5 PARACHUTE
- 6 DÉCLANCHEDU DU PARACHUTE AUXILIAIRE
- 7 TAMBOUR DE DESSERAGE DES COURROIES D'ATTACHE AU SIÈGE
- 8 FILS DE LIAISON RADIO
- 9 TUBE D'AMENÉE D'OXYGÈNE RUPTURE RAPIDE
- 10 CANON
- 11 COMMANDE DE DÉCLANCHÉ DU PARACHUTE AUXILIAIRE
- 12 RAIL DE GUIDAGE
- 13 TALON DE FIXATION
- 14 CARTOUCHE SECONDAIRE
- 15 RESSORT DE RÉGLAGE DU SIÈGE
- 16 GALETS DE ROULEMENT
- 17 RÉGLAGE DU SIÈGE
- 18 APPUIE-PIEDS
- 19 LOGEM. DU CÂBLE DE DÉCLANCHEDU DU PARACHUTE
- 20 GOUILLE
- 21 DISPOSITIF DE MISE DE FEU VERROILLÉ SUR LA CULASSE



- 22 TRAVERSE SUPÉRIEURE
- 23 PISTON A JUPE FENDUE VERROILLANT LE TUBE INTÉRIEUR MOBILE
- 24 SEGMENTS DU PISTON
- 25 TÊTE DU CYLINDRE
- 26 VERRU INTERIEUR DE FIXATION DU TUBE FIXE À L'AVION
- 27 TUBE INTÉRIEUR MOBILE
- 28 TUBE EXTÉRIEUR FIXE
- 29 CARTOUCHE AUXILIAIRE
- 30 CARTOUCHE PRIMAIRE
- 31 VERRU SUPÉRIEUR DE FIXATION DU SIÈGE AU TUBE MOBILE
- 32 PERCUTEUR
- 33 CROCHET DU CÂBLE DE MISE DE FEU

Flight Copyright.

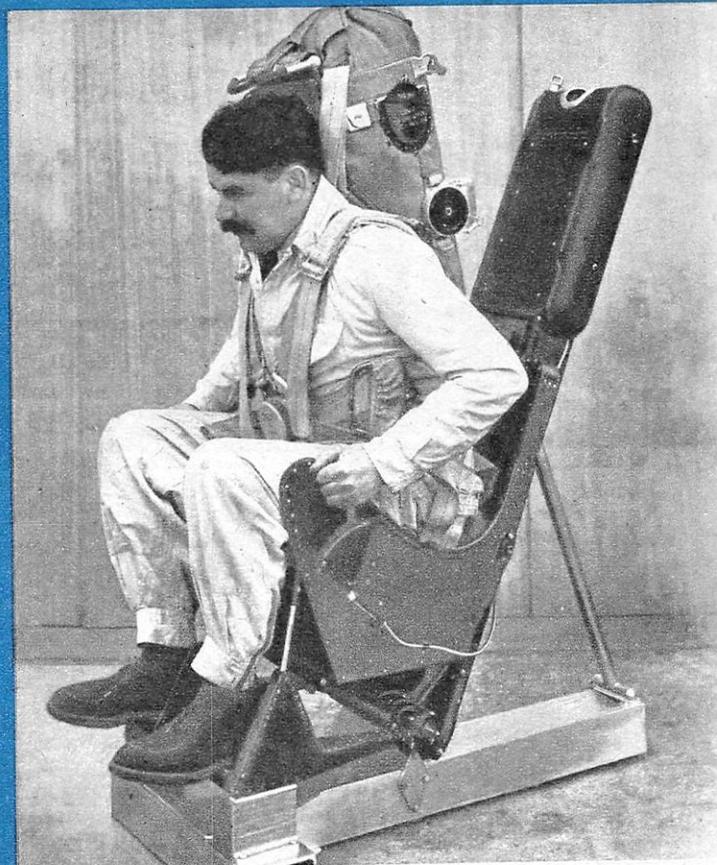
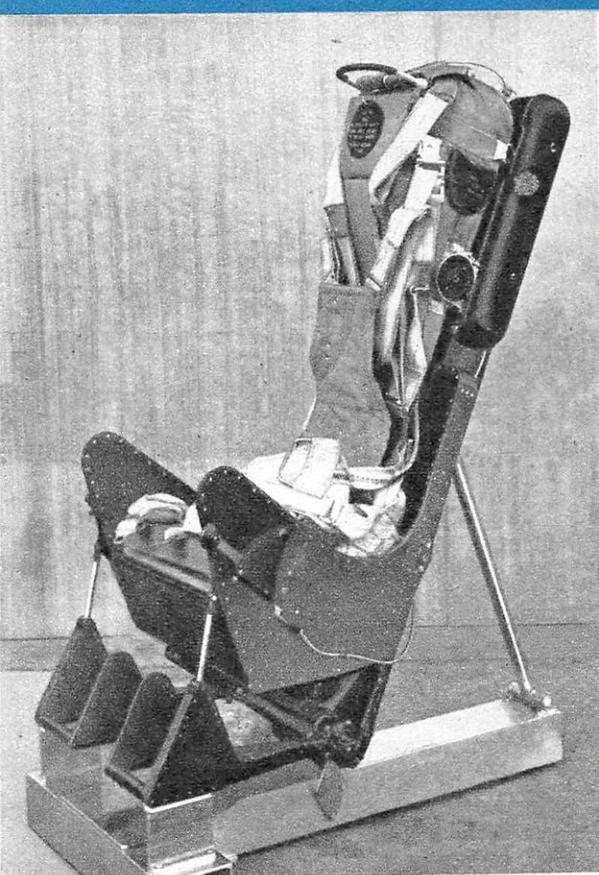


● Lorsque la résistance de l'air a suffisamment ralenti la vitesse de chute, le pilote peut se dégager de son siège et effectuer une descente normale avec son propre parachute. Le siège est alors lui aussi conduit au sol par un parachute.

SIÈGE MARTIN BAKER A ÉJECTION AUTOMATIQUE

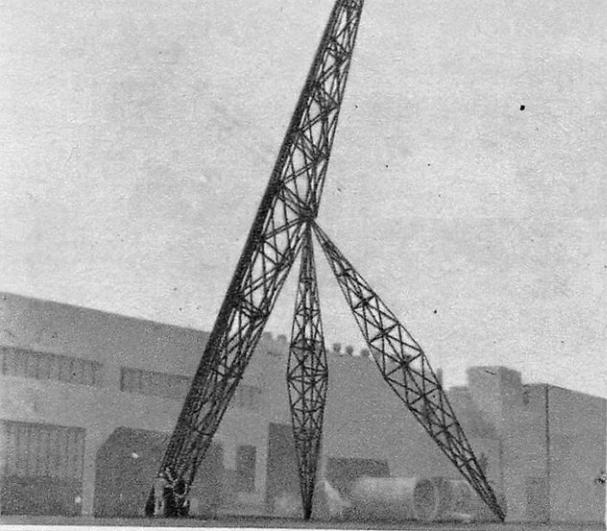
LE siège est constitué par une armature en tubes d'acier soudés. Le sac contenant le parachute sert d'appui-tête. Des étriers permettent au pilote de caler ses pieds à la hauteur souhaitable pour que la colonne vertébrale soit placée aussi parallèlement que possible à l'axe de poussée du siège. Une poignée permet au pilote d'abaisser devant son visage un rideau protecteur. Ce geste déclenche la mise de feu de deux cartouches à 1/10 de seconde d'intervalle et le catapultage effectué à la vitesse de 18,2 m/s. A la sortie de

cockpit, les connexions du casque (fils des écouteurs, tuyau d'alimentation en oxygène,...) sont automatiquement tranchées. Un petit parachute stabilisateur est déployé par une charge de poudre allumée par la traction d'un câble de rupture fixé à l'appareil. Le parachute principal se déploie soit sur commande du pilote, soit automatiquement. Dans ce cas, c'est le parachute auxiliaire qui en provoque l'ouverture. Ci-dessous, équipement et dispositif de dégagement du pilote lorsqu'il veut effectuer un saut normal.

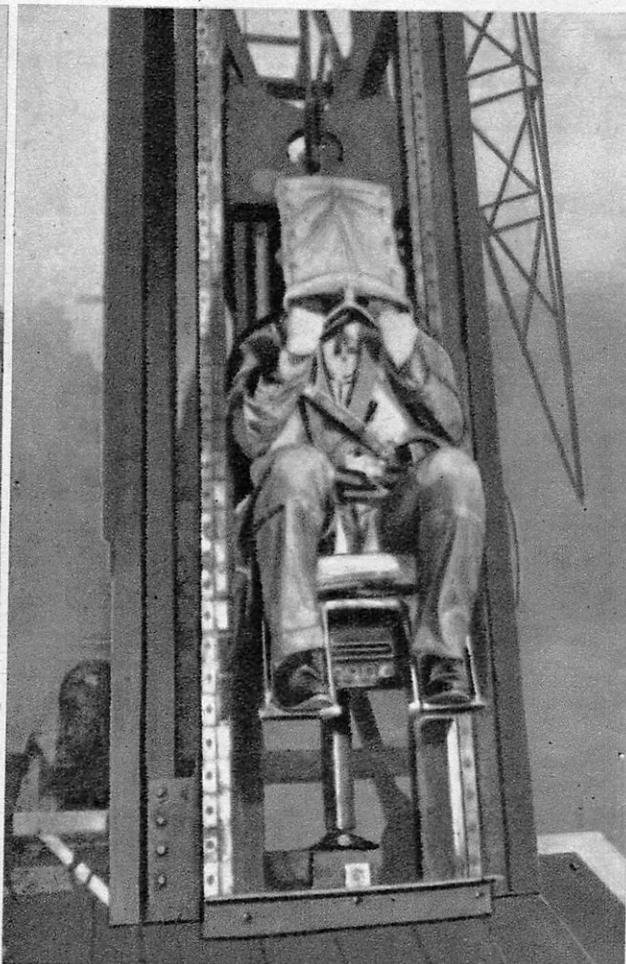


A PHILADELPHIE, LES PILOTES AU SOL S'ENTRAINENT A L'ÉJECTION EN VOL

LA tour d'acier ci-contre, haute de 37m, primitivement construite pour servir aux essais de différents types de sièges éjectables réalisés par les constructeurs américains, est utilisée actuellement pour l'entraînement des pilotes d'avion à réaction de la Marine. Elle leur permet de s'habituer au fonctionnement du siège éjectable grâce auquel il pourront quitter



● Un pilote d'avion à réaction, revêtu de son équipement complet, est prêt à faire fonctionner le dispositif.



● Pour déclencher le mécanisme de mise de feu, le pilote déroule devant son visage l'écran protecteur.

LE DISPOSITIF MARTIN BAKER

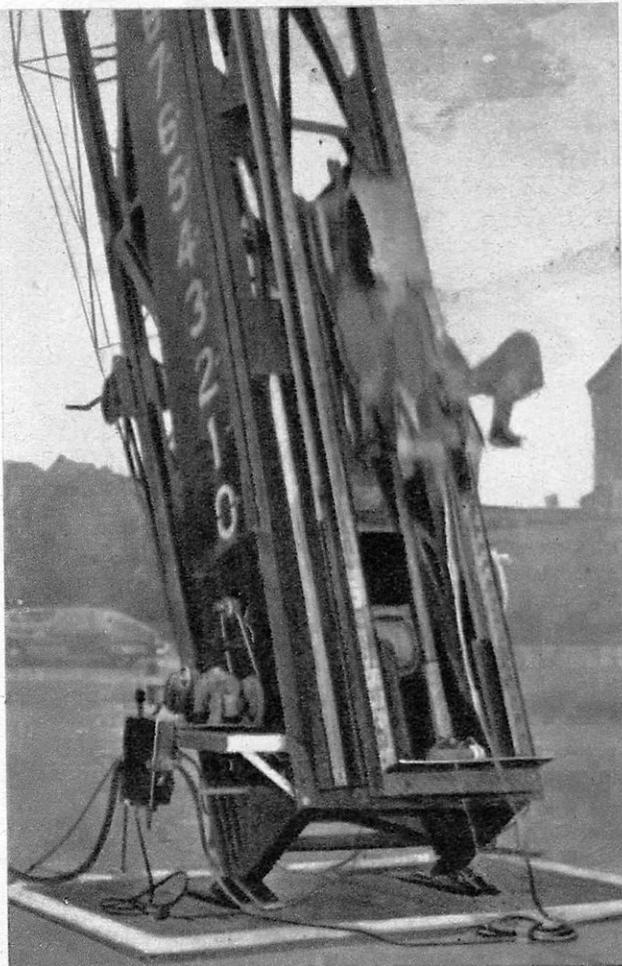
Le plus ancien, le plus répandu aussi, des sièges éjectables est donc le Martin Baker. Soigneusement étudié pour le confort maximum du pilote auquel doivent être évités tous efforts brutaux, bénéficiant par ailleurs d'un automatisme aussi complet que possible des diverses phases du largage, ce siège en tubes d'acier est adossé à une rampe de guidage sur laquelle il roule au moment de l'éjection grâce à quatre galets. Il comporte des repose-pieds dont la hauteur règle l'attitude du pilote,

et permet à la colonne vertébrale de se placer au mieux pour supporter les accélérations. En outre, le dossier et les rails sont légèrement inclinés pour que les genoux ne risquent pas de rencontrer le pare-brise ; enfin, sur les modèles récents, un rideau protecteur prévient toute flexion dangereuse de la nuque et protège la face contre les effets du vent relatif.

Le processus d'éjection est extrêmement simple. Après avoir largué la toiture de la cabine, le pilote saisit au-dessus de sa tête la poignée de l'écran protecteur qui se déroule

leur appareil endommagé volant à quelque 800 km/h. Les photos ci-dessous donnent un aperçu sur le fonctionnement du dispositif. Le siège sur lequel le pilote prend place est fixé sur des rails et projeté vers le haut de la tour par un catapultage obtenu grâce à une cartouche de 35 mm placée dans un cylindre et actionnant un piston situé sous le siège. Pendant le trajet correspondant à la longueur du piston (environ 1 m) la vitesse imprimée au siège est de l'ordre de 80 km/h, soit 22 m/s; l'accélération subie par le

pilote atteint 15 g, mais il n'y est soumis que durant un temps très court : 1/10 de seconde, ce qui explique que son organisme puisse la supporter sans inconvénients. Cette accélération et la pression à l'intérieur du cylindre lorsque la cartouche est enflammée sont enregistrées au sol par un oscillographe relié au siège par un câble qui s'en détache lorsque le piston n'agit plus et que, seules, la pesanteur, la résistance de l'air et la friction agissent sur le siège qui poursuit sa course jusqu'à une hauteur de 14 m environ.



● Actionné par la cartouche enflammée, le piston — ci-dessus aux 2/3 de sa course — catapulte le siège.



● Au bout de sa course, le siège est stoppé. Un treuil lui permet ensuite de redescendre lentement vers le sol.

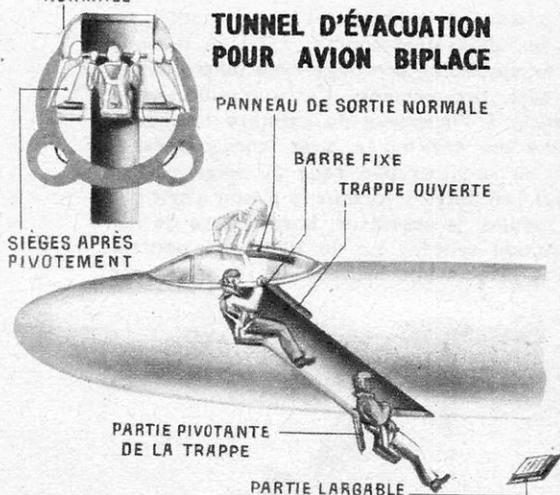
devant son visage. Ce geste déclenche le mécanisme de mise de feu. La première cartouche s'allume alors par percussion et les gaz de combustion se détendent dans le cylindre placé entre les rails de guidage, en actionnant un piston solidaire du siège. Lorsque le piston a parcouru environ 25 cm, la seconde cartouche est enflammée sous l'effet de la chaleur dégagée par la première. L'allumage des deux cartouches est échelonné sur un intervalle de 1/10 de seconde. La pression et l'accélération continuent à augmenter pendant encore 1/10 de seconde,

ce qui porte celle-ci à une valeur maximum de 18,7 g. Au passage de l'habitacle, les connexions du casque (fils des écouteurs, tuyaux d'alimentation en oxygène...) sont automatiquement tranchées.

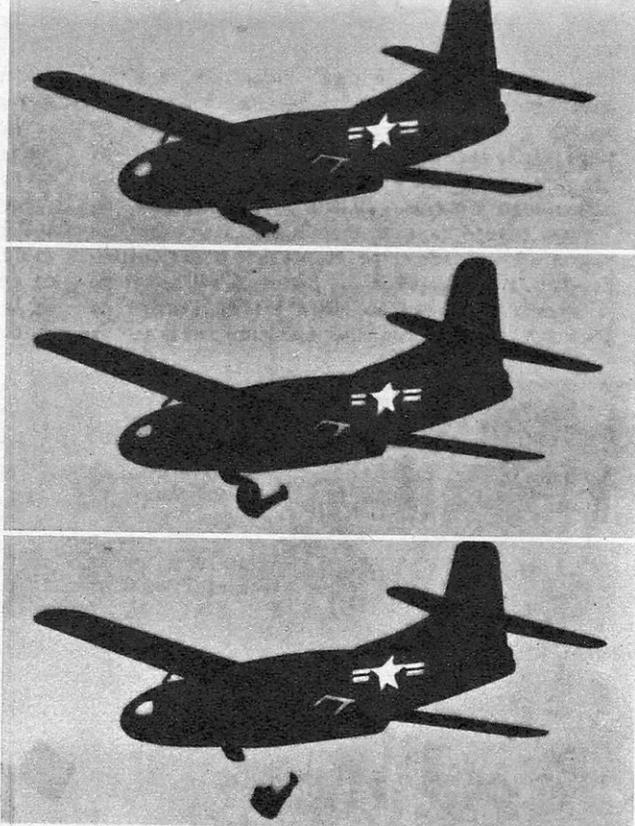
Relié à l'avion lui-même par un cordon de déchirure logé derrière la tête du pilote, le parachute stabilisateur du siège s'ouvre automatiquement dès l'éjection sous l'effet de son tendeur. Le parachute principal fixé à la fois au siège et au pilote par courroies et bretelles ne s'ouvre que plus tard, soit sur commande du pilote qui se dégage de son siège, soit

PANNEAU DE SORTIE NORMALE

TUNNEL D'ÉVACUATION POUR AVION BIPLACE



Ce dispositif a été installé sur le chasseur de nuit F3D « Skyknight ». Un mécanisme déclenché par le pilote assure le pivotement des sièges qui dégagent l'orifice d'un tunnel s'ouvrant à la partie inférieure par un panneau en deux parties. La partie arrière se détache, la partie avant se rabat pour former pare-brise. Les membres de l'équipage saisissent une barre et ils n'ont plus dès lors qu'à se laisser glisser.



automatiquement sous l'action du parachute auxiliaire dès que le ralentissement provoqué par ce dernier atteint une certaine valeur ; dans ce cas, le pilote reste solidaire de son siège.

Cependant, en cas de saut à grande altitude, il faut éviter que le pilote séjourne trop longtemps en atmosphère raréfiée. Pour cela on a prévu sur le siège un barostat qui règle le déclenchement retardé du parachute à une altitude prédéterminée. Ainsi le parcours à travers les couches d'air de faible densité s'effectue en chute libre, donc très rapidement, et ne risque pas d'être dangereux pour l'organisme.

LES DISPOSITIFS AMÉRICAINS

Aux Etats-Unis, Lockheed reprit le premier cette « technique Martin Baker » du catapultage par dessus l'habitacle, et effectua en 1949 sur avion à réaction biplace T F-80 C une série d'essais concluants.

Quelque peu modifié par l'U.S. Air Force, le siège éjectable de Lockheed est, en particulier, muni de volets en « oreilles d'éléphant » disposés de part et d'autre de l'appui-tête ; jouant le rôle de stabilisateurs dans la trajectoire du siège, ils le maintiennent ainsi dans une position favorable à l'ouverture du parachute auxiliaire logé derrière la tête du pilote.

Le processus de l'éjection est analogue à celui du Martin Baker ; la seule différence entre les deux dispositifs réside dans l'agencement des parachutes. Ici, lorsque le ralentissement provoqué par le petit parachute auxiliaire de 1 m de diamètre environ est

suffisant, le pilote est automatiquement détaché de son siège qui, pour éviter toute collision au cours de la descente, est muni comme lui, d'un parachute individuel de dimensions appropriées. Outre le parachute dorsal, le pilote en possède un second qu'il peut ouvrir à la main en cas de nécessité.

L'automatisme des dispositifs est essentiellement destiné à remédier à une défaillance du pilote si, pour une raison quelconque, il est incapable d'agir ; le processus normal prévoit un moyen mécanique qu'il actionne lui-même dès qu'il est hors de l'avion pour déclencher la série des opérations.

Le dispositif Lockheed ne comporte pas, comme celui de Martin Baker d'écran protecteur déroulé devant la face du sujet lors de l'éjection ; aussi arriva-t-il parfois, au cours des premiers essais, que le masque à oxygène et le casque fussent arrachés. Pour pallier cet inconvénient qui peut avoir de sérieuses répercussions sur l'organisme, l'équipement du pilote a été modifié par addition d'une visière en plexiglas hermétiquement jointe au masque et au casque ; l'ensemble s'est montré d'une tenue excellente jusqu'à 900 km/h.

L'ÉJECTION VERS LE BAS

A l'inverse de ces deux procédés, Douglas préféra sur son biréacteur biplace F 3 D « Skyknight » l'éjection du pilote non vers le haut mais vers le bas en utilisant une sorte de tunnel en plan incliné s'ouvrant entre les deux sièges et débouchant sous le fuselage entre les réacteurs. L'orifice central de sortie

comporte un panneau avant actionné hydrauliquement qui s'ouvre vers le bas, formant pare-brise de protection, et un panneau arrière largable.

Lorsque l'équipage décide d'évacuer l'appareil, le pilote déclenche un mécanisme qui permet, par abaissement des dossiers, de repousser les sièges à l'arrière de la cabine; les panneaux d'entrée du tunnel s'ouvrent au même moment. S'accrochant à une barre fixée à cet effet au-dessus de leur tête, les deux hommes n'ont plus qu'à se laisser glisser. L'ouverture du parachute se fait sur commande, de préférence avec un léger retard, de 5 à 20 secondes pour atténuer le choc dans le cas de vitesse très élevée.

Les expériences conduites jusqu'à 700 km/h avec sujets vivants, puis 800 km/h avec mannequins ont parfaitement réussi, la trajectoire suivie par le pilote restant à une distance suffisante des jets de gaz.

VITESSES SONIQUES ET GRANDES ALTITUDES

Le problème, on le voit, semble bien résolu. Cependant, jusqu'ici, les essais n'ont guère été effectués au-delà de 800 à 900 km/h, vitesses qui demeurent nettement subsoniques.

Or, on n'ignore pas que les phénomènes qui prennent naissance à l'approche de la vitesse du son ont, sur les avions et leur conduite, de sérieuses répercussions. Est-il encore possible de larguer le pilote à ces vitesses et de soumettre son organisme au passage brutal d'un habitacle conditionné à une atmosphère profondément perturbée? La réponse n'est pas forcément affirmative et de toute façon il reste à faire une importante mise au point des mesures de sécurité à adopter.

Aux Etats-Unis, Northrop a récemment étudié un dispositif susceptible de fournir des précisions intéressantes sur ce sujet. C'est une sorte de chariot, ayant la forme d'un flotteur d'hydravion, pesant un peu plus d'une tonne et propulsé par fusée sur une voie ferrée de 3 km jusqu'à des vitesses de 1 800 km/h environ. Le lancement s'effectue à l'aide de 5 fusées développant 5 000 kg de poussée, tandis que, pour l'arrêt, sont prévues des fusées de freinage montées à l'avant.

Les essais ont lieu à la base de Muroc; les premiers ont été effectués sur mannequins avec un dispositif d'éjection du type utilisé sur le chasseur Northrop F-89 « Scorpion ». Le déclenchement se produit vers le milieu

UN PROJET DE CABINE ÉJECTABLE ➔

Pressurisée et étanche, la cabine éjectable de la marine américaine, est une sorte de capsule en forme de flotteur. Elle permet au pilote de quitter son appareil même au-dessus de la mer. La descente de la cabine éjectée par fusée et stabilisée par des dérives, est assurée par un ou deux parachutes spéciaux que le pilote n'a plus qu'à larguer après son amerrissage.



du parcours du chariot ; des dispositifs électroniques enregistrent les différentes phases du mouvement du siège et du mannequin.

Au programme d'expérimentation, Northrop a prévu divers autres types de siège, et en particulier le dispositif ventral déjà utilisé avec succès sur le Douglas « Skyknight », dont il reste à vérifier l'efficacité aux vitesses supersoniques puisqu'il doit équiper l'appareil expérimental Douglas X-3. On estime qu'il augmente les chances du pilote de ne pas rencontrer l'empennage au cours du saut.

LA CABINE ÉJECTABLE

Cependant Douglas, en collaboration avec la Marine américaine et le NACA (National Advisory Committee of Aeronautics) a déjà examiné un certain nombre de projets pour l'éjection aux vitesses soniques. Après en avoir éliminé plusieurs, le constructeur a retenu le principe de l'éjection par un dispositif mécanique de toute la partie avant du fuselage. Au moyen d'une poignée située au-dessus du tableau de bord, le pilote provoque successivement la décompression en deux secondes de la cabine étanche, puis le déblocage des crochets qui la fixent au fuselage. Il est ainsi éjecté avec son habitacle dans lequel il reste assis jusqu'à ce



● Dans le dispositif américain d'éjection, une visière en plexiglas hermétiquement jointe au masque à oxygène et au casque du pilote, remplace le rideau qu'il déroule devant son visage dans le système Martin Baker.

que la vitesse de chute se soit abaissée à 450 km/h environ. On avait tout d'abord pensé à utiliser, pour hâter ce freinage, des systèmes ralentisseurs, freins de piqué ou parachute. Mais la difficulté de mise en œuvre n'en justifiait guère la présence, d'autant plus que la vitesse décroît d'elle-même très rapidement sous l'effet de la résistance de l'air. Le pilote n'a plus, pour se dégager, qu'à manœuvrer la poignée située à sa droite qui le détache de son siège et lui permet alors de sortir de son habitacle et d'ouvrir son parachute.

La difficulté essentielle de ce dispositif d'éjection réside évidemment dans la séparation complète des deux parties du fuselage. Douglas a ingénieusement résolu le problème en transformant en mouvements de rotation les mouvements linéaires de transmission à travers la cloison étanche ; le sectionnement de tous les systèmes de commande se fait alors instantanément sous l'effet de la tension qui s'exerce lors du largage.

Inspirée sans doute du dispositif de Douglas, la cabine éjectable de la Marine américaine permet au pilote de quitter en toute sécurité son appareil même au-dessus de la mer. C'est une sorte de capsule ayant la forme d'un flotteur complètement fermé et pressurisé qui vient s'insérer dans le fuselage dont elle forme la cabine.

Lorsque le pilote doit évacuer son bord, il appuie sur un levier qui commande la mise de feu d'une fusée JATO. Par suite de la pression développée, les crochets de fixation de la capsule sont immédiatement détachés ainsi que toutes les connexions électriques ou mécaniques ; les dérives stabilisatrices sont déployées et finalement la capsule elle-même se trouve éjectée. A mesure que la vitesse décroît, s'ouvrent successivement un petit parachute auxiliaire puis le grand parachute qui assure la descente jusqu'au sol ou jusqu'à la mer ; en outre, si celui-ci ne peut fonctionner pour une raison quelconque, le pilote a toujours la ressource de quitter la cabine et d'ouvrir le sien propre puisque la vitesse a été suffisamment réduite pour le lui permettre.

En cas de chute en mer, le pilote dispose d'un équipement radio qu'il utilisera pour signaler sa position ; la cabine contient en outre le matériel réglementaire (rations alimentaires, appareil de distillation de l'eau...) pour le sauvetage des naufragés.

En France, on a également étudié ce système d'éjection. Sur l'avion Leduc 0-10 à tuyère thermopropulsive, le largage de la cabine est favorisé par la pression aérodynamique régnant dans la chambre de la tuyère ; le pilote ne quitte pas la cabine qui, freinée par parachutes, arrive au sol avec une vitesse réduite. Pour l'avion supersonique Arsenal 2301, on a étudié une cabine avec poste de pilotage couché, se larguant par un simple contact électrique ; le pilote peut quitter la cabine stabilisée et freinée, et atterrir avec son parachute normal.

Y. Marchand.

VERS L'AVION ATOMIQUE

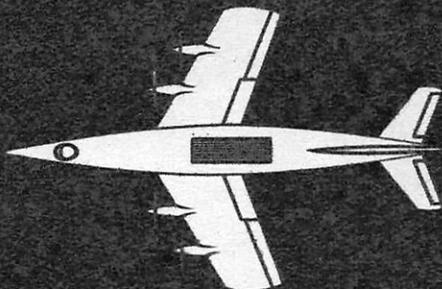
LES récentes déclarations du Général Vandenberg, Chef d'Etat-Major de l'Aviation américaine, assurant que « le vol grâce à l'énergie atomique est plus proche que la plupart des gens l'imaginent » et celles de Sir William Hildred, directeur général de l'Association Internationale du Transport Aérien, affirmant que « l'énergie atomique permettra de réaliser des avions volant plus loin et plus vite avec une charge utile plus élevée que tous les appareils connus jusqu'à aujourd'hui », ont attiré à nouveau l'attention sur le problème de la propulsion nucléaire des avions. Rappelons que depuis quatre ans, aux Etats-Unis, un organisme spécial, la N. E. P. A. (Nuclear Energy for Propulsion of Aircraft), supervisé par l'Aviation américaine et la Commission de l'Energie Atomique étudie sérieusement la question au centre nucléaire d'Oak Ridge avec la collaboration de plusieurs firmes industrielles de premier plan, en particulier la Fairchild Engine and Airplane Co. Il semble que ces travaux préliminaires, qui occupaient plusieurs centaines de techniciens, aient abouti à des résultats encourageants puisqu'il a été annoncé récemment que le projet entrait dans sa deuxième phase, sans doute celle des réalisations, et que la General Electric avait été chargée explicitement de réaliser une installation nucléaire pour avion.

Il est bien évident que le plus profond secret entoure ces recherches. Bien qu'aucune indication n'ait été donnée sur leur orientation technique, de nombreux projets d'avions atomiques ont été publiés tant par la grande presse que par des organes plus spécialisés. Nous reproduisons ci-dessous un croquis de prototype paru dans la revue « American Aviation ». On est, en fait, réduit aux conjectures (1).

Que sera l'avion atomique ?

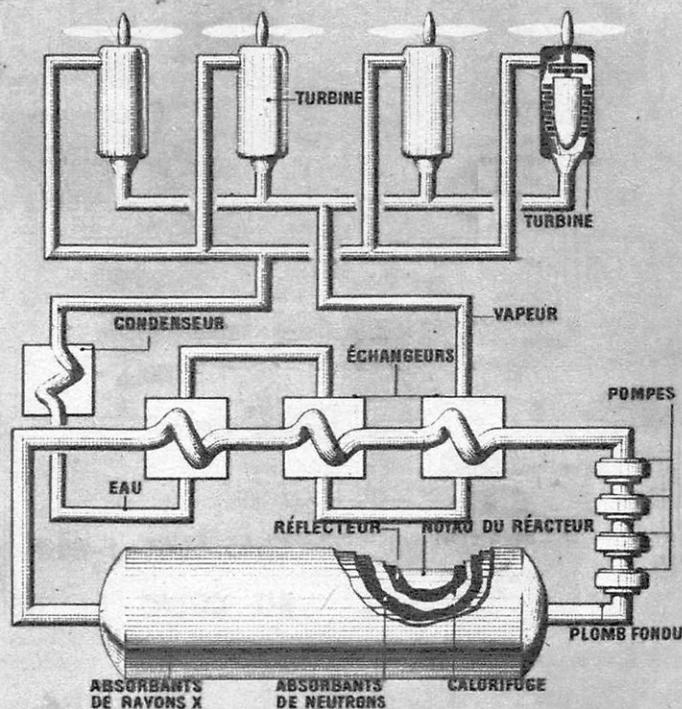
Il est à peu près certain que ce sera un appareil de très gros tonnage, car le poids du réacteur nucléaire sera considérable (peut-être beaucoup plus de 200 t pour une puissance de 50 000 chevaux). D'innombrables problèmes techniques restent à résoudre tant pour la construction du réacteur, le choix du fluide transportant l'énergie calorifique de la « pile » au propulseur et le propulseur lui-même que pour la construction de la cellule qu'il doit équiper. En regard de ces difficultés, les avantages seraient certes énormes ; le rayon d'action, en particulier, serait pratiquement illimité et la consommation de « combustible » infime. « Nous aurons, a dit Sir William Hildred, des avions avec lesquels nous gagnerons vraiment de l'argent. » Il n'apparaît pas que ce soit dans un avenir très proche.

(1) Voir "l'Age atomique", numéro hors série de Science et Vie.



UN PROJET D'AVION ATOMIQUE

Les quatre hélices supersoniques de l'appareil seront entraînées par des turbines à vapeur. La chaudière de ces turbines empruntera ses calories à du plomb en fusion, à très haute température, lequel circulant sous l'action de pompes ira ensuite se réchauffer dans la « pile ». L'équipage sera logé le plus loin possible du réacteur (dont les radiations dangereuses (rayons gamma, neutrons lents et rapides) seront arrêtées par cinq enveloppes superposées). Cet avion qui aurait une envergure de 47,7 m et une puissance de 56 000 ch d'après l'auteur de ce projet, pèserait 148 t.





**CHASSEURS F-84 É " THUNDERJET " EN PATROUILLE
AU COURS DE RÉCENTES MANŒUVRES AMÉRICAINES**

L'AVION DE COMBAT ACTUEL RÉPOND-IL A SES MISSIONS ?

L'AVIATION MILITAIRE

DEPUIS l'An mille, quand on s'attendait à la fin du monde, écrivait récemment Bertrand Russell, il n'y eut jamais d'époque aussi profondément chargée d'angoisse que celle que nous vivons aujourd'hui. » Et, comme la majorité des humains, le célèbre philosophe anglais, prix Nobel de littérature 1950, se demande si la guerre est réellement inévitable et quelle forme elle prendra.

Avant de répondre à une telle question il faut remarquer qu'une guerre commence toujours avec le matériel qui servait à la fin de la précédente, plus ou moins perfectionné. C'est seulement au cours même des guerres qu'apparaissent les révolutions dans l'art militaire. Ainsi la deuxième guerre mondiale a débuté avec des chars et des avions à moteurs à pistons, comme s'était terminée la première. C'est seulement à la fin du conflit qu'apparurent les matériels révolutionnaires que furent, par exemple, la V-2, l'avion à réaction, le bazooka, la fusée de proximité, et enfin la bombe atomique.

Pendant des siècles, comme l'a fait remarquer le Général J.-F.-C. Fuller, la recherche de défense nationale s'est développée absolument au hasard :

« Depuis qu'ils ont commencé à s'en servir (1), les hommes se sont évidemment rendu compte qu'une bonne arme est préférable à une mauvaise et cependant, jusqu'à l'époque actuelle, l'amélioration des armes provenait soit du hasard, soit du génie individuel — civil plus que militaire — bien plus que d'études scientifiques entreprises en coopération. »

Certes, les empereurs et les rois ont vite compris l'intérêt qu'il y avait à s'attacher des inventeurs, et on sait que lorsqu'il propose ses services aux ducs de Florence, c'est surtout en tant qu'ingénieur et constructeur de machines nouvelles, que le fait Léonard de Vinci. Mais jusqu'à la dernière guerre, jamais encore la recherche scientifique en matière de défense nationale n'avait été planifiée, organisée et soutenue par l'Etat. Pendant le dernier conflit, par contre, aussi bien du côté allemand que du côté américain, des moyens illimités en techniciens, en installations, en matériel de laboratoire et en argent, ont été mis à la disposition des savants. Il en est

résulté des progrès absolument sensationnels dont la science tout court a d'ailleurs profité.

Ce développement phénoménal a fait naître un optimisme exagéré. En effet, dès que l'état de guerre a cessé, les gouvernements ont, eux aussi, sinon cessé, du moins diminué leur appui aux recherches intéressant la Défense. Il ne faut pas compter que les progrès en temps de paix continueront à la même cadence qu'en temps de guerre.

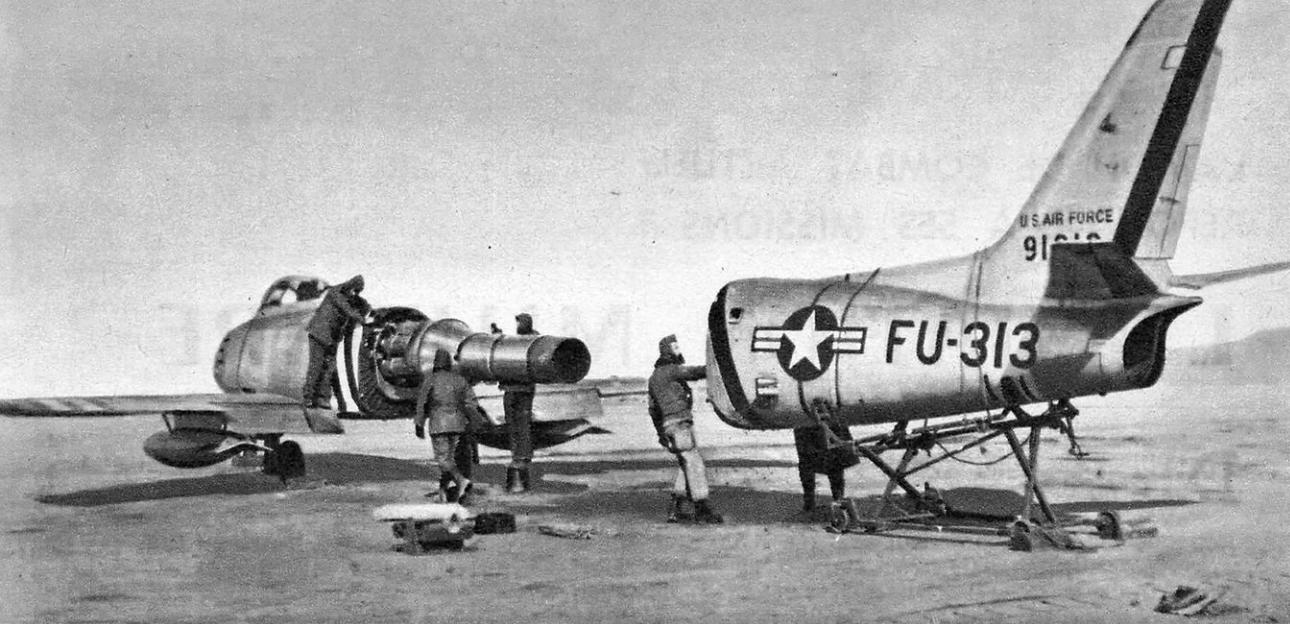
Il faut donc, entre deux guerres, être très prudent, et ne pas prendre ses désirs pour des réalités. La guerre pousse-boutons, entrevue par bien des critiques militaires, sera sans doute mise au point au cours du prochain conflit, s'il dure un temps suffisant. Mais il est probable que ce conflit, qu'on espère pouvoir éviter, débutera avec les matériels, seulement perfectionnés, qui virent le jour à la fin du dernier. Et on comprend combien peuvent être ulcérés les contribuables américains en songeant aux 70 000 avions type B-17, B-26, P-47 ou P-51 qui furent découpés en rondelles sur les champs d'aviation et envoyés à la ferraille dans l'euphorie de la victoire de 1945. Sans doute aurait-on leur utilisation aujourd'hui en certains points du globe.

Une telle remarque préliminaire était nécessaire avant de jeter un coup d'œil sur l'état actuel de l'aviation militaire classique et sur ses tendances. Mais elle n'est pas suffisante pour poser correctement le problème.

Tout pays ou tout groupe de pays alliés doit avant tout avoir une doctrine de guerre qui corresponde à son individualité, c'est-à-dire à sa situation géographique, à sa puissance, et enfin à sa volonté de combattre.

La situation géographique est déterminée une fois pour toutes. Un pays entièrement terrestre ne peut pas avoir la même stratégie qu'un pays maritime : il n'aura donc pas le même type de défense nationale, donc d'armées et finalement d'armements. En second lieu, la puissance d'une nation est conditionnée par le nombre de sa population, la valeur de ses ressources naturelles et enfin son degré d'industrialisation. Une nation comme l'U.R.S.S. ou les U.S.A. n'aura pas la même armée qu'un pays comme les Indes, l'Autriche ou la Bolivie. Enfin, il ne faut pas oublier que la volonté de conserver l'indépendance est à la base même de toute défense nationale.

(1) L'Armement et l'Histoire.



LE NORTH AMERICAN F-86 « SABRE » semble être le meilleur chasseur américain actuellement en service, en particulier en Corée où la photographie ci-dessus a été prise. C'est un appareil lourd dont il

existe plusieurs versions en intercepteur, chasseur de nuit, chasseur-bombardier. On le trouve également dans l'aviation navale sous la dénomination FJ-2. Il peut être muni de réservoirs auxiliaires sous l'aile.

La doctrine une fois posée, on en déduit la forme et la force de l'armée à constituer. Et finalement, en dehors de questions psychologiques ou stratégiques, tout se réduit à concevoir du matériel, à passer des commandes aux industriels, à construire des séries, et à instruire les militaires qui les utiliseront. Or, depuis l'aube des temps préhistoriques les instruments de guerre obéissent à deux lois également néfastes. D'une part, ils durent de moins en moins longtemps. De l'autre, ils coûtent de plus en plus cher. Il en résulte que les hommes d'Etat chargés de la défense nationale se trouvent devant un problème extrêmement difficile : celui de la possibilité de renouvellement du matériel de leurs forces armées.

S'ils se contentent de pousser les études de prototypes sans jamais construire en série, ils risquent de n'avoir pas le temps de démarrer en cas d'agression — et on a pu dire que c'étaient les commandes françaises de Douglas, de Curtiss et de Glenn Martin en 1938 qui ont sauvé l'Amérique. Si par contre ils construisent en grande série, ils risquent de se trouver au moment du conflit avec un matériel entièrement surpassé par celui de l'adversaire. Ainsi, dans une guerre moderne, un avantage initial énorme est assuré à l'agresseur qui, ayant décidé d'attaquer à une date donnée, est capable de mobiliser industriellement au moment voulu et d'entrer en guerre avec le matériel le meilleur et le plus nombreux. Seules des nations extrêmement riches peuvent être capables de renouveler par tranches périodiques leur matériel aérien de manière à ne pas se trouver en butte au dilemme que nous venons d'évoquer. Aussi bien savons-nous depuis longtemps que le monde actuel est partagé entre deux colosses, et c'est en

examinant leurs doctrines, leur matériel et leurs tendances que nous entreprendrons ce tour d'horizon.

Précisons qu'il s'agit ici uniquement d'un tableau des aviations actuellement en service. Qu'on ne s'étonne pas de voir passer sous silence les projectiles téléguidés et même les appareils expérimentaux du genre Bell X-1 ou Convair 7 002 qui n'ont encore donné aucune lignée et qui servent surtout aux ingénieurs des laboratoires d'étude. On n'y verra non plus aucune allusion à la bombe atomique, et en général aux projectiles dont peuvent être chargés les avions. Aussi bien faut-il garder dans l'esprit qu'un avion, en lui-même, n'est pas une arme mais un moyen de transport sur lequel on peut placer des mitrailleuses, des roquettes, des canons, des bombes, des radars, des appareils photographiques ou de télévision, des réservoirs de gaz radioactifs ou asphyxiants, enfin des hommes et du frêt.

Cette notion première bien précisée, il n'en reste pas moins que les avions peuvent être classés suivant leurs missions qui sont essentiellement de trois ordres : destruction, renseignement et transport, la première se subdivisant en missions de chasse et missions de bombardement. Cette division est classique et c'est elle que nous allons suivre ici.

DERNIÈRE VERSION DU « SABRE » : LE F-86 E →

Modèle actuellement en production courante, cet intercepteur à grande altitude est entré en action en Corée en décembre 1950. Les « Sabre » avec leur aile en flèche à 35° sont parmi les avions les plus rapides. Comme tous les appareils de la même classe, à forte charge alaire, ils semblent être relativement peu maniables à très grande vitesse et altitude élevée.

L'AVIATION DE CHASSE

L'apparition soudaine, à la fin du dernier conflit, de la propulsion par réaction, a subitement transformé l'aviation de chasse. Hélas ! grisés par les possibilités nouvelles qui leur tombaient entre les mains, les constructeurs ont semblé avoir perdu leur sens critique. Cherchant, comme toujours en temps de paix, la performance spectaculaire à tout prix, ils ont, sans s'en rendre compte, mis en service des appareils de moins en moins adaptés à leurs missions.

Les missions d'un avion de chasse sont essentiellement de trois ordres. En premier lieu, il s'agit pour lui de « descendre » les bombardiers adverses, autant que possible avant que ces derniers aient réussi à accomplir leur tâche destructrice. En second lieu, il doit apporter aux troupes à terre un appui aérien qui est devenu absolument nécessaire et sans lequel on ne conçoit plus la possibilité du succès, tout au moins sur les théâtres d'opérations occidentaux. En troisième lieu enfin, il doit pouvoir combattre les chasseurs adverses, cette mission intervenant à l'occasion des deux premières. Considérées du point de vue de l'altitude, ces missions amènent à diviser l'atmosphère en trois tranches : la tranche haute (12 000 mètres et au-dessus), la tranche basse (0 à 3 000 mètres) et enfin une tranche intermédiaire.

Ceci dit, on peut se demander si, à l'heure

actuelle, il existe dans le monde entier des avions de chasse à réaction qui soient aptes à accomplir les missions qui leur sont dévolues. Certes, on peut admirer un couteau s'il possède, par exemple, un manche magnifiquement sculpté. Cependant, s'il ne coupe pas, il est de peu d'utilité pour son propriétaire. Les chasseurs actuels sont admirables, battent les records de vitesse, font des chandelles impressionnantes : mais ils sont comme des couteaux qui ne coupent pas.

En premier lieu, en effet, il semble bien que les appareils de chasse modernes actuellement en service dans toutes les armées du monde, soient fort mal armés pour combattre les bombardiers opérant à grande altitude. Car, de par sa conception même, l'avion à réaction amène avec lui un certain nombre d'inconvénients sur lesquels on n'a pas suffisamment insisté.

Il faut rappeler, en effet, que, pour qu'un « jet » ait de bonnes performances de montée, le rapport poussée/poids doit être aussi grand que possible. Or, dans l'état actuel des choses, ce rapport se tient au mieux aux environs de 0,5, ce qui limite vers 70 m/s les vitesses ascensionnelles maximum des « jets ». Par ailleurs, quand l'altitude augmente, la vitesse maximum dépend de l'adaptation du planeur au nombre de Mach correspondant à cette vitesse.

Ces considérations doivent amener à utiliser des profils d'épaisseur relativement faible,



et des surfaces portantes relativement grandes. Il en résulte que les « jets » qui sont relativement légers et voilés comme le Dassault 450 (poids 5 500 kg, charge alaire : 230 kg/m²) monteront convenablement (42 m/s) mais auront au ras du sol une vitesse relativement faible (960 km/h). Par contre, des appareils relativement lourds et fortement chargés au m² comme le F-80 (poids 6 950 kg, charge alaire 316 kg/m²) iront vite au ras du sol (972 km/h), mais monteront beaucoup moins rapidement (26 m/s).

chasseur à turbo-réacteur, peu voilé, aura de fort mauvaises qualités évolutives. En effet, il se trouvera, suivant une expression imagée, « coincé entre le précipice qu'est la perte de vitesse et la falaise abrupte qu'est la vitesse du son ».

A mesure que l'altitude augmente, la vitesse de décrochage augmente, tandis que la vitesse du son diminue. A 12 000 m, le chasseur ne peut manœuvrer que difficilement, et un virage à 75° d'inclinaison lui est pratiquement interdit. D'ailleurs, s'il pratiquait des évolu-



LE LOCKHEED XF-90 a effectué son premier vol en juin 1949 et est encore au stade expérimental. C'est un des plus gros chasseurs qui aient jamais été construits,

son poids dépasse 11 tonnes. C'est un chasseur de pénétration de grand rayon d'action et doté d'un armement puissant (8 canons de 20 mm).

Nous avons déjà l'intuition que l'appareil qui aura de bonnes performances au sol ne sera pas bon en altitude pour l'interception et qu'il faudra concevoir des appareils adaptés à chaque tranche d'atmosphère. C'est là l'application d'une vieille règle qui dit que l'appareil à tout faire n'existe pas : le turbo-réacteur n'a pas infirmé le vieux proverbe « bon à tout, bon à rien » de la sagesse des nations.

Considérons maintenant les qualités d'évolution à grande altitude de l'avion à turbo-réacteur, et remarquons tout d'abord que pour prendre sa vitesse maximum, il lui faut un temps fort appréciable. Pour le N C-1080, par exemple, on a calculé que pour passer de 720 à 850 km/h il fallait 1 minute au sol, près de 2 minutes à 10 000 m et environ 6 minutes à 12 000 m. De plus, sans entrer dans des considérations théoriques compliquées, on conçoit qu'à grande altitude, le

tions trop serrées le pilote risquerait de perdre connaissance.

Pour augmenter les qualités évolutives des appareils à réaction, on est alors conduit, comme pour augmenter ses qualités de montée et de vitesse en altitude, à augmenter à la fois le rapport poussée/poids et la surface portante, c'est-à-dire à fabriquer un avion particulier qui aura au sol des performances relativement faibles.

Ainsi le bombardier, qui n'a pas besoin d'être étudié pour monter rapidement et pour évoluer à haute altitude et qui pourra avoir des vitesses maximum peu différentes de celles des chasseurs infrasoniques, se trouve dans une excellente situation. Il pourra maintenir avec facilité sa vitesse constante, s'approchant autant qu'il le voudra de la zone dangereuse, alors que le chasseur qui ne disposera pas d'une grande marge de vitesse ne pourra évoluer que difficilement.



LE MAC DONNELL XF-88 « VOODOO » est un chasseur de pénétration à grand rayon d'action de la même classe que le Lockheed XF-90. Les

bords d'attaque et de fuite sont munis de volets pour réduire la vitesse à l'atterrissage. Des freins spéciaux sont prévus pour limiter la vitesse de piqué de l'avion.

On voit tout l'avantage que le bombardier a acquis actuellement par le seul fait qu'il opère désormais à très grande altitude.

Mais ce n'est pas tout. Avant de combattre, le chasseur devra tout d'abord intercepter le bombardier. C'est là un problème extrêmement difficile. Il faudra d'abord, ce qui ne sera pas le cas, que toutes les frontières soient couvertes par radar. Ensuite, il faudra que le bombardier soit suivi et repéré avec assez de précision pour qu'on puisse lancer sur lui le chasseur. Enfin, il faudra que le chasseur puisse se mettre en position de tir (1).

Si le bombardier se met à évoluer, il arrivera, à partir d'une certaine altitude, qu'il pourra virer plus serré que le chasseur, étant beaucoup moins chargé au m². Le chas-

seur allant plus vite, ayant un facteur de charge plus élevé, l'influence de l'altitude sur la manœuvrabilité est beaucoup moins forte pour le bombardier que pour son attaquant. Enfin, même si le chasseur parvient à engager le combat, il est certain que le bombardier à haute altitude, disposant d'une marge de poids plus grande, d'une plateforme plus stable, d'un appareillage mécanique meilleur, d'un équipage spécialisé, ne se trouvera plus dans la situation lamentable où il s'est trouvé pendant la dernière guerre où, sans protection de chasse, il était condamné.

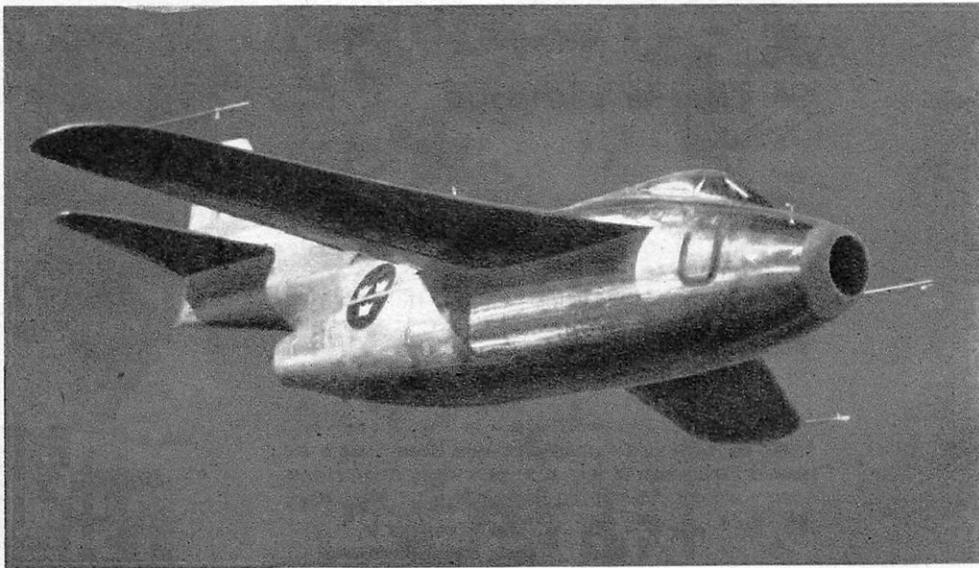
De toute façon, ce simple résumé nous montre que le bombardier se trouve désormais extrêmement avantage par le fait que l'altitude de combat a augmenté considérablement.

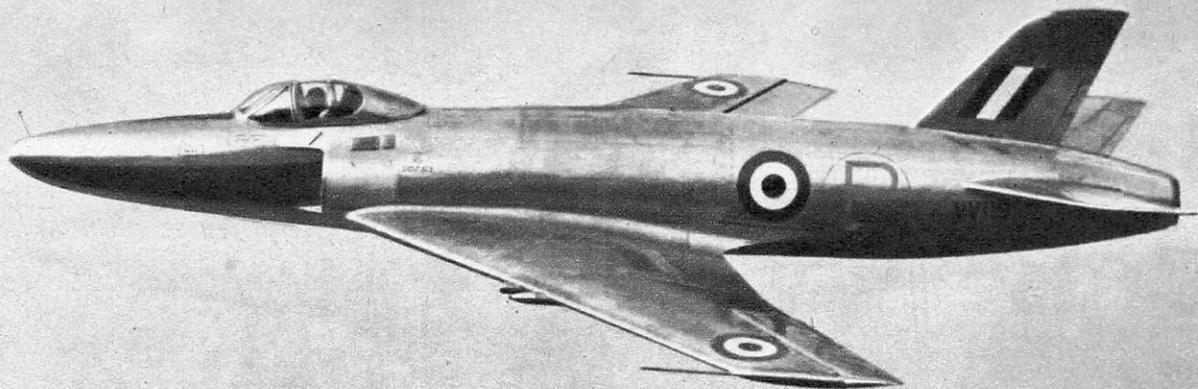
Est-ce à dire que le chasseur soit définitivement vaincu? Certainement non. Mais les

(1) Voir ci-dessus : " Le combat aérien est-il encore possible ? "

SAAB J-29 (SUÈDE)

C'est un chasseur d'interception à réaction à aile en flèche à 25°, susceptible d'être également utilisé pour l'attaque d'objectifs au sol par fusées. Il est muni de fentes automatiques au bord d'attaque de l'aile. La cabine est pressurisée et le toit du cockpit peut être largué en vol par des charges de poudre. Le siège du pilote est éjectable. Le premier vol a eu lieu en septembre 1948. Cet appareil semble avoir des performances excellentes et une bonne maniabilité. Sa vitesse maximum dépasserait 1 000 km/h.





LE VICKERS-SUPERMARINE 535, appareil anglais à réaction, est la version de chasse du type 510 expérimental à aile en flèche très accusée, qui a effectué son

premier vol en décembre 1948. La cabine équipée d'un siège éjectable est pressurisée. L'armement (4 canons de 20 mm) est installé dans le fuselage.

techniciens devront créer un type spécial d'avion d'interception à grande altitude. Tant qu'on ne disposera pas du statoréacteur, il semble que ce soit à l'avion à moteur-fusée du type Messerschmitt 163 ou Bachem « Natter » qu'il faille revenir. Léger, fortement voilé, équipé d'un propulseur à forte poussée, cet appareil a contre lui sa durée d'utilisation extrêmement faible. On peut étudier, comme l'avaient fait les Allemands, une turbine de croisière, légère, à faible poussée. De toute façon, les appareils actuels sont à peu près impuissants et il semble qu'on commence seulement à s'en rendre compte aujourd'hui.

Notons tout de même que parmi les prototypes récemment sortis d'usine, le Fiat G-80 de l'ingénieur Gabrielli semble conçu spécialement comme chasseur à grande altitude. Il est léger (5 tonnes) et grâce au Rolls-Royce « Nene » qui l'équipe, il semble avoir un rapport poussée/poids de l'ordre de 0,5. Comme sa vitesse maximum au sol est donnée pour 920 km/h, il est possible qu'il soit suffisamment voilé pour se trouver dans les conditions les moins mauvaises pour opérer à grande altitude.

LA CHASSE TACTIQUE

L'aviation tactique est essentiellement destinée à être employée dans le cadre des opérations combinées de surface, en appui des forces terrestres ou navales. Elle doit donc disposer de moyens de feu et de moyens de renseignement.

En tant que moyens de feu, elle utilisera des bombardiers tactiques chargés d'attaquer, dans la zone des opérations, les bases et les installations aériennes, ainsi que les voies de communications terrestres, maritimes et aériennes, en même temps que des chasseurs-bombardiers ou chasseurs tactiques destinés essentiellement à fournir un appui direct aux forces de surface et à effectuer des opérations de harcèlement, de nuit comme de jour.

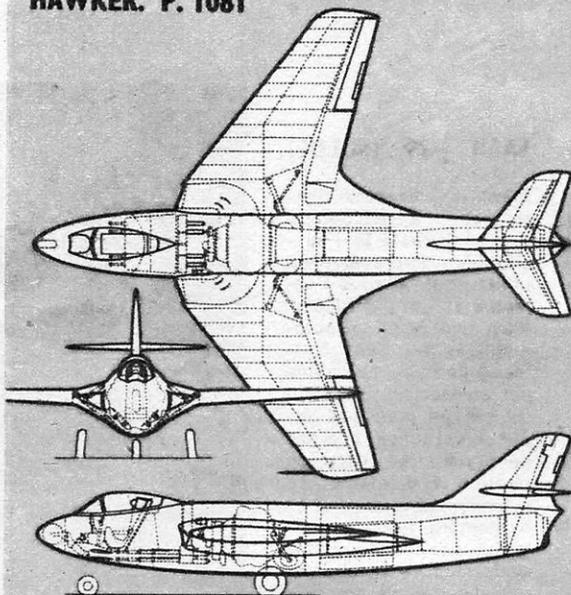
A l'heure actuelle, on peut dire qu'en aucun

pays, on n'a réussi à mettre au point un matériel moderne capable de remplir correctement les missions d'appui.

Pendant le dernier conflit, on s'est contenté d'une part des bombardiers en piqué type « Stuka » ou « Stormovik » qui nécessitaient l'utilisation de chasseurs d'escorte dès que la supériorité aérienne n'était pas écrasante, puis des bombardiers moyens type B-26 « Marauder » qui n'étaient pas spécialement adaptés, d'autre part des chasseurs type P-47 « Thunderbolt » qui servirent de chasseurs-bombardiers uniquement parce que leurs qualités de vol étaient insuffisantes pour leur permettre de faire des chasseurs purs.

L'avion tactique présente en effet aux techniciens un problème extrêmement difficile.

HAWKER. P. 1081



Tout d'abord, il doit pouvoir intervenir sur toute la profondeur du champ de bataille — c'est-à-dire au maximum sur 500 kilomètres — et avoir une autonomie qui lui permette de consacrer un temps appréciable à la recherche et à l'attaque des objectifs sur lesquels on l'a dirigé, ainsi que d'attaquer si besoin est des objectifs inopinés. Il doit pouvoir, pendant son vol, être détourné subitement vers un point où son arrivée sera particulièrement opportune. Finalement, il lui faut un minimum d'une heure de vol à l'intérieur des lignes.

Ceci nous amène à souhaiter que cet appareil puisse utiliser de petits terrains aménagés à proximité des P. C. de grandes unités, c'est-à-dire relativement près de la ligne de contact (100 km environ).

En troisième lieu, l'avion tactique doit être fortement armé. Certes, il y a un curieux paradoxe à hérissier de rockets ou de bombes le dessous des ailes d'un appareil qu'on aura poli et repoli jusqu'à noyer les têtes de rivet de manière à faire disparaître les aspérités « qui émergent comme des sommets alpins de la couche laminaire » ! Il faut chercher une solution pour faire disparaître l'armement à l'intérieur du fuselage, tout au moins si on continue à considérer une vitesse de l'ordre de la vitesse du son comme une qualité essentielle de l'appareil.

En quatrième lieu, il doit être autant que possible blindé, de façon à être à l'épreuve au moins de la D.C.A. de petit calibre.

La cinquième qualité de l'avion tactique doit être une grande manœuvrabilité qui lui permette de déjouer l'attaque d'adversaires plus rapides et plus puissants que lui, mais qui, en l'état actuel des choses, suivent des

trajectoires à rayon de giration énorme.

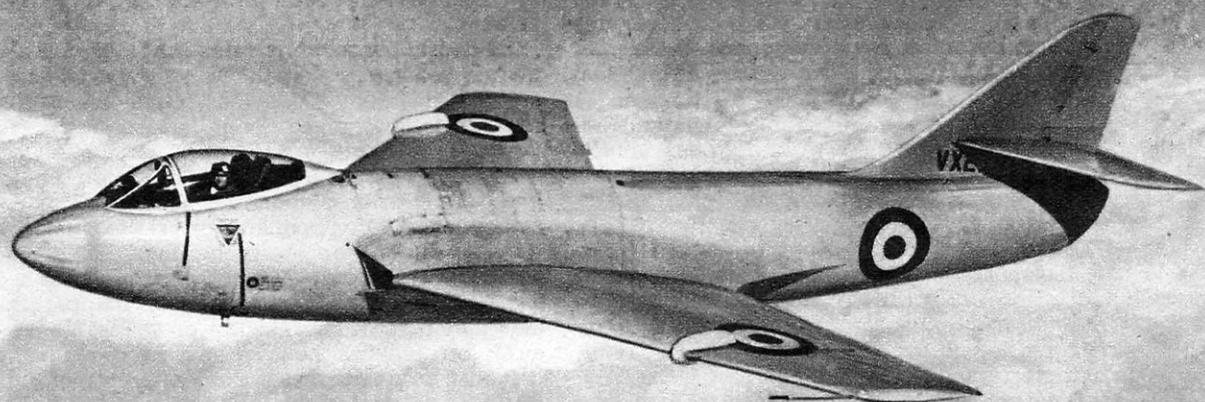
Ce n'est hélas pas tout. Il est souhaitable que l'avion tactique soit un avion tout temps, capable d'intervenir aussi bien de nuit que de jour.

À l'heure actuelle, le mauvais temps et la nuit sont, dans tous les domaines, les ennemis que l'avion moderne doit s'efforcer de vaincre en première urgence. Si le bombardier y a à peu près complètement réussi, il n'en est pas de même des avions plus légers qui s'accommodent difficilement de la présence à leur bord d'appareillages encore lourds et compliqués et de la présence d'un deuxième homme.

Enfin, un dernier point à discuter est celui de la vitesse pure. Il est évidemment souhaitable que l'avion tactique aille aussi vite que possible, à condition, bien entendu, qu'il puisse faire convenablement son travail.

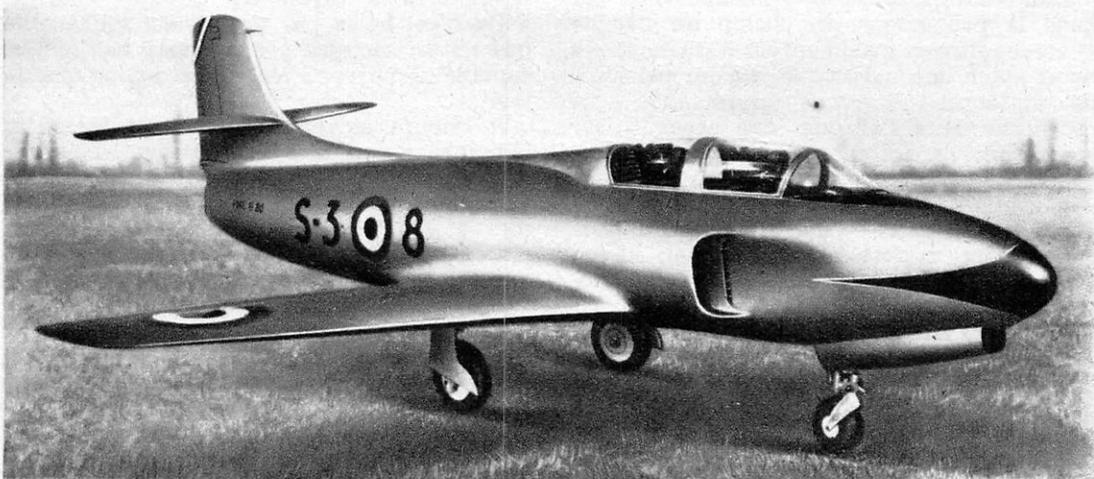
Il est bien certain que toutes les qualités que nous venons d'énumérer ici sont contradictoires. Notons cependant que nous sommes moins exigeants que le général américain Mark Clark, ancien commandant du 15^e groupe d'armées en Italie, qui a déclaré récemment :

« Un bon chasseur bombardier devrait transporter 4300 kg de bombes, rockets et munitions de tout type ; être stable et permettre un tir précis ; posséder des moyens de communication assez puissants pour que son pilote soit en liaison verbale constante avec les officiers de l'armée de terre chargés de diriger son tir ; emporter assez de carburant pour être à même de survoler pendant deux heures le champ de bataille ; utiliser des pistes d'une longueur inférieure ou au plus égale à 1 000 mètres, et enfin intervenir, quel que soit le temps, le jour et la nuit. »



● Le Hawker P.1081 britannique est un chasseur d'interception monoplace à aile et empennages en flèche à 35°. Il dérive de l'appareil expérimental P.1052 avec une tuyère unique centrale remplaçant la tuyère

en fourche montée jusqu'ici sur tous les avions à réaction de Hawker et qui permet l'emploi de la post-combustion pour améliorer les performances. Des réservoirs supplémentaires ont été prévus sous les ailes.



LE CHASSEUR FIAT G. 80 est un appareil à aile en flèche réalisé en deux versions dont l'une équipée d'un turboréacteur Rolls-Royce « Nene » atteint une

vitesse de 920 km/h. La légèreté remarquable de cet avion (5 tonnes) laisse à penser que sa maniabilité à très grande altitude doit rester excellente.

Pour le moment, l'appareil qui satisfèrait Mark Clark semble difficile à construire et il faut accepter un compromis.

On peut concevoir un avion tactique léger et un avion tactique lourd.

A l'heure actuelle, c'est sur ce dernier que semblent se concentrer les études et les réalisations occidentales. Un des types les plus réussis en est le Douglas A2D « Skyshark » de l'aviation navale américaine.

Un autre appareil extrêmement intéressant, construit au Canada, est le CF-100 « Canuck », biplace bireacteur à long rayon d'action destiné à voler à travers les espaces arctiques.

Si ses brillantes performances sont confirmées, le « Canuck », chasseur de pénétration par excellence, pourrait être lui aussi une des solutions « lourdes » du problème du chasseur tactique. Il a cependant l'inconvénient capital d'aller trop vite auprès du sol et d'exiger des terrains énormes. Il est donc sans doute inférieur au « Skyshark » qui réalise notre idéal d'armement, de blindage et d'autonomie et dont la vitesse est très suffisante pour qu'il puisse combattre sans trop de désavantage contre des chasseurs à réaction à peine plus rapides et évoluant beaucoup plus difficilement.

Ainsi notre avion tactique lourd type « Skyshark » pourra se passer d'escorte de chasse. Il pourra également travailler de nuit et naviguer avec précision dans toute la zone de combat ; il pourra enfin, à volonté, marcher à une allure raisonnable.

Il est intéressant en effet de rechercher dans quelle mesure la vitesse intervient sur la navigation et l'identification des objectifs.

La navigation à grande vitesse est, on le sait, extrêmement difficile. Elle ne se conçoit que sur un théâtre d'opérations entièrement équipé ou les pilotes puissent avoir à leur disposition tous les procédés modernes (aides radioélectriques) de repérage. Lancer

sans les perfectionnements modernes des appareils type « Shooting Star » ou « Thunderjet » en Corée était possible, uniquement parce que la Corée est une presque île et que par beau temps il suffisait d'une minute et d'un coup d'œil au pilote perdu pour se repérer immédiatement. Par mauvais temps, la méthode consistait à faire cap à l'est ou à l'ouest et à suivre la côte vers le sud. On arrivait toujours à Fusan. Mais tous ceux qui ont fait des exercices de navigation dans les Landes ou le Massif Central avec des appareils ayant beaucoup moins d'une heure d'autonomie savent quelle est l'angoisse du pilote qui se trouve en panne de radio. Bien entendu, à partir du moment où le théâtre d'opérations est équipé et où les « jets » disposent d'une autonomie suffisante, le problème perd de son acuité ; il ne faut pourtant pas le sous-estimer.

En ce qui concerne la recherche des objectifs, on montre facilement qu'un avion volant à 1 100 km/h à 1 900 m se trouve sensiblement dans les mêmes conditions qu'un avion volant à 300 km/h à 500 m. Dans de telles conditions, qui sont bien connues, on peut peut-être repérer certains objectifs, mal camouflés, dont on connaît a priori l'existence. Il serait difficile de les rechercher.

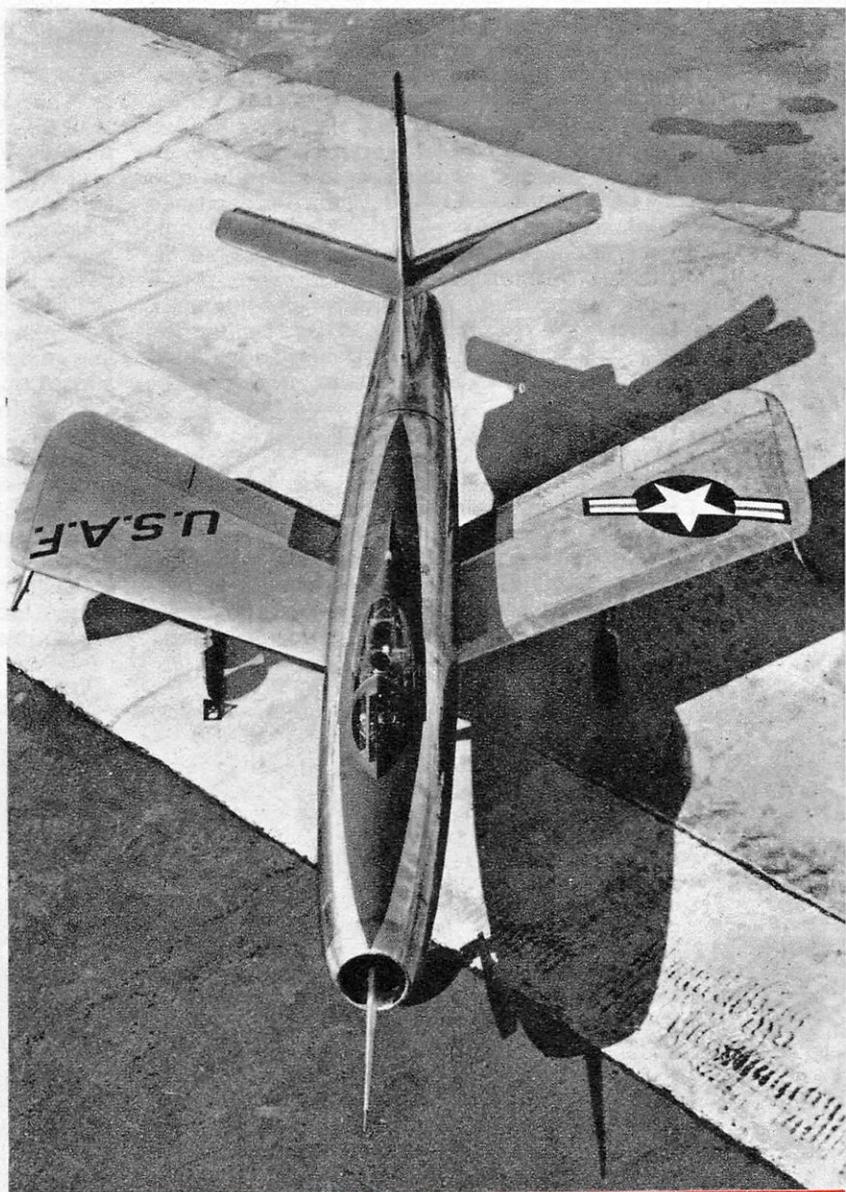
Si donc la vitesse a des avantages, elle a aussi des inconvénients sérieux. L'appareil tactique lourd — à réaction ou à pistons — aura par ailleurs ceux d'être extrêmement coûteux et de nécessiter une infrastructure de terrains modernes.

On peut également concevoir, dans une vision des choses toute différente, un avion tactique extrêmement léger, qui aurait comme inconvénient d'être vulnérable, donc de nécessiter une escorte de chasse type 1945, mais qui aurait l'avantage d'être bon marché et de pouvoir être utilisé sur n'importe quel terrain de gazon type 1914-1918,

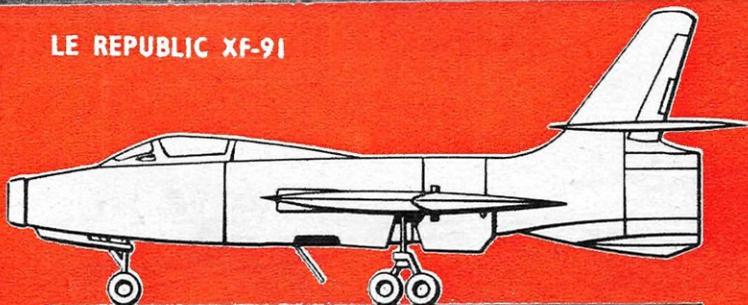
La voie semble tracée sur le « Cyclope » de Maubousin, qui, muni d'un réacteur Szydlowski à double flux donnant 300 kg de poussée pourra atteindre 500 km de vitesse horaire et avoir une autonomie de plus d'une heure. Muni de deux mitrailleuses lourdes et de quelques roquets dans le nez du fuselage, équipé d'un petit poste V.H.F., le « Supercyclope » peserait moins d'une tonne et pourrait décoller et atterrir sur n'importe quel terrain de gazon ayant 300 à 400 mètres de longueur. Cet appareil aurait donc deux avantages énormes. Tout d'abord, il libérerait l'aviation de l'énorme servitude des terrains modernes avec leurs pistes en dur effroyablement chères. En second lieu, il serait extrêmement bon marché : on peut avancer le chiffre de 3 millions, dans le cas d'une construction en grande série. Ainsi, pour 3 milliards, on pourrait avoir 1 000 avions tactiques légers très certainement aptes à donner, de jour, un appui aux troupes au sol. Certes, il y a de nombreuses objections à une solution de ce genre, dont la plus forte est la question de la vulnérabilité. Cependant il est certain — et on le voit de plus en plus nettement — que l'aviation est entrée dans une impasse avec la recherche effrénée de la vitesse à tout prix et toutes les complications d'infrastructure et de consommation qu'elle amène. Il n'est pas du tout certain que les futures formes de la guerre soient favorables à une telle évolution du matériel et qu'on ne soit pas amené à revenir à des appareils plus rustiques, plus simples et meilleur marché, comme celui dont nous venons d'évoquer une figure à peine ébauchée.

D'après certains renseignements, d'ailleurs, l'U.R.S.S. aurait commencé la construction d'avions tactiques légers en faisant des sacrifices sur le blindage et même sur l'armement.

Quoi qu'il en soit, à l'heure actuelle, on peut dire qu'en



LE REPUBLIC XF-91



● Chasseur d'interception à haute altitude, le XF-91 a été spécialement étudié en vue d'une vitesse ascensionnelle élevée. Quatre moteurs fusées, ajoutant leur poussée à celle du turboréacteur J-47, lui permettent d'atteindre une vitesse voisine de celle du son en vol horizontal. Il présente plusieurs particularités aérodynamiques : aile plus profonde aux extrémités qu'à l'emplanture, incidence variable, améliorant les performances de l'appareil à faible vitesse.

aucun pays du monde on n'a encore résolu le problème de l'avion tactique, non parce qu'il a été mal posé, mais parce qu'il n'a pas été posé du tout. On a pensé à utiliser comme dans le dernier conflit des chasseurs ou des bombardiers moyens. Mais c'est là une solution de paresse qui montre une fois de plus que les responsables de l'élaboration des doctrines ne doivent pas être à la remorque des techniciens. En déclarant qu'il était impossible de réaliser des turboréacteurs de moins d'une tonne de poussée, les techniciens occidentaux ont lancé l'aviation à réaction dans l'enfer des grandes puissances, des poids augmentant sans arrêt, d'une infrastructure monstrueuse.

LA RECONNAISSANCE

Une des premières remarques qu'on doit faire si on considère avec franchise les résultats des derniers conflits, et si on passe au crible de la critique les coups de trompette des propagandistes de l'air, est que si la reconnaissance aérienne stratégique est à peu près complètement au point, la reconnaissance

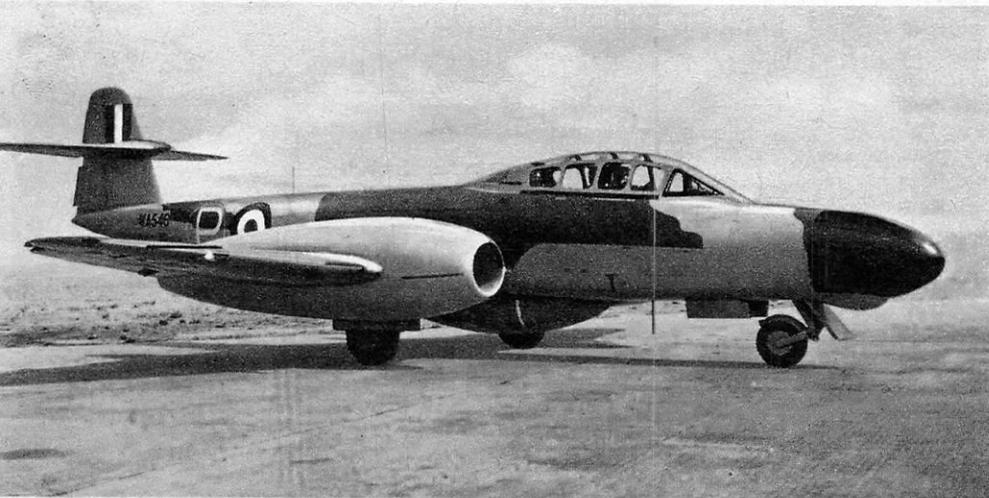
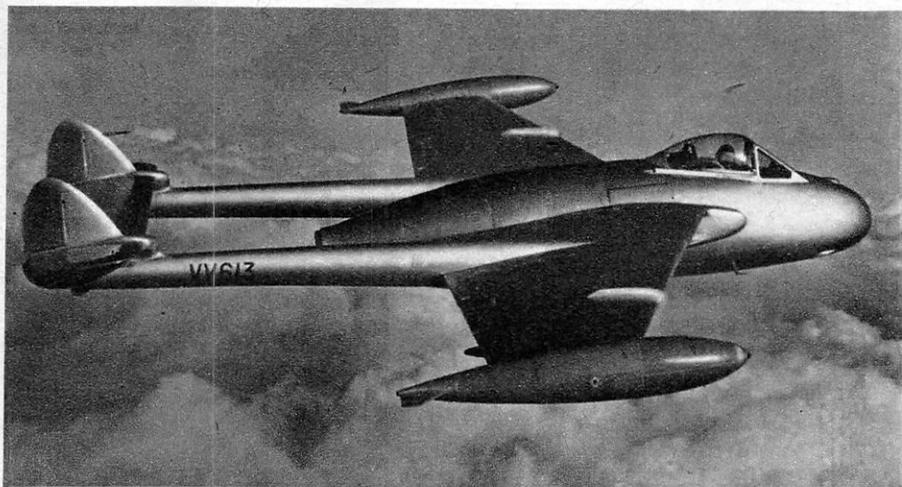
tactique par contre est encore dans l'enfance. Malgré les apparences, on n'a presque pas fait de progrès dans ce domaine depuis l'époque héroïque où le lieutenant Wateau signalait l'infléchissement vers le sud-est des troupes de Von Kluck négligeant Paris.

Les raisons de cet état de choses sont les suivantes. D'une part, l'augmentation des performances des appareils a permis d'aller chercher au loin, par photographies aériennes prises de jour, des renseignements stratégiques qui ne se modifient que lentement et qui, par conséquent, supportent sans peine une recherche discontinuée. La reconnaissance stratégique a donc fait d'immenses progrès. Par contre, la reconnaissance tactique qui, pour être efficace, devrait recueillir presque continuellement le nombre considérable de renseignements susceptibles de permettre de reconstituer l'évolution de la situation dans la zone de combat, reste soumise à deux difficultés essentielles : le mauvais temps et surtout la nuit. Ces deux obstacles sont jusqu'à maintenant prohibitifs.

L'augmentation de vitesse des véhicules

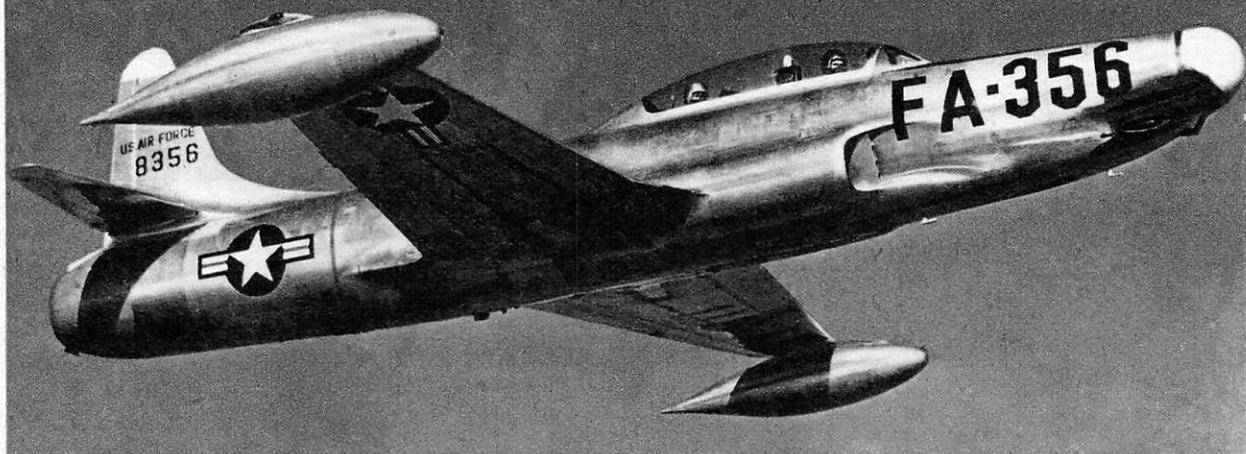
D.H. 112 « VENOM »

Le « Venom » F.B.1, chasseur-bombardier de la R.A.F. dérive du De Havilland « Vampire ». Il en existe une version récente destinée à la chasse de nuit : le « Venom » N.F.2, dont une sous-version adaptée à l'emploi sur porte-avions a été commandée par la Marine britannique. Le N.F.2. est un biplace avec sièges côte-à-côte pour le pilote et l'opérateur radar. L'avant du fuselage, où est logé le radar, a été élargi.



« METEOR » N.F. 11

Cet appareil construit par Armstrong Whitworth, est le premier chasseur de nuit à réaction de la R.A.F. C'est une version dérivée du Gloster « Meteor ». Le nez de l'appareil a été spécialement aménagé pour recevoir un équipement radar. L'armement, qui se trouvait dans le fuselage, a été installé dans les ailes. Les deux sièges en tandem pour le pilote et pour l'opérateur radar, sont éjectables.



LE LOCKHEED F-94, dérivé du F-80 « Shooting Star », est un chasseur biplace d'interception tout temps, muni d'un radar d'exploration à la partie avant du fuselage. Il est en service dans l'U.S. Air Force où il

équipe en particulier les groupes de chasse chargés de la surveillance du centre atomique de Hanford. La dernière version F-94 C diffère du F-94 A par l'adoption d'une aile mince et d'un réacteur plus puissant.

terrestres fait qu'un laps de temps d'une nuit permet de changer complètement le tableau tactique sur le front d'une armée. Des qu'un général n'a pas la supériorité aérienne, il s'empresse de faire tous ses mouvements de nuit. Aussi bien, de nombreuses surprises tactiques ont elles été constatées pendant le dernier conflit.

Ces échecs de la reconnaissance proviennent essentiellement du manque de continuité qui, jusqu'à maintenant, a caractérisé la recherche.

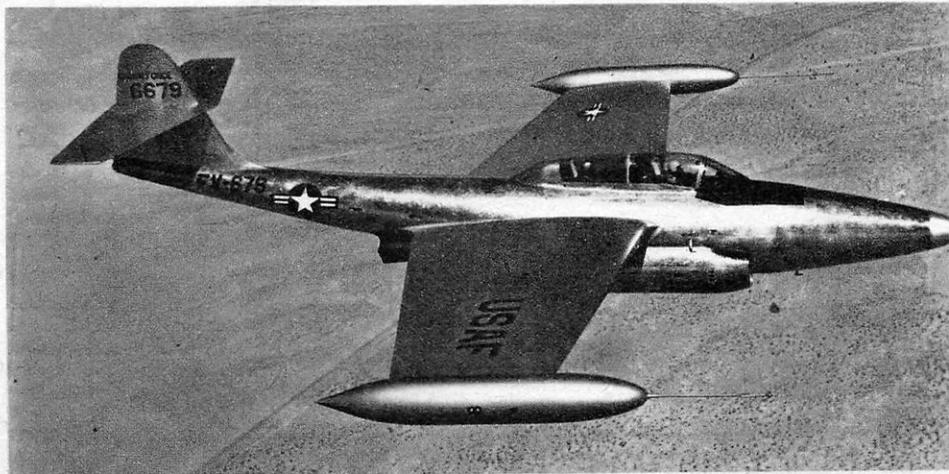
Ce n'est qu'à la fin de 1944, en effet, qu'on a vu apparaître le procédé Edgerton permettant de prendre de multiples photos de nuit et remplaçant le procédé des bombes éclairantes qui était militairement insoutenable, l'avion, qui ne pouvait transporter plus de 12 bombes au magnésium, devant marcher en ligne droite 30 secondes après le largage de de la bombe, et certains objectifs nécessitant 4 à 5 de ces engins !

Malgré ces premiers progrès, on peut dire que la reconnaissance de nuit reste dans l'enfance.

Il faut remarquer ici que ce qui importe pour résoudre ce problème est non pas de construire un avion nouveau, mais bien de réaliser un matériel d'équipement révolutionnaire. A dire vrai, l'avion de reconnaissance spécialisé n'existe pas. Il suffit d'installer à bord du meilleur avion de chasse ou de bombardement léger en service l'équipement le plus moderne, pour avoir l'avion de reconnaissance tactique ou stratégique le meilleur. Aussi bien le règlement de l'aviation de renseignement française déclare-t-il : « A chaque stade de l'évolution, l'aviation de renseignement devra profiter des progrès réalisés dans le domaine aéronautique de façon à utiliser le meilleur matériel du moment une fois que celui-ci aura été adapté à ses besoins particuliers ». Et ce règlement ajoute : « Il est incontestable que le radar, la photo-

F-89 « SCORPION »

Le Northrop F-89 « Scorpion » est le premier chasseur tout temps adopté par l'Air Force américaine. Plus de 500 exemplaires sont en commande. C'est un appareil lourd (plus de 13 tonnes), biplace en tandem, remarquable à la fois par sa vitesse (960 km/h), son rayon d'action (3 000 km avec réservoirs auxiliaires) et sa puissance de feu (6 canons de 20 mm). Le radar est installé à l'avant du fuselage.



CARACTÉRISTIQUES DES APPAREILS DE CHASSE

CONSTRUCTEURS	DESIGNATION	ENVERG.	POIDS EN CHARGE	MOTEURS	VIT. MAX.	AUTO-NOMIE	PLAFOND	EQUIPAGE	OBSERVATIONS
		m	kg	puis. (ch) ou poussée (kg) totales	km/h	km	m		
ARGENTINE									
INST. AER. DE CORDOBA	"Pulqui" II	10,6	5 550	1 R.R. "Nene" : 2 270 kg	1 040		15 000	1	interception; 4 can. 20 mm.
CANADA									
AVRO	C.F. 100 "Canuck"	15,85	12 250	2 R.R. "Avon" : 5 500 kg ou 2 Avro "Orenda" : 6 300 kg	1 100		12 500	2 éj.	Interception; tt. temps; 4 can. 30 mm, radar.
ÉTATS-UNIS									
LOCKHEED	F-80 "Shooting Star"	11,85	6 900	1 All. J-33 : 2 450 kg	960	4 000	13 700	1	intercept., 6 mit. 12,7 mm.
	XF-90	12,2	11 350	2 West. J-34 : 2 700 kg + post-combustion	1 120	2 500	13 500	1 éj.	interception et pénétration; 8 can. 20 mm.
	F-94 A	11,85	6 900	1 All. J-33 : 2 50 kg + post-combustion	960	1 730	14 800	2 éj.	tout temps; 4 mit. 12,7 mm, bomb. radar.
	F-94 C	11,85	7 900	1 P. & W. J-48 : 2 800 kg + post-combustion	1 040		14 800	2 éj.	vers. ailes minces du F-94 A.
Mc DONNELL	XF-88 "Voodoo"	12,2	13 500	2 West. J-34 : 2 700 kg + post-combustion	1 100	2 750	12 200	1 éj.	interception; 6 can. 20 mm.
NORTH AMERICAN	F-86 D "Sabre"	11,28	8 000	1 G.E. J-47 : 2 360 kg + post-combustion	1 130	2 200	13 700	1 éj.	interception; 6 mit. 12,7 mm.
	F-86 E "Sabre"	11,28	8 000	1 G.E. J-47 : 2 360 kg + post-combustion	1 130		16 000	1 éj.	intercept. hte alt.; 6 mit. 12,7 mm.
	YF-93 A	11,9	9 000	1 P. & W. J-48 : 2 800 kg + p.-c.	1 050		15 250	1	pénétration; 6 mit. 12,7 mm.
NORTHROP	F-89 A "Scorpion"	15,25	13 600	2 All. J-35 : 5 400 kg + p.-c.	960	3 000	12 000	2 éj.	tout temps; 6 can. 20 mm, radar.
REPUBLIC	F-84 E "Thunderjet"	11,28	9 450	1 All. J-35 : 2 270 kg	980	2 700	13 700	1	chas. - bombardier; 6 mit. 12,7 mm.
	F-84 F "Thunderjet"	10,37	11 250	1 All. J-35 : 2 340 kg ou 1 Wright J-65 : 3 240 kg	1 120		13 700	1	chas. - bombardier; vers. ailes en flèche.
GR.-BRETAGNE									
DE HAVILLAND	D.H. 100 "Vampire" 5	11,5	5 600	1 D.H. "Goblin" : 1 410 kg	860	1 750	12 200	1	interception; 4 can. 20 mm.
	D.H. 113 "Vampire" NF	11,59	6 000	1 D.H. "Goblin" : 1 590 kg	880			2	tout temps; 4 can. 20 mm, radar.
	D.H. 112 "Venom" F.B. I		5 500	1 D.H. "Ghost" : 2 270 kg	950		15 000	1	interception; 4 can. 20 mm.
	D.H. 112 "Venom" NF 2	11,7	6 000	1 D.H. "Ghost" : 2 270 kg	950		15 000	2	tout temps; 4 can. 20 mm.
GLOSTER	"Meteor" 8	11,33	7 800	2 R.R. "Derwent" : 3 240 kg	960	2 500	13 400	1 éj.	chas. - bombardier et d'intercept.; 4 can. 20 mm.
	"Meteor" NF 11 (Arm. Wh.)	13,1	8 900	2 R.R. "Derwent" : 3 240 kg	950			2 éj.	tout temps, 4 can. 20 mm, radar.
	"Meteor" P.V.	11,33							chass. - bombardier; 2 can. 30 mm, 4 can. 20 mm.
HAWKER	P. 1081	9,6	6 000	1 R.R. "Nene" : 2 270 kg + p.-c.	1 100			1 éj.	interception; 4 can. 20 mm.
VICKERS SUPERMARINE	535	9,66	6 000	1 R.R. "Nene" : 2 270 kg + p.-c.	1 000	1 900	14 000	1 éj.	interception; 4 can. 20 mm.
ITALIE									
FIAT MACCHI	G-80 MB-324		5 300	1 R.R. "Nene" : 2 270 kg	920 900	850	13 500	1 éj.	Interception.
SUÈDE									
SAAB	J 21-R	11,6	4 300	1 D.H. "Goblin" : 1 500 kg	850		12 400	1 éj.	interception; 1 can. 20 mm, 4 mit. 12,7 mm.
	J 29	11	5 580	1 D.H. "Ghost" : 2 270 kg	1 050			1 éj.	interception; 4 can. 20 mm.

● Voir pour les appareils français le chapitre des « Réalisations françaises ».

graphie à travers les nuages, la télévision, etc., sont autant de techniques qui, si elles sont encore mal connues, n'en sont pas moins capables d'améliorer bientôt la qualité du renseignement aérien, sa continuité, et la rapidité de sa diffusion ».

Il est bien certain, en effet, que c'est dans la voie indiquée par le règlement qu'il faut chercher la solution du problème.

C'est en novembre 1942 que fut réalisée en Amérique la première expérience de télévision aérienne. Les résultats furent satisfaisants et un « Catalina » de la marine poursuivit des essais qui, à l'époque, nécessitaient un équipement pesant 700 kg.

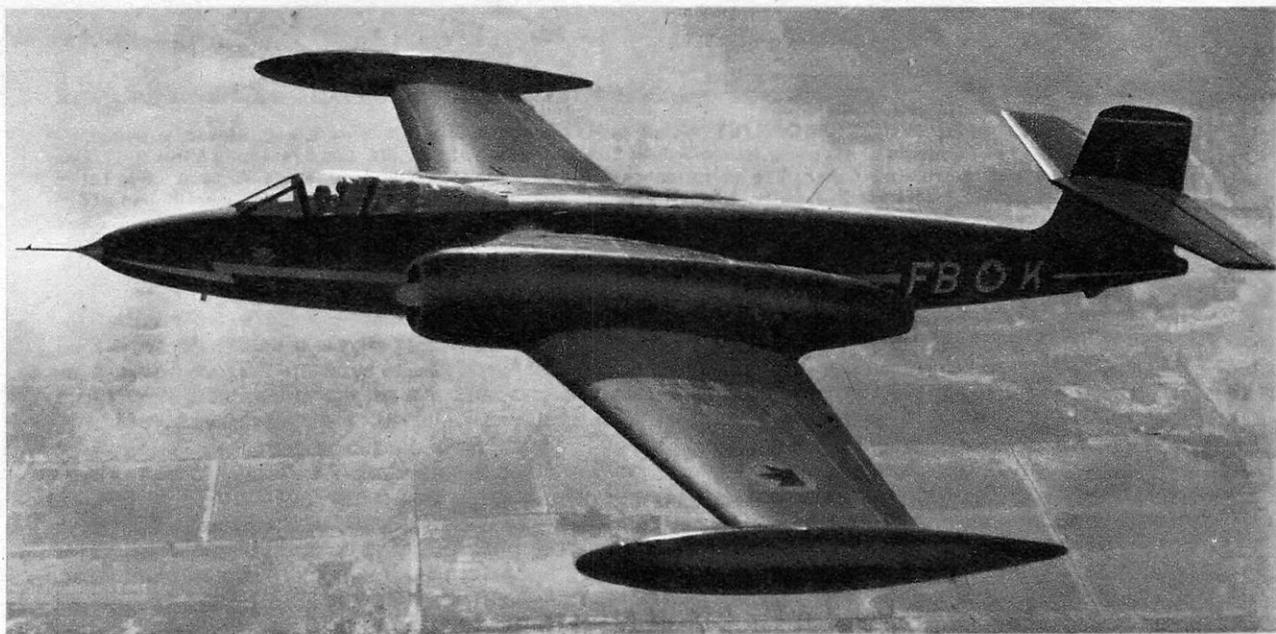
En 1945, de nouveaux essais furent repris avec un matériel plus léger et perfectionné.

de télévision pour pouvoir étudier des situations à tête reposée.

Malheureusement, si la télévision résoud le problème de la continuité, elle ne le fait que de jour, et même par beau temps. Or, l'ennemi n° 1 de la reconnaissance aérienne est la nuit.

Contre cet ennemi, nous pouvons espérer profiter des progrès faits dans le domaine de l'infrarouge et du radar.

L'infrarouge comprend la bande de radiations qui va de 1 à 100 microns. Au point de vue propagation, il se comporte comme la lumière, mais a une diffusion moins grande : vers 10 microns il traverse les brumes de beau temps. Les effets thermiques de l'infrarouge lointain (vers 10 μ) sont extrêmement inté-



L'AVRO C.F.-100 « CANUCK » construit au Canada par la filiale de la Société anglaise A.V. Roe, est le chasseur tout temps actuellement à l'ordre du jour. On en attend des performances remarquables avec

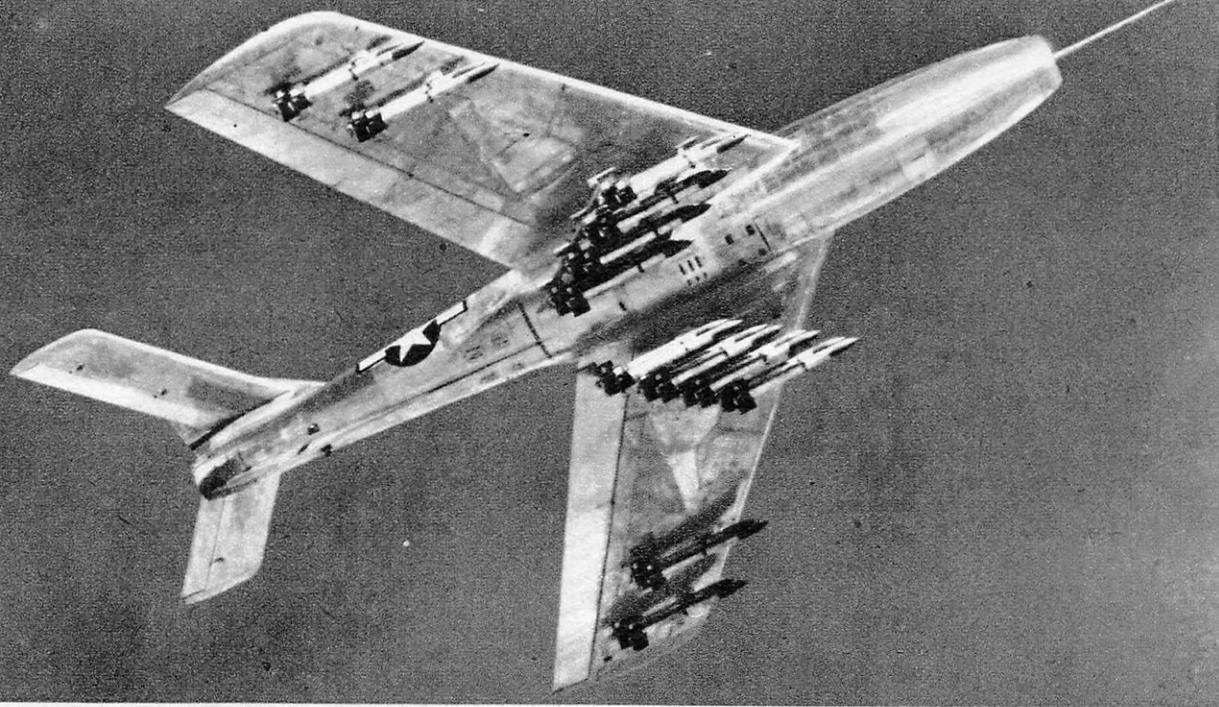
2 turboréacteurs « Orenda ». La cellule est classique : pas d'aile en flèche, empennages normaux, et cependant sa vitesse est donnée pour 1 100 km/h. Equipé de radars ultramodernes, il aurait des canons de 30 mm.

Un avion survolant Philadelphie à 3 000 m envoya des images à Patuxent River, à 200 km de distance. Sur les images, on distinguait les maisons, les voies ferrées, les bateaux, etc. L'intérêt militaire du procédé n'était pas niable, mais il nécessitait un équipement encore lourd et un avion à équipage d'au moins 3 hommes. De plus, la portée n'était que de 200 à 300 km. Depuis cette époque, de gros progrès ont été faits. On peut aujourd'hui, avec le Colonel Achard James, « concevoir l'adjonction d'un œil volant à chaque P.C. Le chef aura alors constamment devant lui sur un écran la vision de son champ de bataille, continue et dans toute sa mobilité ». De temps en temps, on photographiera l'écran

ressants pour la Marine, où le « paysage thermique » est simple. Ils le seraient aussi pour l'Armée de l'air si l'équipement n'était pas si encombrant et ne nécessitait pas une stabilisation gyroscopique qui le rend inacceptable sur avion. On peut cependant espérer des progrès dans ce domaine.

L'infrarouge moyen (vers 3 μ), qui utilise des récepteurs semi-conducteurs sensibles aux radiations émises par les buts a été étudié dès 1945 par les Allemands qui avaient équipé de cellules à sulfure de plomb un Messerschmitt 163. Cette technique est en pleine évolution.

Enfin l'infrarouge proche (vers 1,2 μ), où on utilise la réflexion sur l'objectif de



LE REPUBLIC F-84F « THUNDERJET » est la version à aile en flèche du chasseur-bombardier F-84 E actuellement en service en Corée. Les performances et l'armement du F-84 F sont supérieurs à ceux du

« E » ; il pourrait atteindre une vitesse supérieure à 1100 km/h et effectuer des opérations à très long rayon d'action. Il doit être construit en série pour l'U. S. Air Force qui en a commandé une quantité importante.

radiations émises par une source liée à l'opérateur, a déjà permis aux Allemands de construire des détecteurs pour la chasse de nuit. Ils avaient même étudié des têtes chercheuses pour les projectiles autopropulsés. Par ailleurs, les Américains avaient réalisé des « sniperscopes » montés sur carabine. Il est certain que l'exploration du paysage en infrarouge par lunette électronique permet théoriquement de résoudre le problème de la recherche de nuit. Malheureusement, pour le moment, les portées restent assez faibles.

En ce qui concerne le radar, on a déjà obtenu des images de ports suffisamment nettes pour qu'on distingue nettement des bateaux à l'ancre ou évoluant et qu'on puisse les compter. Il ne faut cependant pas attendre de gros progrès de ce procédé, d'une part parce qu'il sera difficile d'utiliser des longueurs d'ondes inférieures à 3 cm, leur propagation devenant fantaisiste, de l'autre surtout parce que le radar est un procédé indiscret. On sait que pendant la dernière guerre, les chasseurs allemands faisaient du « homing » sur les bombardiers anglais qui faisaient marcher leur radar. Néanmoins, dans certains domaines, (ports, côtes, pistes de décollage) les radars modernes permettront de donner de fort utiles renseignements.

Ainsi, quoiqu'on ne soit pas encore en possession d'équipements de série, on peut espérer que la reconnaissance aérienne va sortir de sa médiocrité.

La reconnaissance stratégique, qui peut encore rester discontinue, continuera à utiliser la photographie de jour, avec ses perfection-

nements (développement et tirage ultrarapides). L'avion, qui sera un bombardier rapide à grand rayon d'action du type B-45, effectuera ses tirages en l'air et enverra les principaux renseignements, soit par radio, soit par émetteur de télévision lorsqu'il se rapprochera de son terrain.

La reconnaissance tactique, qui doit être continue, utilisera de jour la photographie et la télévision, de nuit la photographie, la détection infrarouge et accessoirement le radar. L'appareil utilisé sera un chasseur tout temps (biplace) du type F-94. De nuit on pourra utiliser également le B-45.

A l'heure actuelle, il est certain que c'est dans la voie qui vient d'être indiquée que se sont lancées les grandes nations. Le F-80 « Shooting Star », le F-86 « Sabre » et le F-93 ont déjà des versions reconnaissance sans qu'on sache de quels équipements ils sont dotés. Il en est de même du « Meteor X » anglais et de l'« Ouragan » français. Dans le domaine stratégique le « Canberra », le B-45, le B-36, le B-51 ont tout ce qu'il faut pour faire, chacun dans leur genre, d'excellents appareils de reconnaissance.

Il est certain que les Russes procéderont de la même façon : tout n'est en cette affaire qu'une question d'équipements.

Il faut avant de terminer dire un mot de l'observation qui doit être nettement séparée de la reconnaissance et posséder un matériel particulier. L'observation consiste essentiellement dans la recherche et la transmission de renseignements intéressant une bande très étroite de terrain aux environs du front

(repérage d'objectifs d'artillerie, réglage de tirs, etc...). Elle est exécutée par des appareils qui restent dans nos lignes, comme jadis les ballons et les Piper « Cub ». Pour un pareil genre de travail, l'hélicoptère s'impose comme l'engin idéal, grâce à sa faculté de se poser n'importe où et à sa maniabilité.

L'AVIATION DE BOMBARDEMENT

L'aviation de bombardement reste l'arme offensive par excellence. Complément indispensable de l'aviation de chasse, elle fait peser sur l'ennemi une menace permanente. Elle le provoque à la bataille aérienne, et permet d'acquérir la suprématie au-dessus de son territoire.

Seule actuellement à pouvoir porter le feu et la destruction au cœur même des pays adverses, l'aviation de bombardement reste l'arme de la guerre totale, de la guerre des grands espaces et des ripostes immédiates.

Arme de la manœuvre par excellence, elle permet, selon le matériel mis en service, la concentration rapide dans le temps et dans l'espace d'une force militaire considérable. Selon son emploi en opérations indépendantes ou au bénéfice des forces de surface, on la qualifie de stratégique ou de tactique.

LE BOMBARDEMENT STRATÉGIQUE

L'aviation stratégique est l'arme des opérations indépendantes de grande envergure. Elle porte à grande distance la destruction chez l'ennemi en s'attaquant à son potentiel vital, économique ou humain.

Certes, l'aviation stratégique, arme d'une doctrine, est, comme toutes les doctrines,

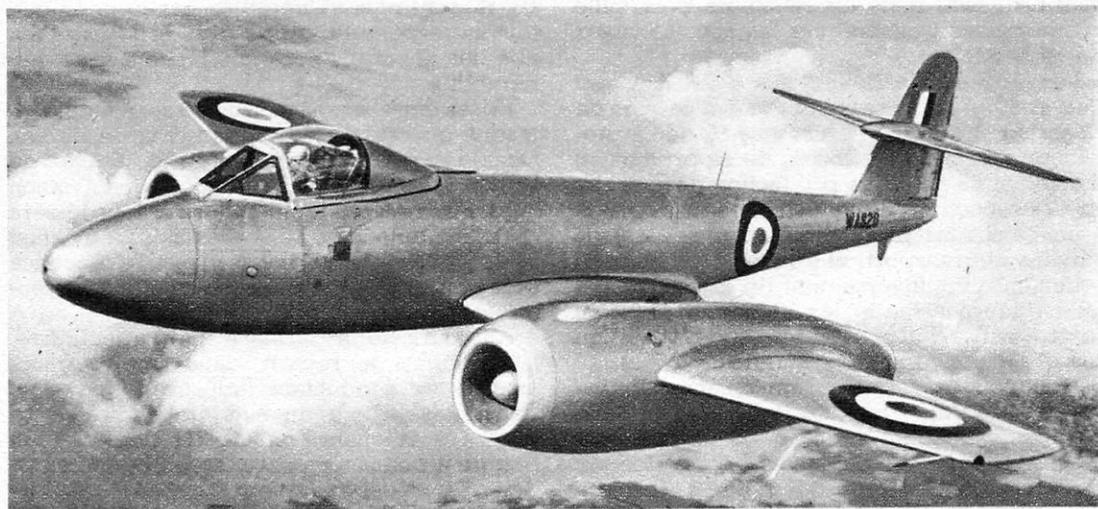
passionnément discutée. Les disciples de Douhet ou de Seversky voient en elle l'instrument d'un impérialisme aérien et de la maîtrise du monde par la maîtrise des airs. D'autres, se basant sur certains résultats mal interprétés de la deuxième guerre mondiale, nient son utilité et oublient que la pleine efficacité de l'arme suppose la suprématie aérienne. De toute façon, la doctrine de Seversky amène à une stratégie particulièrement difficile puisqu'elle se joue à travers d'autres stratégies, et qu'elle commande d'abord une politique du temps de paix comme du temps de guerre. Politique non seulement de suprématie aérienne, mais de suprématie tout court. Une aviation stratégique forte suppose un pays fort.

Depuis dix ans déjà cette stratégie se joue à l'échelle mondiale.

Dans les perspectives d'un conflit futur, si l'on jette les yeux sur une vue polaire du globe, on constate que le potentiel de guerre mondial se trouve localisé en un certain nombre de points remarquables.

Dans la recherche des zones industrielles, au premier rang s'impose le groupe très concentré de l'Europe Centrale et Occidentale et celui de l'Amérique du Nord-Est. En Asie, l'U.R.S.S. est en train de constituer un groupe très puissant avec le combinat Oural-Kouznets. Les autres foyers ne sont que secondaires : en Asie Orientale, le Japon ; en Océanie, la Nouvelle-Zélande et l'Australie ; en Afrique, l'Union Sud-Africaine ; en Amérique du Sud, le Brésil et l'Argentine. Cependant, aucun de ces pays n'est capable de travailler seul. Il ne reste donc en présence que les Etats-Unis d'une part, l'U.R.S.S. d'autre part. Au centre, l'Europe Occidentale sert d'état-tampon.

Dans l'éventualité depuis longtemps prévue d'un conflit avec l'U.R.S.S., les Etats-Unis



LE GLOSTER « METEOR » 8 est la récente version de chasse du « Meteor » actuellement fabriquée en série pour la R. A. F. et les Armées de l'air de Hollande, Belgique, Danemark et Australie. Il est norma-

lement équipé de réacteurs « Derwent » ; sur la photographie ci-dessus, il est équipé à titre expérimental de deux réacteurs Armstrong-Siddeley « Sapphire » de 3275 kg de poussée. Il peut emporter 16 rockets.

CARACTÉRISTIQUES DES AVIONS DE BOMBARDEMENT

CONSTRUCTEURS	DESIGNATION	ENERG.	POIDS EN CHARGE	MOTEURS	VIT. MAX.	AUTO-NOMIE	PLAFOND	EQUIPAGE	OBSERVATIONS
		m	kg	puis. (ch) ou poussée (kg) totales	km/h	km	m		
ÉTATS-UNIS BOEING	B-50 D "Superfortress"	43,75	74 000	4 P. & W. R-4 360 : 14 000 ch	640	9 600	12 000	11	bomb. strat. moyen; 13 mit. 12,7 mm
	B-47 "Stratojet"	35,4	83 000	6 G.E. J-47 : 13 440 kg + fusées Jato	980	6 400	12 500	3	bom. strat. moyen.
	XB-52		160 000	8 P. & W. J-57 : 32 000 kg	960	10 000		9	bomb. strat. lourd.
CONSOLIDATED-VULTEE	B-36 D	70,15	160 000	6 P. & W. R-4 360 : 21 000 ch + 4 G.E. J-47 : 13 440 kg	700	16 000	13 500	15	bomb. strat. lourd; 16 can. 20 mm.
MARTIN	XB-51	16,77	20 250	3 G.E. J-47 : 7 050 kg + fusées Jato	930	4 000	13 700	2 éj.	bomb. tactique.
NORTH AMERICAN	B-45 "Tornado"	27,3	38 400	4 G.E. J-47 : 9 400 kg	880	3 600	12 000	4	bomb. tact.; 2 mit. 12,7 mm.
GR.-BRETAGNE AVRO	694 "Lincoln"	36,57	37 200	4 R.R. "Merlin" 85: 5 600 ch	460	5 700	6 710	7	bomb. strat.; 4 mit. 12,7 mm, 2 can. 20 mm.
	"Canberra"	19,5	18 500	2 R.R. "Avon" : 5 440 kg	960	3 200	13 000	3 éj.	bomb. tact.; const- ruit aux U.S.A. par Martin (B-57 A). bomb. strat.
ENGLISH ELECTRIC									
VICKERS	660		31 000	4 réacteurs					

● Voir pour les appareils français le chapitre des « Réalisations françaises ».

ont repris à leur compte la politique de la Route des Indes. Ils ont entouré le monde d'un système de points d'appui aérien comparable au système des bases navales établies précédemment par l'Angleterre. A partir de ces bases du littoral Nord-africain, des alliés arabes du Proche-Orient, du Japon et d'Okinawa, dans un rayon de trois mille kilomètres se trouvent tous les centres vitaux de l'U.R.S.S.

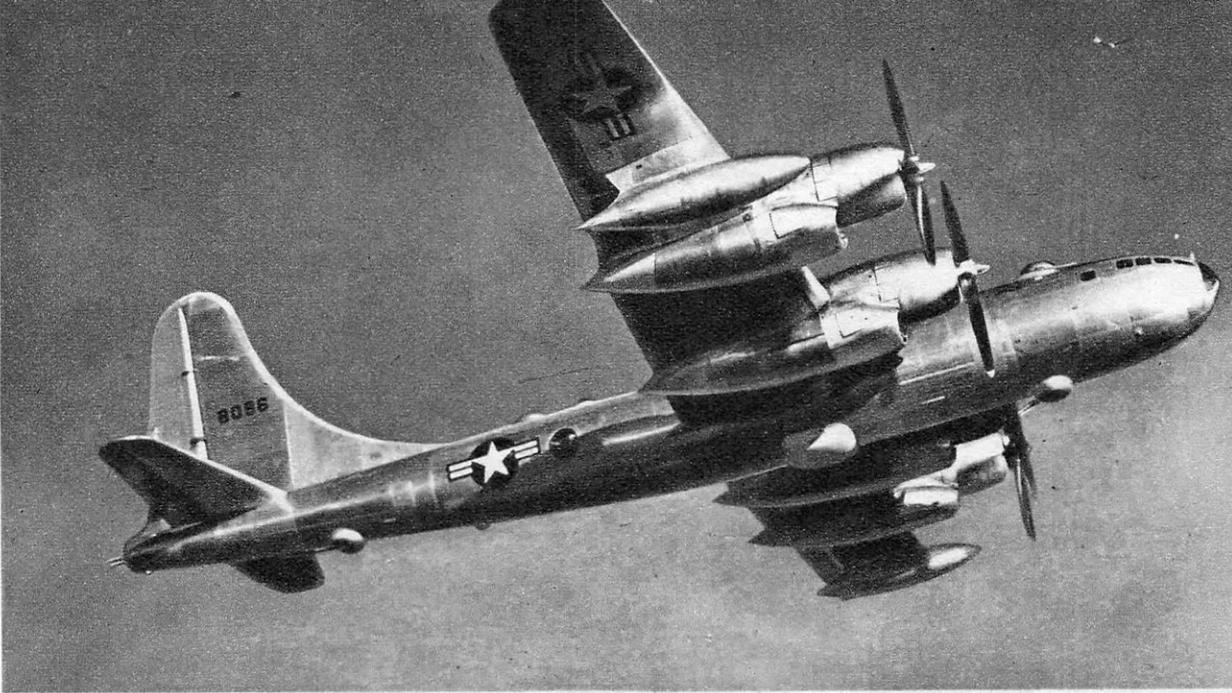
Les héritiers de Douhet aux U.S.A. pensent que si 20 villes russes subissaient le sort de Nagasaki, l'U.R.S.S. perdrait 99 % de sa production aéronautique, 60 % de sa production d'acier et 65 % de sa production de pétrole. La destruction de 80 villes réduirait l'U.R.S.S. à un pays sans production industrielle, sans moyens de transport, et sans moyens de télécommunication. Inversement, il n'est pas prouvé qu'à l'heure actuelle les Etats-Unis puissent se trouver à l'abri d'attaques de l'aviation russe. Le gouvernement américain a tout fait pour décongestionner l'implantation industrielle de l'Amérique du Nord-Est. Il reste cependant des cibles de choix, particulièrement exposées, sur les rives de l'Atlantique ou du Pacifique. Dans ce conflit à l'échelle du monde, la mappemonde nous donne un autre aperçu du problème. Tous les points de contact direct entre l'U.R.S.S. et les U.S.A. sont en régions arctiques. Toutes les routes les

plus courtes passent par le pôle. Depuis 1937, les avions russes survolent le pôle. Les Russes ont installé 80 stations météo dans l'Arctique. Les futurs belligérants accroîtront certainement ces dispositions, implanteront des radars, des bases militaires.

Une conclusion s'impose : l'U.R.S.S. et les U.S.A. sont plus vulnérables par le nord que tout autre point du globe. Seul le rayon d'action des appareils pose une limite à cette vulnérabilité.

Prises entre les mâchoires de cet étau gigantesque que deviennent les nations de l'Union Occidentale? La distance trop faible de l'U.R.S.S. les place sous les coups de l'aviation légère soviétique. Leur industrie lourde sera difficile à défendre. Les bases de leur aviation stratégique ne le seront pas moins. La tendance sera donc à leur suppression ou à leur décentralisation.

Au cours de la dernière guerre mondiale, l'Angleterre a réparti dans une certaine mesure sa production industrielle entre le Canada, l'Afrique du Sud et l'Australie. La France a la chance inouïe de posséder un Empire africain compact d'une richesse insondée. La décentralisation française peut se faire en A.O.F. ou en A.E.F. Si demain la France avait les moyens de posséder une aviation stratégique, c'est de Dakar, Bamako ou Fort Lamy que cette dernière pourrait s'envoler,



LE BOEING B-50 « SUPERFORTRESS », malgré son poids au décollage voisin de 75 tonnes, porte la dénomination de « bombardier moyen ». Avec son prédécesseur le B-29 qui date de la dernière guerre et dont il dérive, il constitue encore l'ossature de

l'aviation stratégique américaine. Sous sa version B-50 D améliorée, ses performances sont accrues par le ravitaillement en vol. Chaque appareil possède l'équipement standard qui lui permet de s'accoupler en vol par tube télescopique à un avion ravitailleur.

de même que la Royal Air Force peut prendre l'air de Kano, de Khartoum et de Nairobi.

C'est en fonction des tâches ainsi définies qu'une aviation stratégique peut être conçue.

On voit que la lutte U.S.A.-U.R.S.S., par le pôle ou non, nécessite des bombardiers d'un rayon d'action au moins égal à 8 000 km, pouvant voler haut et vite et emporter un tonnage de bombes aussi élevé que possible : en l'occurrence la bombe atomique. Depuis 1940, cette recherche permanente du poids, de la vitesse et du rayon d'action est manifeste.

Quels sont donc actuellement les matériels en présence ?

Il est d'abord à noter que, le B-47 américain mis à part, les bombardiers dont dispose actuellement l'aviation stratégique sont des avions de formule relativement classique équipés de moteurs à pistons. Nous trouverons du côté américain, le Convair B-36, appareil à très grand rayon d'action, le B-50 et le B-29 plus petits, à rayon d'action plus faible, mais équipés en dispositifs de ravitaillement en vol. Du côté russe, le Tu-170 est une copie du B-29, peut-être améliorée. Le B-47 américain, considéré jusqu'à présent comme bombardier léger, commence à entrer dans la classe des bombardiers stratégiques, eu égard à ses récentes augmentations de poids, donc vraisemblablement de rayon d'action.

Ces avions sont en service en nombre assez élevé. Le potentiel américain connu en B-36 et en B-50 est respectivement de l'ordre de 250 et 400. Quant au B-29, au moment de l'arrêt de la production, il en avait été construit 4 221.

Les Russes de leur côté posséderaient 500 Tu-170. On ignore le nombre approximatif de B-47 américains. Tout au plus sait-on que les commandes de 1950 portaient sur 82 appareils.

La mise en œuvre de ce matériel a amené de nombreuses discussions.

On sait la controverse acharnée dont le B-36 a été l'objet. On lui a reproché son manque de maniabilité et sa vulnérabilité aux attaques de la chasse adverse. L'Air Force a pu démontrer le contraire et pose actuellement le postulat que le B-36 est invulnérable du fait de la chasse. Il vole à 14 000 mètres, altitude où les chasseurs ne peuvent évoluer facilement. Sa détection par radar n'est pas non plus très aisée. Les radars actuels portent à 250 km. Le B-36 volant à 14 000 mètres d'altitude à la vitesse de 600 km/h est passé avant que les intercepteurs aient pu décoller, et il faut à ces derniers une dizaine de minutes pour atteindre cette altitude, et plusieurs autres minutes pour atteindre leur vitesse maximum.

Si le B-36 est invulnérable dans ces conditions, combien plus peut l'être un appareil du type du B-47 « Stratojet » volant à 1 000 km/h, à la même altitude ?

Cependant le rayon d'action des bombardiers à réaction laisse encore à désirer et il y a là une raison suffisante pour qu'on ne les voie guère équiper en grand nombre les formations de l'Armée de l'Air. Il n'en reste pas moins que dans la dernière version du B-47, qui deviendra le B-56, cet avion pèsera 91 tonnes et pourrait emporter 9 tonnes de bombes sur



LE CONSOLIDATED-VULTEE B-36 est l'avion de combat le plus gros du monde et le bombardier stratégique lourd standard de l'U. S. Air Force. Il équipe quatre groupes de bombardement (version B-36 D améliorée qui est dotée, outre les 6 moteurs de 3 500 ch,

de 4 réacteurs suspendus par deux sous l'aile) et deux groupes de reconnaissance (versions RB-36 D et E). Il se distingue à la fois par sa taille et ses perfectionnements techniques. Il vole à 700 km/h et emporte 10 t de bombes avec une autonomie atteignant 16 000 km.

une distance qu'on peut estimer à 12 000 km si l'accroissement de poids porte sur le carburant.

Mais le bombardier stratégique à réaction est encore l'exception, et les gros des adversaires ressortiront à la formule classique des B-36, B-50, et Tu-170 (qui dérive du B-29).

LES HANDICAPS DU BOMBARDIER STRATÉGIQUE

Quelles sont les difficultés auxquelles se heurte le bombardier stratégique?

Sous sa forme actuelle, le premier handicap vient des moteurs classiques qui l'équipent. Le public n'est pas sans savoir que certains avions comme le « Statocruiser » en service sur l'Atlantique Nord ont été sujets à des avaries de moteurs dues à un échauffement anormal aux grandes altitudes. Malgré les précautions prises, l'Armée de l'Air américaine a révélé que l'intervalle de fonctionnement entre révisions des moteurs qui équipent le B-36 et le B-50 n'était que de 225 heures, et que ce moteur était hors service après 1 200 heures de vol. Les moteurs à pistons n'arrivent pas à refroidir suffisamment, même par des températures de soixante degrés en dessous de zéro. Car les difficultés de refroidissement croissent aussi avec l'altitude.

Des études sérieuses sont menées pour résoudre ces difficultés. Cependant, comme la complexité des moteurs à pistons de puissance élevée est de plus en plus grande, il est à croire que ces moteurs seront remplacés

à brève échéance par des turbopropulseurs.

Le deuxième handicap vient de la vitesse des appareils et de la mission de guerre qu'ils accomplissent.

Le but d'un avion de bombardement est de lancer des bombes et éventuellement de se défendre par l'intermédiaire de ses armes de bord.

Or, il est révélé, d'après de nombreux essais effectués lors des deux dernières années, que les bombes larguées d'avions volant à grande vitesse culbutent dès leur départ, explosent prématurément ou n'ont aucune stabilité sur leur trajectoire.

Les munitions de bord sont soumises au même phénomène. Dans le tir de tourelle plein travers, les balles ricochent véritablement dans l'air, bondissant comme une balle de tennis coupée en tête.

En conséquence, de sérieuses études sont à mener. De nouvelles bombes, d'un dessin particulier, larguées à des vitesses voisines de 800 km/h ne culbutent plus. Mais elles se ralentissent rapidement dans leur chute. Tout permet donc de croire que la bombe classique future sera une bombe autopropulsée et stabilisée sur sa trajectoire, voire radio-guidée.

Même tendance pour les munitions de bord. Le B-36 F sera équipé de tourelles doubles servant au lancement d'engins air-air.

Si les deux handicaps du bombardier stratégique que nous venons d'exposer ont leur solution dans les perfectionnements de la technique, il est des difficultés de mise en



LE BOEING B-47 « STRATOJET » est un bombardier « moyen » malgré ses 83 tonnes au décollage. Il a été commandé en quantité importante par l'U. S. Air Force. Ses dimensions sont comparables à celles du B-50. Son équipage comprend trois hommes et sa

seule défense est une tourelle arrière télécommandée. Au décollage, à la poussée de ses six réacteurs s'ajoute celle de deux groupes de neuf fusées disposées sur les deux côtés du fuselage et capables de développer au total 9 000 kg. Il peut emporter 10 tonnes de bombes.

œuvre dont la solution est uniquement fonction de l'entraînement des équipages.

L'équipage doit en effet bombarder le point choisi avec une précision suffisante. Ce point est dans bien des cas à plusieurs milliers de kilomètres de la base de départ.

La navigation des « superbombardiers » ne nécessite pas l'emploi de super-navigateurs. Par contre, les radars panoramiques de bord se sont singulièrement développés et nécessitent aujourd'hui l'emploi d'un opérateur spécial. L'H 2 S qui équipait les « Halifax » au cours des missions de nuit sur l'Allemagne en 1945 a été remplacé sur le B-50 par l'A.P.Q. 13, et sur le B-36 par l'A.P.Q. 24. Ces radars possèdent des écrans répéteurs : grâce à eux, les membres de l'équipage intéressés possèdent, quelles que soient les conditions de vol, une vue permanente du sol. Le bombardement sera toujours possible.

D'aucuns pourraient critiquer la précision de ces bombardements. Les viseurs de bombardement gyroscopiques sont devenus automatiques, le viseur de bombardement pouvant agir sur le pilote automatique. Si le sol est en vue, le bombardier est maître de la manœuvre de bombardement. En dehors de la vue du sol, l'opérateur radar dirige l'avion. Au cours d'un bombardement radar, l'écart moyen des bombes tombant de 12 000 mètres est de l'ordre de 400 m. Si certains peuvent trouver cet écart élevé, qu'ils veuillent bien se rappeler que les bombes actuellement employées peuvent atteindre jusqu'à 21 ton-

nes, et qu'il est une autre bombe qui s'appelle bombe atomique et qui a rasé Hiroshima.

LES TENDANCES DU BOMBARDIER STRATÉGIQUE

L'aviation est l'arme du perpétuel renouveau. Il suffit de reprendre les principaux sujets de discussion que nous avons examinés pour en déduire quelques perspectives d'avenir du bombardier stratégique.

1° Dans la lutte du chasseur contre le bombardier, dans l'accroissement des vitesses, des altitudes de vol, du rayon d'action, le bombardier est à l'heure actuelle le gros gagnant. Le B-36 F volera à 880 km/h et à 17 000 m. Les intercepteurs actuels les plus puissants ne dépassent guère 18 500 m. A cette altitude, leur marge de vitesse est de l'ordre de 50 km/h, et ils sont très peu maniables. D'ailleurs le B-36 F virera plus court.

2° Les Américains ont abandonné, pour le moment, la formule X B-52 qui serait un B-47 de 170 tonnes. Ils préfèrent laisser le B-36 évoluer selon les besoins de la technique. Cette idée est judicieuse. Un B-47 de 90 tonnes est un appareil à peine plus rapide que le B-36. Pour effectuer une mission de 12 000 km, cet avion emporte 3 membres d'équipage, 10 tonnes de bombes et 60 000 litres d'essence. C'est un véritable réservoir volant.

3° Quelle que soit la formule adoptée, B-36 F amélioré ou B-52, le bombardier aura la supériorité dans les airs jusqu'au jour où le chasseur pourra l'attaquer avec des engins air-air suffisamment précis. La loi de la réciprocité

jouant et le B-36 F possédant déjà des engins air-air à tête chercheuse à la place de ses tourelles ordinaires, il est permis de douter de l'efficacité du chasseur.

4° Cependant le bombardier stratégique volant haut et vite sera un jour battu par les engins sol-air, remplaçant les intercepteurs inefficaces.

5° Enfin, si des recherches très poussées sont faites pour la mise au point d'engins terre-terre permettant la suppression de tout le bombardement stratégique, souvenons-nous que l'engin le plus précis mis en service en 1945 était la V-2 et que celle-ci avait une portée de 400 km. Repris aux Etats-Unis et améliorés, ces engins sont loin d'être sûrs. Il ne semble pas qu'ils dépassent à l'heure actuelle une portée de 1 000 km.

Et pourtant on s'accorde à penser que Northrop construirait un engin sans pilote possédant un rayon d'action de 8 000 km, une vitesse de 965 km/h, des fusées Rato pour le décollage, un turboreacteur Allison J-33. Cet engin pourrait-il transporter la bombe atomique et 30 000 litres de carburant? On ne peut guère expliquer un tel accroissement de performances qu'en propulsion atomique. Tout cela faisant intervenir là encore, pour les années à venir, une vue de l'esprit.

L'aviation stratégique a encore du temps devant elle.

LE BOMBARDEMENT TACTIQUE

L'aviation de bombardement tactique travaille en liaison ou au bénéfice des forces de surface. Elle est toujours engagée dans des opérations combinées d'envergure variable.

C'est à elle qu'incombe la tâche de l'encagement du champ de bataille, la destruction des arrières de l'ennemi en dehors de la portée de l'artillerie. C'est à elle de clouer au sol les forces aériennes de l'adversaire qu'il vaut mieux détruire sur ses terrains que de combattre en vol. A elle de neutraliser les routes, les ponts, les voies ferrées, les moyens de communication. A elle enfin d'annihiler les radars mobiles ennemis ou de faire subir aux troupes au sol des pertes massives.

Sans doute, selon les objectifs à atteindre, le bombardier, agent d'exécution de cette mission, sera-t-il d'un type plus ou moins différent. L'avion toute mission est une hérésie.

Si l'on considère le travail immense qu'elle doit accomplir, on pourrait supposer que l'aviation de bombardement tactique est dans tous les pays d'une importance exceptionnelle. Il n'en est rien.

Il a fallu les durs revers de la campagne de Corée pour placer l'Etat-Major américain devant la triste réalité des choses. On s'est aperçu de l'impuissance des avions à réaction loin de leur base, par suite de leur manque d'autonomie. On a constaté l'inaptitude d'une aviation stratégique à l'attaque de troupes en mouvement, à la destruction de centres de ravitaillement ou de communications au

voisinage de la ligne de feu, alors que la situation est confuse et fluide à l'extrême.

Devant ces faits, après l'engagement de deux escadres (sur quatre) de bombardiers tactiques, après la sortie des B-26 « Invader » de leurs cocons, après l'accroissement énorme des forces tactiques, le Général Bradley rappelait au monde l'importance de la guerre aéroterrestre et conseillait à ses compatriotes d'abandonner quelques illusions sur le bombardement stratégique.

Les considérations actuelles sur la guerre de Corée, les leçons de l'histoire de la guerre 1940-1945 nous amènent à reconsidérer le problème du bombardement tactique qui a été délaissé aux U.S.A. au détriment du bombardement stratégique et de la chasse d'interception, et en Europe Occidentale au détriment de la chasse pure. Si nous n'avons pas cette maîtrise de l'air que seule peut procurer dans la guerre des espaces la coopération de la chasse et du bombardement tactique, nos meilleures divisions seront vite surclassées par un adversaire supérieur en nombre qui les attaquera au napalm ou avec des bombes au phosphore.

Or, dans le domaine de l'Union Occidentale, dans le domaine de la France au premier chef, nous avons une mission capitale à remplir avec le bombardement tactique.

LES TENDANCES DU BOMBARDIER TACTIQUE

Comme le bombardier stratégique, le bombardier tactique doit correspondre exactement aux missions auxquelles on le destine. L'engagement d'un champ de bataille se faisant à distance relativement rapprochée de ses bases, la caractéristique essentielle du bombardier tactique ne sera pas le rayon d'action. Susceptible d'attaquer à basse altitude, la recherche du plafond élevé ne sera pas systématique. En bref, l'appareil se distinguera par sa vitesse, son chargement en bombes, et éventuellement son autonomie.

On peut dire que, dans tous les pays, ce type d'appareil a déjà atteint un haut degré de perfectionnement technique et il ne semble pas qu'il faille s'attendre, dans les années à venir, à des révélations sensationnelles. Le bombardier tactique, dont le profil s'inspire déjà de celui des avions supersoniques, verra probablement aux Etats-Unis son poids s'accroître, permettant ainsi une augmentation du rayon d'action. Par contre, en Europe et en U.R.S.S., l'accroissement de la charge portera plutôt sur la quantité de bombes à emporter. Cette évolution sera suivie d'une évolution parallèle de la vitesse et de l'altitude de vol.

Indépendamment des performances, il est à croire que tous les pays feront des efforts pour améliorer le rendement de l'aviation de bombardement tactique. En effet, si les bases de l'aviation de bombardement se trouvent sur les arrières d'une armée et non

comme l'aviation de chasse, à portée presque immédiate du champ de bataille, il n'en est pas moins vrai que cette aviation est obligée de se déplacer en fonction des fluctuations de la force de surface avec qui elle travaille. L'établissement d'une infrastructure déjà importante pour les appareils employés, les délais de mise en œuvre des avions, la longueur de la préparation des missions, le tout dans les conditions d'inconfort propres au temps de guerre avec une armée en campagne, font que le rendement de l'aviation de bombardement tactique est inférieur à celui de forces de bombardement opérant de bases de temps de paix, sans que leurs possibilités soient paralysées par des servitudes fonction de la coordination des différentes armes.

De plus, le rendement de l'aviation de bombardement tactique peut être amélioré par un meilleur choix des appareils. Au cours de la dernière guerre, par suite du manque de matériel approprié, les chasseurs sont devenus bombardiers.

Des appareils du type « Canberra » ou XB-51 seront sans nul doute plus efficaces. L'avion de bombardement peut devenir un des

nécessité d'une aviation de bombardement tactique.

Vis à vis des Russes, dont la majorité des forces aériennes est celle d'une aviation d'appui, d'assaut et de bombardement tactique, les U.S.A. opposent à peine 4 escadres, la Grande-Bretagne quelques unités et la France n'a encore rien.

S'il nous fallait dans l'avenir tenir à nouveau coûte que coûte sur le Rhin, notre arme la meilleure serait peut-être de nombreux bombardiers attaquant sans répit les bases des forces ennemies, leur interdisant le départ, plutôt que de laisser à notre chasse le soin de les intercepter dans notre ciel. Une armée de l'air ne doit pas être un boxeur qui se contenterait de parer les coups.

LE TRANSPORT AÉRIEN MILITAIRE

Après les réussites sensationnelles des ponts aériens de Berlin et de Corée, une grande partie de l'opinion occidentale a, peut-être un peu hâtivement, été amenée à considérer le transport aérien militaire comme un « deus ex machina » capable de parer à

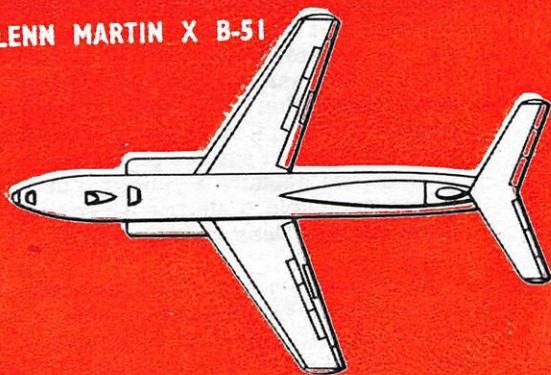


meilleurs agents de destruction des unités de surface.

A ce point, l'emploi tactique de la bombe atomique se pose. Combien de ponts d'un intérêt vital pour l'ennemi ont résisté aux assauts répétés de nos bombardiers moyens? Quel tonnage imposant a-t-il fallu déverser sur certains objectifs pour les neutraliser? La bombe atomique employée à bon escient sur certains objectifs tactiques permettra une économie des forces à mettre en œuvre.

S'il est enfin une tendance qui doit s'affirmer au cours des années futures, c'est bien, en Amérique comme en Europe Occidentale, en France en particulier, la conscience de la

GLENN MARTIN X B-51



● Ce bombardier à réaction est spécialisé dans l'attaque à basse altitude. L'aile est en flèche à 35° et à incidence variable. Dans les conditions les moins favorables, le décollage doit être assisté par des fusées et l'atterrissage doit être freiné par parachute.

toute défaillance des gouvernements et de permettre d'entamer, du jour au lendemain, dans n'importe quelle partie du globe terrestre, n'importe quelle opération militaire. En fait, si le transport peut rendre d'énormes services, force est de constater qu'il est encore dans l'enfance.

Au cours de la guerre 1940-1945, le transport aérien s'est développé, si on peut dire, « à la demande ». En Amérique, comme en Angleterre, l'Air Transport Command et le Naval Air Transport Service ont, à l'échelle stratégique, assuré liaisons importantes, transports de personnel et de fret urgents, évacuations sanitaires. A l'échelle tactique, le Troop Carrier Command a participé à toutes les opérations aéroportées, sur tous les champs de bataille du monde. En France, les nécessités de rapatriement de troupes et de populations déplacées, de familles en fin de séjour colonial et de mise en place de fonctionnaires ont fait naître, après les Lignes Aériennes Militaires du Général Lionel de Marmier, le Groupement des Moyens Militaires de Transport (G.M.M.T.A.). Pendant quelques années, grâce aux flottes d'avions de transport ou de bombardiers transformés, les organisations militaires ont effectué le travail des compagnies civiles non encore reconstituées ou créées. Le développement de ces compagnies, le besoin de concentrer les transports aériens à l'échelon le plus élevé du commandement, au Ministère de la Défense, a provoqué des fusions nécessaires, comme, aux U.S.A., celle de l'A.T.C. et du N.A.T.S. en un M.A.T.S. (Military Air Transport Service).

Les ponts aériens de Berlin et de Corée ont montré qu'une standardisation du matériel employé était impérative. Des flottes qui ne possèdent pas un équipement standard sont inefficaces, difficiles à manier et particulièrement onéreuses. Or, à l'échelle stratégique, un tour d'horizon sur les moyens de transport militaire montre qu'il n'y a actuellement aucune standardisation des matériels en service. A l'échelle tactique par ailleurs, il est de nécessité absolue de posséder une aviation de transport dont les appareils soient susceptibles d'un chargement et d'un déchargement rapides. Il faut aussi que ces appareils puissent se poser sur des pistes courtes. Enfin, le transport militaire a besoin d'une aviation d'assaut capable d'atterrir à proximité de la ligne de feu. Dans ce domaine il y a tout à créer.

La deuxième guerre mondiale nous a montré l'efficacité de troupes parachutées du ciel ou déposées par planeurs. Elle nous a montré les nécessités d'un ravitaillement par air important.

Aujourd'hui, l'armée préfère à un avion qui parachute un avion qui se pose. Au deuxième ou au troisième jour d'un débarquement aérien de troupes aéroportées, lorsque le regroupement des forces est suffisant pour

assurer la maîtrise totale d'une surface dégagée ou d'une grande route, les avions doivent pouvoir transporter leur fret à domicile et permettre au retour l'évacuation des blessés. En Amérique, le C-119, sous la forme « Pack Plane », équipé en outre d'un train à chenille, répond à ces conditions. Il en est de même du Chase XC-123 et du Northrop C-125 « Raider ».

Pour résoudre définitivement la difficulté que présente l'atterrissage en n'importe quel terrain, il faut s'adresser aux hélicoptères.

L'hélicoptère est en effet l'engin idéal, objet des désirs de toutes les armées du monde.

Appareil de liaison, de sauvetage, de missions spéciales, il réalise le porte-à-porte parfait. Si la France, la Russie, la Grande-Bretagne ont des réalisations peu évoluées, les Etats-Unis, par contre, essaient la mise au point d'hélicoptères d'assaut, qui dépassent largement, dès aujourd'hui, la classe de ces engins légers dont les applications principales se limitaient au transport de la poste ou aux traitements agricoles.

Au cours des années qui viennent de s'écouler, le Transport militaire aérien a vécu en bâtarde. Les appareils qu'il a employés étaient ceux qui avaient été conçus pour l'aéronautique civile dans le but de l'efficacité la meilleure, chiffrée en tonnes-kilomètres ou en kilomètres-passagers. Si cette solution peut encore être adoptée pour le transport stratégique, avec une réserve importante au sujet du volume des soutes et de leur facilité de chargement, il est net aujourd'hui que le Transport aérien tactique doit vivre selon des principes qui n'appartiennent qu'à lui seul. L'armée future sera aéroportée ou ne sera pas, car l'Air est l'élément décisif de la guerre moderne.

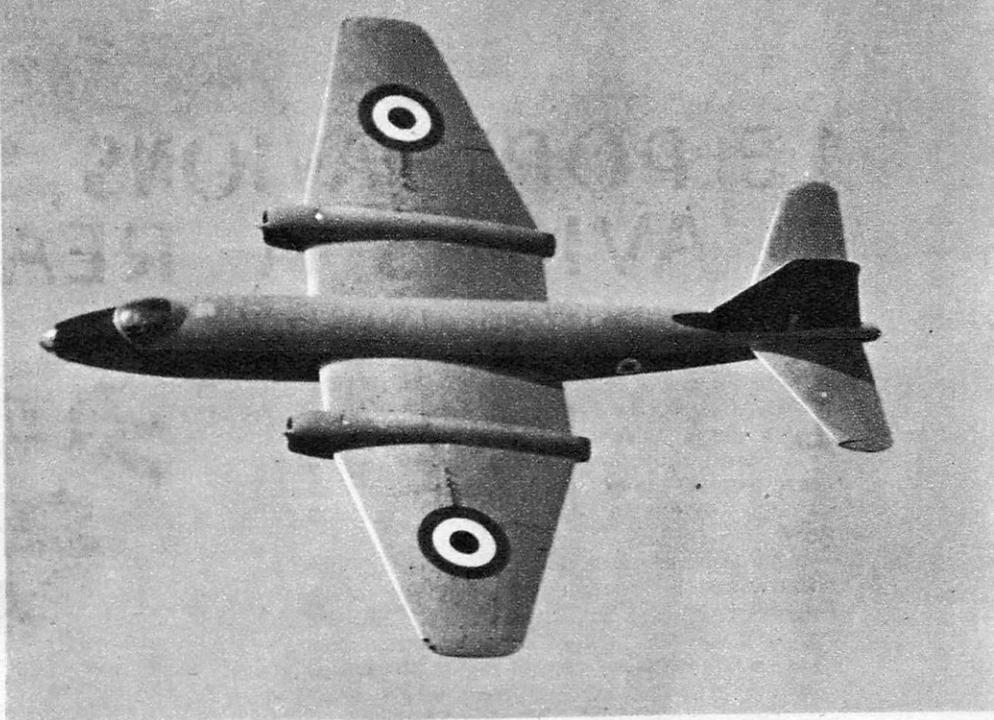
Dans ce sens, le critère d'efficacité de l'avion de transport tactique sera la tonne-kilomètre **par heure**. L'évolution de l'avion de transport tactique nous montre que du parachutage normal on passe à l'appareil de lourd tonnage atterrissant sur de courtes distances, puis à l'hélicoptère de charge.

Peut-être verrons-nous dans quelques années, la recherche du rendement maximum aboutir au largage à basse altitude de containers, analogues au cargo du Fairchild « Pack Plane ». Ces containers contiendront des troupes en état de combattre, des chars prêts à tirer, des stations radars ou radio prêtes à fonctionner, des caterpillars prêts à niveler des pistes. Dans l'implantation des arrières, de véritables ateliers de réparation, des hôpitaux, des P. C. pourront se transporter à des distances appréciables en l'espace de quelques heures. La guerre future prendra un aspect fluide.

Napoléon gagnait ses batailles avec les jambes de ses soldats. La guerre future sera gagnée par le pays qui saura le mieux utiliser ses transports.

ENGLISH ELECTRIC « CANBERRA » MK I.

Cet appareil est le premier bombardier tactique léger à réaction fabriqué par la Grande-Bretagne. Contrairement aux avions modernes à grande vitesse, il n'a pas les ailes en flèche. Il est aussi maniable qu'un chasseur et vole à la vitesse de 960 km/h. Sa cabine pressurisée, à sièges éjectables, est aménagée pour trois hommes d'équipage. La version commandée par la R. A. F. est connue sous la désignation de « Canberra » B.2. Un nez transparent et une fenêtre sur l'un de ses côtés le différencient du Mk 1. Il va être construit, sous licence, par les Etats-Unis et par l'Australie.



CONCLUSION

Les conclusions que l'on peut tirer, en l'année 1951, du tableau que nous venons d'esquisser sont les suivantes.

Pour le moment, le gros bombardier opérant à très haute altitude a acquis sur le chasseur une indéniable supériorité. Il semble donc qu'une nation possédant un stock important de bombes atomiques et les engins capables d'amener les bombes au but soit en possession d'un instrument de combat capable de faire réfléchir n'importe quel adversaire.

Cette supériorité du bombardier sera-t-elle battue en brèche dans les années à venir? Certainement oui. Car la défense a la possibilité de fabriquer des armes redoutables.

Tout d'abord, l'apparition d'ici quelques années de l'avion à statoréacteur qui atteindra aisément des vitesses supersoniques redonnera au chasseur la possibilité de foudroyer son adversaire, à condition que soient résolus les problèmes de guidage et de mise automatique en position d'attaque.

Cependant, le véritable ennemi du bombardier atomique c'est le projectile téléguidé, employant le statoréacteur ou la fusée à liquide et muni d'une fusée de proximité ou d'une tête chercheuse. Il sera relativement très bon marché et facile à fabriquer en série.

La tendance au remplacement de l'homme par le robot est celle de l'avenir. Mais nous n'en sommes pas encore là.

A l'heure actuelle, nous devons essayer de poser correctement les problèmes et de déceler les directions de pensée qui nous permettront, en construisant le matériel approprié, de gagner la guerre des airs.

Ces directions sont les suivantes :

L'aviation doit pouvoir opérer de jour comme de nuit et par n'importe quel temps.

L'aviation de transport doit être capable de déplacer rapidement de **grosses masses** d'hommes et de matériel.

L'aviation de bombardement stratégique doit pouvoir attaquer n'importe quel objectif payant situé en n'importe quel point du territoire ennemi.

L'aviation de renseignement doit pouvoir donner des renseignements continus et un tableau complet de l'ennemi dans toute la zone de bataille.

L'aviation tactique doit pouvoir appuyer l'armée de terre aussi bien dans la zone tactique que dans la zone stratégique, de jour comme de nuit.

L'aviation de chasse doit s'adapter étroitement aux diverses tâches de défense qui lui incombent, en se diversifiant et en se spécialisant aussi étroitement que possible.

A l'heure actuelle, notre pays est en pleine renaissance aéronautique. Malgré la modestie de nos moyens financiers et industriels nous avons réussi à prendre la tête dans plusieurs domaines. Mais si nous voulons la conserver, il nous faut réfléchir, faire preuve d'imagination, chercher des solutions nouvelles, ne pas avoir de complexe d'infériorité.

Or il semble bien que notre siècle soit un siècle terminal et que de nouvelles méthodes doivent être trouvées rapidement pour que nous sortions de l'impasse où le développement anarchique des puissances et des poids nous ont amenés aujourd'hui.

L'aviation, comme le monde, est à un tournant.

Général L.-M. Chassin.

LE PORTE-AVIONS S'ARME D'AVIONS A RÉACTION

LES progrès de l'aéronautique en vitesse, tonnage et rayon d'action ont pu faire penser que l'aviation embarquée et les porte-avions allaient peu à peu disparaître devant l'extension de l'aviation basée à terre.

Cette opinion, qui a donné lieu à la fameuse controverse Air-Marine de 1949 aux Etats-Unis, est aujourd'hui en régression devant l'expérience de Corée. Non seulement les chasseurs à réaction de l'U. S. Air Force, les North American « Sabre », mais des « jets » de chasse embarqués, les Grumman « Panther » des porte-avions type **Leyte**, ont combattu avec succès les Mig. 15. En même temps, l'appui aérien des Chance-Vought « Corsair » embarqués sur les porte-avions d'escorte s'est révélé particulièrement efficace et précis pour la coopération avec les « Marines ».

En 1951, la démonstration est faite : l'aviation embarquée maintient son rôle dans une guerre moderne, aussi bien dans des opérations contre la terre que dans la défense maritime.

La Marine moderne apparaît comme une intégration de la puissance aérienne et de la puissance navale, qui combine l'action d'avions basés à terre, d'avions embarqués, de navires de surface et de sous-marins.

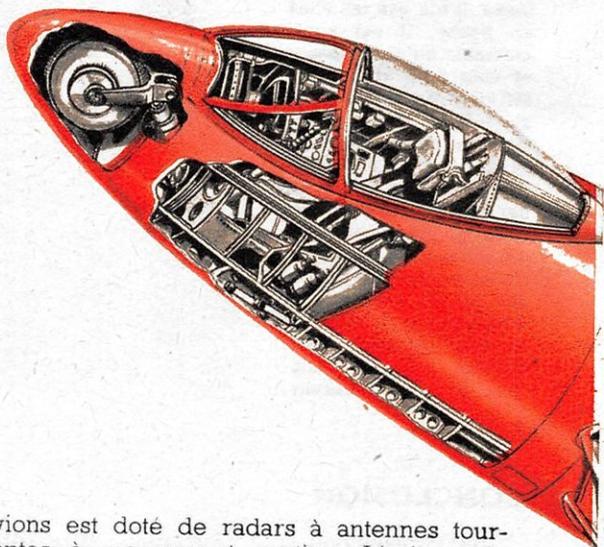
Le pivot de cet ensemble est le navire porte-avions.

L'INFRASTRUCTURE ÉLECTRONIQUE

Le porte-avions moderne n'est pas seulement une plate-forme d'envol ou d'atterrissage.

Sans le radar, il ne serait pas devenu ce qu'il est aujourd'hui : un P. C. perfectionné d'opérations aériennes. Son réseau de transmissions radiophoniques, de gonios, de radiophares et de radars multiples « supporte » en l'air ses propres avions et lui permet d'être averti à temps de tous les mouvements d'avions ennemis. Le cerveau du porte-avions, c'est le C. I. (**Combat Information Center**). C'est, en même temps, le cerveau de la guerre aéronavale moderne.

Les premiers radars de navires mis en service en 1940 exigeaient une manipulation constante pour situer l'azimut de chaque écho particulier. Mais depuis 1942, le porte-



avions est doté de radars à antennes tournantes à mouvement continu. L'azimut de chaque objet détecté est ainsi indiqué périodiquement à intervalles réguliers, et en outre, l'image en est maintenue d'une manière continue sur l'écran fluorescent d'un panorama dénommé **Plan Position Indicator**. Les itinéraires de tous les raids, comme ceux des avions amis, sont donc simultanément tenus à jour.

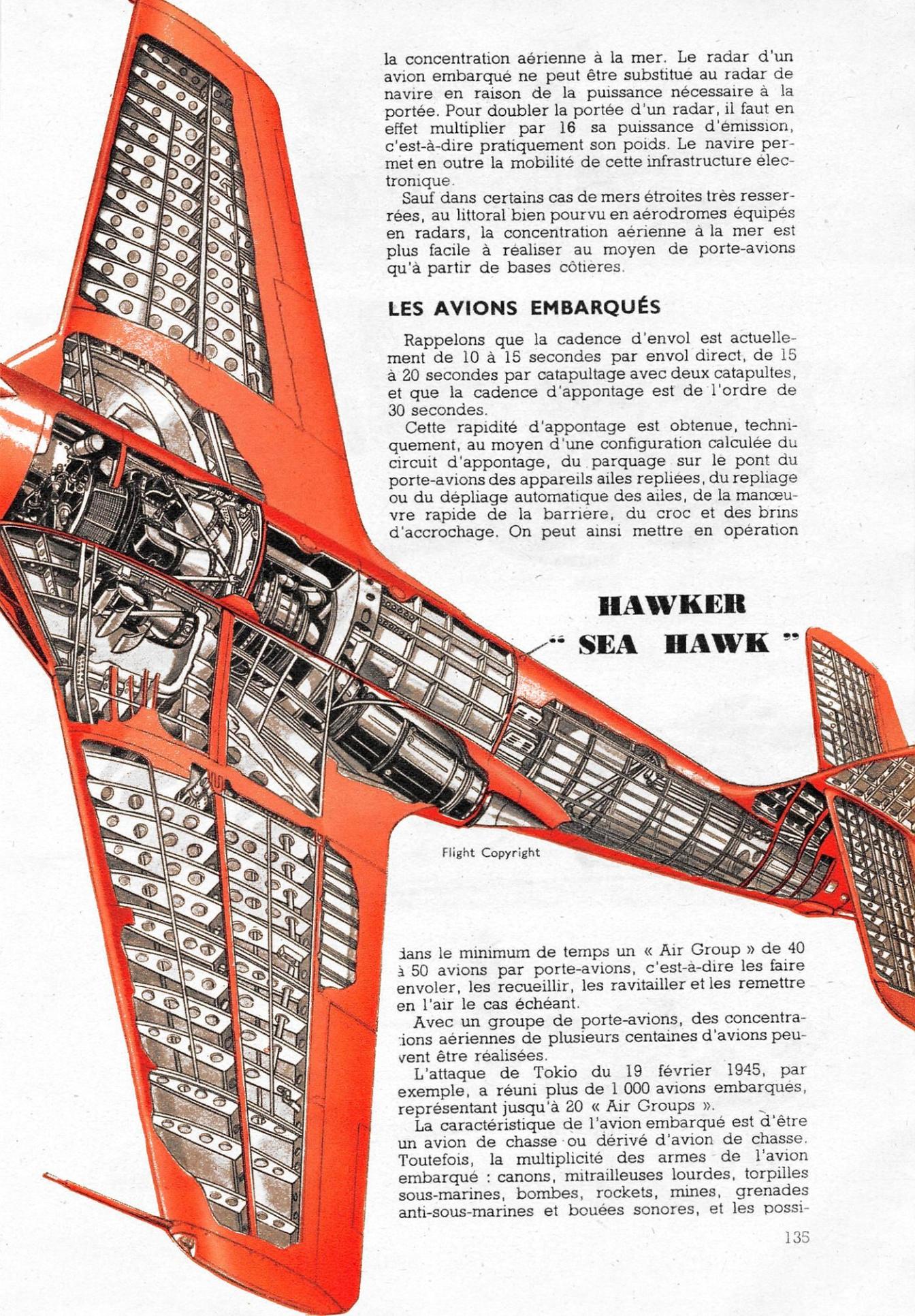
Le Commandement peut concentrer son attention sur les buts qui l'intéressent, sans risquer de perdre de vue la situation générale. Il a une « vue aéronautique permanente » dans un cercle qui atteint actuellement 100 milles nautiques de rayon soit 180 kilomètres.

Grâce à ses radars, un seul porte-avions peut conduire à la fois plusieurs interceptions avec son aviation de chasse ou celle basée à terre. Il peut, en même temps, diriger, grâce à ses radars et à sa phonie, plusieurs attaques de ses propres « Air Groups » aussi bien sur des objectifs navals que sur des objectifs situés à terre.

En fait, la plate-forme d'appontage et d'envol du porte-avions est prolongée par une véritable plate-forme électronique très étendue, qui supporte tout le dispositif aérien et lui donne son efficacité.

Sans cette infrastructure électronique, les combattants aériens à la mer seraient « des enfants perdus » et leur emploi serait de faible rendement.

Les progrès du radar sont donc à la base de l'efficacité du porte-avions moderne. Il permet de tirer le rendement maximum de



la concentration aérienne à la mer. Le radar d'un avion embarqué ne peut être substitué au radar de navire en raison de la puissance nécessaire à la portée. Pour doubler la portée d'un radar, il faut en effet multiplier par 16 sa puissance d'émission, c'est-à-dire pratiquement son poids. Le navire permet en outre la mobilité de cette infrastructure électronique.

Sauf dans certains cas de mers étroites très resserrées, au littoral bien pourvu en aérodromes équipés en radars, la concentration aérienne à la mer est plus facile à réaliser au moyen de porte-avions qu'à partir de bases côtières.

LES AVIONS EMBARQUÉS

Rappelons que la cadence d'envol est actuellement de 10 à 15 secondes par envol direct, de 15 à 20 secondes par catapultage avec deux catapultes, et que la cadence d'appontage est de l'ordre de 30 secondes.

Cette rapidité d'appontage est obtenue, techniquement, au moyen d'une configuration calculée du circuit d'appontage, du parquage sur le pont de porte-avions des appareils ailes repliées, du repliage ou du dépliage automatique des ailes, de la manœuvre rapide de la barrière, du croc et des brins d'accrochage. On peut ainsi mettre en opération

HAWKER "SEA HAWK"

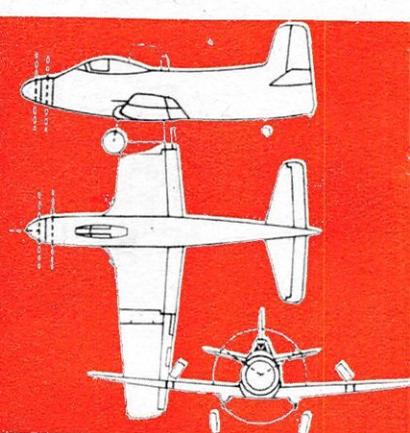
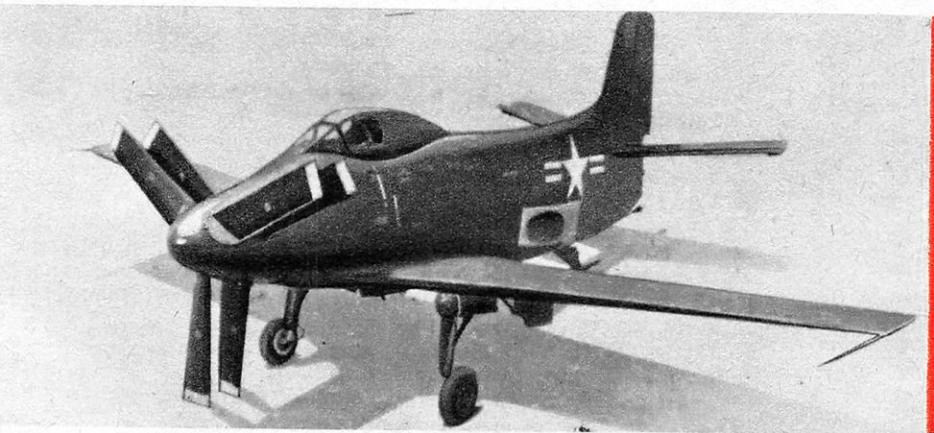
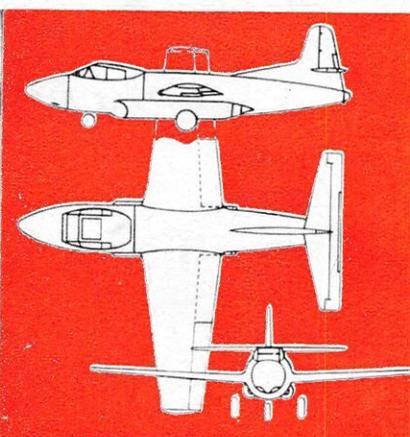
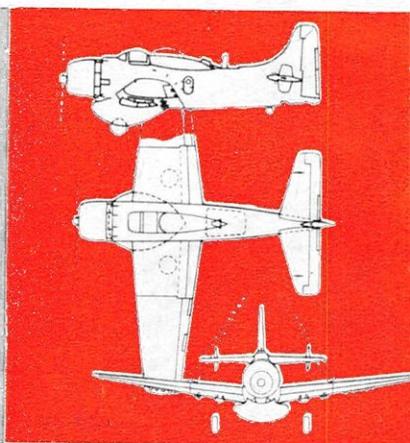
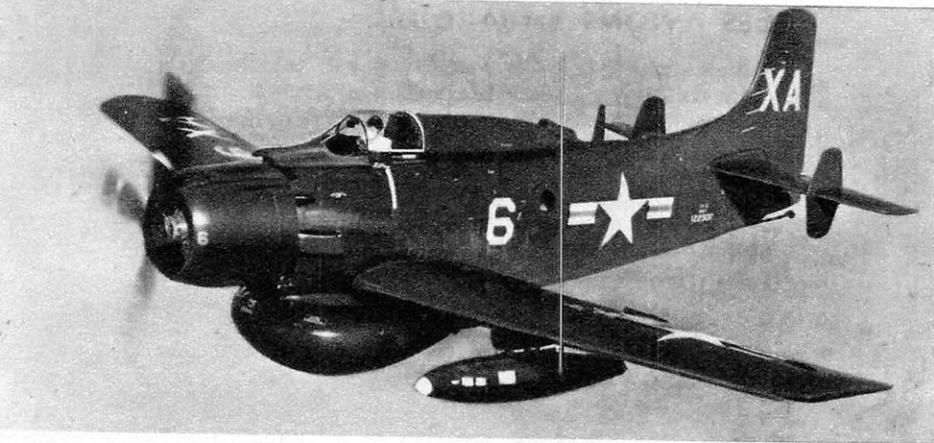
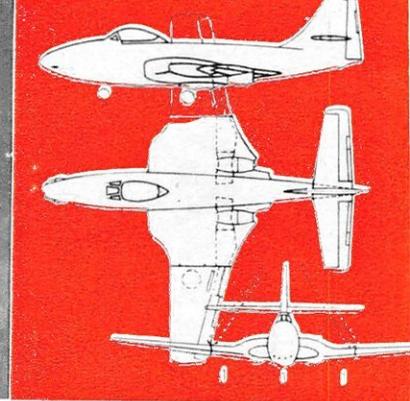
Flight Copyright

dans le minimum de temps un « Air Group » de 40 à 50 avions par porte-avions, c'est-à-dire les faire envoler, les recueillir, les ravitailler et les remettre en l'air le cas échéant.

Avec un groupe de porte-avions, des concentrations aériennes de plusieurs centaines d'avions peuvent être réalisées.

L'attaque de Tokio du 19 février 1945, par exemple, a réuni plus de 1 000 avions embarqués, représentant jusqu'à 20 « Air Groups ».

La caractéristique de l'avion embarqué est d'être un avion de chasse ou dérivé d'avion de chasse. Toutefois, la multiplicité des armes de l'avion embarqué : canons, mitrailleuses lourdes, torpilles sous-marines, bombes, rockets, mines, grenades anti-sous-marines et bouées sonores, et les possi-



Mc DONNELL « BANSHEE »

Avec le Grumman F9F « Panther », le McDonnell F2H « Banshee » est actuellement le chasseur standard des porte-avions américains. Il en a été commandé récemment une quantité importante. La structure de son aile a été spécialement étudiée pour porter des réservoirs supplémentaires à ses extrémités. C'est le seul chasseur à posséder un train permettant l'« agenouillement » pour le stockage serré des avions dans les hangars.

DOUGLAS « SKYRAIDER »

Il a été construit plus de 1 000 « Skyraider » en de multiples versions depuis les essais du prototype à la fin de la guerre. C'est l'avion d'attaque embarqué standard de la Marine américaine et il est couramment en action en Corée. La version AD-3 de la photo ci-contre existe elle-même en deux modèles : N, biplace radar tout temps, et W, triplace, équipé d'un radar « early-warning ». La version AD-4 existe également en deux modèles, avec radars perfectionnés et pilotage automatique.

DOUGLAS « SKYKNIGHT »

C'est le premier chasseur embarqué des Etats-Unis conçu spécialement pour la chasse de nuit. L'appareil est équipé d'un radar dans le nez du fuselage et armé de 6 canons de 20 mm. Il peut être muni de réservoirs auxiliaires en bouts d'aile, mais ses réservoirs normaux lui donnent déjà un rayon d'action qu'on dit supérieur à celui des autres chasseurs de l'U.S. Navy. Il possède un système spécial pour l'évacuation de l'équipage par trappe sous le fuselage.

DOUGLAS « SKYSHARK »

Le Douglas A2D « Skyshark » est le premier avion d'attaque américain à recevoir un turbopropulseur T-40 avec hélices contrarotatives. Le premier prototype a volé en juin 1950 et la fabrication de série est commencée. Il sera utilisé comme appareil d'appui tactique des « Marines ». Ses performances sont comparables à celles de nombreux appareils à réaction, mais la charge de bombes qu'il porte est plus élevée et il possède un rayon d'action supérieur,

bilités de permutation d'une arme à l'autre, permettent ce que l'on peut appeler leur « versatilité ». Cette qualité assure à l'aviation embarquée l'adaptation à tous les objectifs, même à des **objectifs terrestres** à défaut d'**objectifs marins**.

Enfin, il est essentiel de noter que toutes ces actions s'effectuent toujours avec une forte escorte de chasse : le rayon d'action de l'aviation d'attaque et celui de l'aviation de chasse sont toujours égaux.

L'aviation embarquée représente donc une véritable **Tactical Air Force**, mobile par voie de mer, et efficace contre des objectifs tant marins que terrestres.

Pendant les dernières années de la guerre du Pacifique, l'aviation navale américaine s'est développée surtout comme aviation d'appui aérien par l'attaque d'aérodromes et aide directe aux troupes débarquées. La maîtrise de l'air fut toujours obtenue au-dessus du littoral adverse. Aucun débarquement n'a échoué, grâce aux porte-avions, de 1942 à 1948.

De 1950 à 1955, le tonnage des avions embarqués a doublé. La charge utile a été multipliée par cinq pour les avions d'appui aérien.

Du Douglas S. B. D. de 1942 qui portait 500 kg de bombes à 500 kilomètres au Douglas « Skyshark » de 1952 qui portera 3 tonnes à 1 000 kilomètres, on mesure les progrès accomplis en dix ans.

De même, il est devenu possible de passer de l'aviation tactique à une aviation stratégique embarquée. Les bimoteurs North American A J-1 à hélices et turboréacteur, susceptibles de décoller au poids de 25 tonnes, prendront 5 tonnes (la bombe atomique) qu'ils pourront porter à 3 000 kilomètres, puis apponteront au retour. Les essais d'appontage en ont été effectués à la fin de 1950 à bord du **Coral Sea**, un des trois porte-avions américains de 45 000 tonnes.

Un quatrième porte-avions « stratégique » de 57 000 tonnes sera construit, en remplacement de celui de 65 000 tonnes auquel on a renoncé en 1949.

L'année 1950 a vu, en Corée, avec l'entrée en scène des Grumman F 9 F « Panther », les débuts opérationnels de la chasse à réaction sur les porte-avions **Leyte** et **Valley Forge** de la série des 27 000 tonnes.

En 1951, les porte-avions britanniques type **Illustrious** de 22 000 t. doivent recevoir des Supermarine « Attacker » en attendant les Hawker « Sea Hawk » qui armeront l'**Eagle** et l'**Ark Royal** de 37 000 tonnes.

Les De Havilland « Venom » dérivés du « Vampire » sont prévus pour armer les porte-avions légers types **Hermes** et **Arromanches**.

Bien que supérieure à cent nœuds (180 km/h) la vitesse d'appontage des avions à réaction n'est pas prohibitive, mais les ponts d'atterrissage doivent être renforcés. D'autre part, l'envol des avions à réaction exige des catapultes particulièrement puissantes, permettant de lancer les avions en charge à 200 nœuds. La mise au point récente d'hélices à vitesses soniques va encore favoriser l'appui aérien par l'aviation embarquée dans une gamme de vitesses que l'on croyait jusqu'ici réservée aux avions à réaction. L'emploi d'hélices contrarotatives permet plus de maniabilité et de facilité de manœuvre à l'appontage, et par suite l'utilisation des Douglas A 2 D « Skyshark » même sur les porte-avions d'escorte.

En résumé, la Marine américaine pense que les porte-avions des années 1950-1960 embarqueront des avions à hautes performances, à réaction ou à hélices supersoniques, qui seront tout aussi aptes au combat aérien qu'à l'attaque au sol.

L'APPONTAGE DE NUIT DES AVIONS A RÉACTION

La tactique de l'interception de jour à partir de porte-avions est maintenant (depuis 1944) bien au point grâce au radar. Reste la chasse de nuit. Celle-ci vient de dépasser le stade de l'avion de chasse à hélice et, depuis 1950, les chasseurs à réaction Grumman F 9 F « Panther » appontent de nuit sur des porte-avions de la classe **Essex**. Appontage par nuit noire, avec présentation précise au radar, et atterrissage dans le « black-out », la technique du **Carrier Control Approach** est maintenant aussi avancée que celle du **Ground Control Approach** (G. C. A.). Les nouveaux chasseurs de nuit des porte-avions américains, les Douglas F 3 D « Skyknight » à deux réacteurs, sont équipés en biplaces pour le vol « tout temps » (all weather), l'approche du porte-avions par temps bouché et l'appontage de nuit. La Marine britannique a adopté dans le même genre le De Havilland « Venom », qui est également un biplace de nuit. Il est essentiel en effet que la défense des convois maritimes soit assurée par tout temps, de nuit comme de jour, en partant de porte-avions légers ou d'escorte. Aussi n'est-il pas jusqu'au porte-avions léger du type de l'**Arromanches** qui ne puisse utiliser de nuit des avions à réaction; le 19 juin 1950, des De Havilland « Sea Vampire », ont apponté par nuit noire sur le porte-avions britannique **Theseus**, frère de notre **Arromanches**.

Ainsi, à côté de l'avion de chasse embarqué d'interception, de performances poussées, se place un chasseur « tout temps » et de nuit. Il faut prévoir que dans les années à venir cette divergence de la chasse embarquée suivant deux types distincts ne fera que s'accroître.

LES PORTE-AVIONS ANTI-SOUS-MARINS

La lutte anti-sous-marine au moyen d'avions exige un matériel extrêmement spécialisé. Son expression la plus récente est la tactique combinée « Air-Surface » dite du groupe « Hunter-Killer ». Celle-ci a été éprouvée par l'U. S. Navy en mer des Caraïbes en février 1949. Puis, en juillet 1949, le porte-avions français **Arromanches** a constitué un premier groupe « Hunter-Killer » interallié de l'Union Occidentale. Citons également la série d'exercices effectués en 1949-1950 par notre escadre de Méditerranée, notamment l'exercice « Symphonie » (franco-britannique) en mars 1950. Lors de l'exercice « Portrex », qui a eu lieu à la même époque, la Marine américaine a essayé une **Task Force** « Hunter-Killer » groupant 2 porte-avions légers (**Mindoro** et **Palau**), 15 destroyers, 30 avions embarqués et 8 dirigeables.

L'aviation côtière joue également un rôle important dans la lutte anti-sous-marine, mais l'équipement complet d'un Lockheed P 2 V « Neptune » de l'U. S. Navy ou d'un Avro « Shackleton » britannique conduit à des tonnages de l'ordre de 30 tonnes par avion. Le porte-avions permet de réduire le tonnage unitaire à moins de 10 tonnes, comme c'est le cas avec les avions Fairey 17, Blackburn Y. B. 1 et les Grumman « Guardian ».

Les avions anti-sous-marins récemment conçus pour les porte-avions sont des appareils relativement lourds en raison de l'ampleur de leur appareillage radar. Leur vitesse modérée les rend toutefois aisément appontables sur porte-avions légers. Citons, en particulier, les Grumman « Guardian » américains, réalisés en deux versions : la version « Hunter » (détection) et la version « Killer » (attaque), qui armeront les porte-avions légers de 1950-1960. La détection

LE BIMOTEUR FAIREY 17

Le Fairey 17 est un chasseur anti-sous-marins triplace actuellement fabriqué en série en Angleterre pour les « Squadrons » de la Marine. Il est équipé d'un turbopropulseur **Armstrong Siddeley** « Double Mamba » composé de deux turbines fonctionnant indépendamment l'une de l'autre. La photo ci-contre le montre un moteur stoppé et une des hélices en drapeau ; le radar de recherche que l'on voit sorti, rentre dans le fuselage.

LE HAWKER « SEA HAWK »

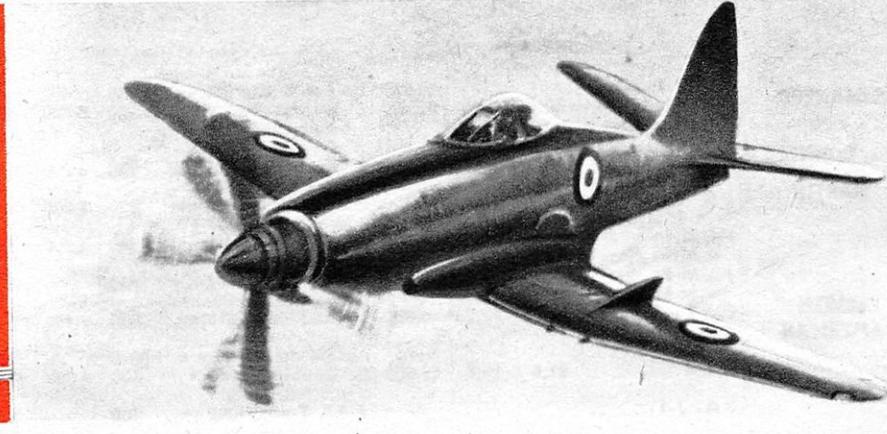
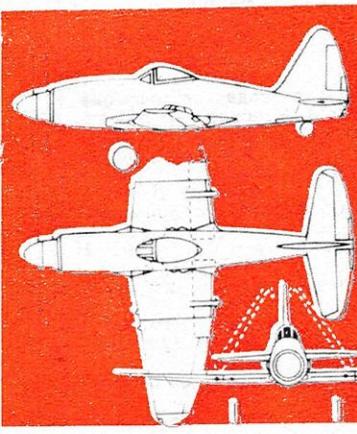
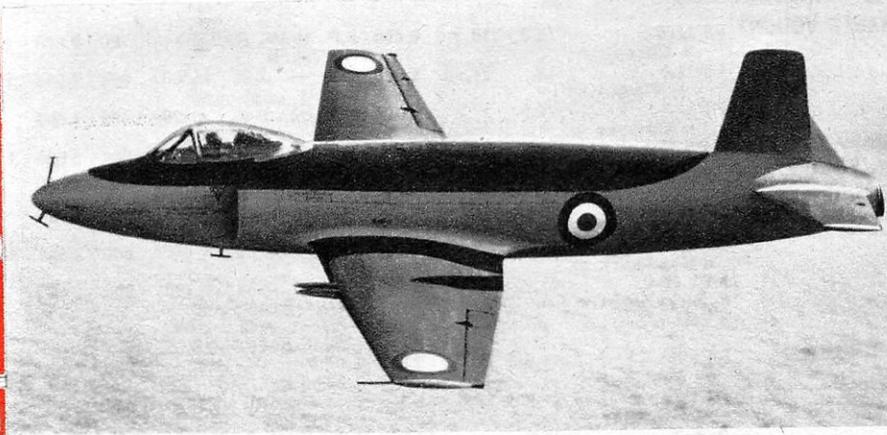
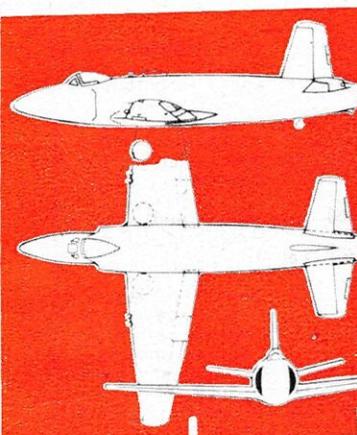
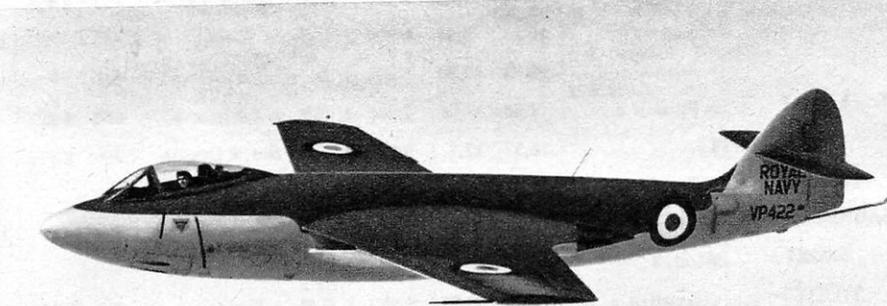
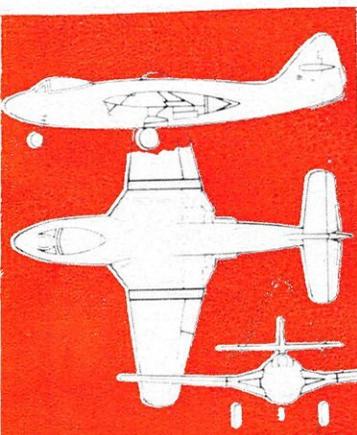
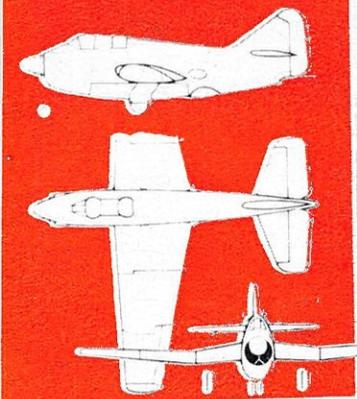
Le « Sea Hawk » est la version navale du Hawker P. 1040. Ses premiers vols eurent lieu en automne 1948 et il est actuellement construit en série. Le turboréacteur **Rolls Royce** « Nene » est au niveau des ailes. Ses prises d'air se trouvent à l'emplanture des ailes dans le bord d'attaque et la tuyère d'éjection en fourche aboutit au bord de fuite, disposition fréquente sur les avions Hawker qui permet de loger dans le fuselage des réservoirs de grande capacité.

LE VICKERS « ATTACKER »

Le **Vickers-Supermarine** « Attacker » est un chasseur monoplace de la Marine britannique. La cabine pressurisée peut être équipée d'un siège éjectable ; le poste de pilotage est blindé. L'appareil peut emporter un réservoir largable suspendu au-dessous du fuselage. Il en existe une version militaire, mais seule la version navale est construite en série. En février 1948, ce chasseur a porté à 919 km/h le record mondial de vitesse des 100 km en circuit fermé.

WESTLAND « WYVERN » Mk 2

Le « Wyvern » est un avion embarqué torpilleur et mouilleur de mines de l'aviation navale britannique. La version Mark 2 est équipée d'un turbopropulseur **Armstrong Siddeley** « Python ». Elle est actuellement en cours de production. Une version expérimentale a été équipée d'un turbopropulseur **Rolls-Royce** « Clyde ». On ne connaît pas les performances de cet appareil, mais la première version équipée d'un **Rolls Royce** « Eagle » a atteint 830 km/h.



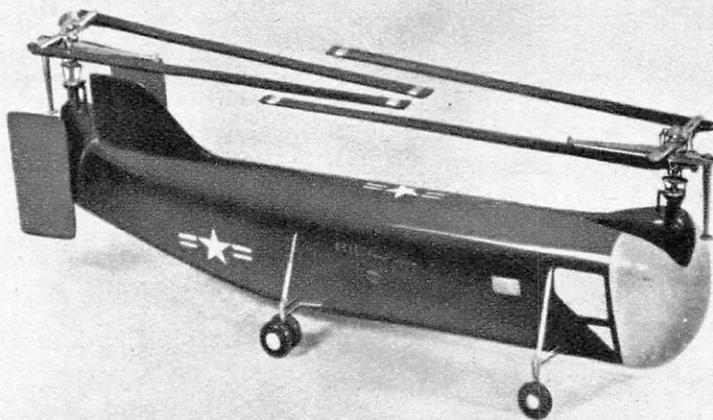
PRINCIPAUX APPAREILS DE L'AVIATION NAVALE

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	ENVERGURE	LONGUEUR	POIDS EN CHARGE	MOTEURS	VITESSE MAXIMUM	DISTANCE FRANCHISS.	PLAFOND PRATIQUE	ÉQUIPAGE	OBSERVATIONS
		m	m	kg	puiss. (ch) et poussée (kg) totales	km/h	km	m		
GRANDE-BRETAGNE										
AVRO	« Shackleton » G. R. 1	36,60	23,70		4 R.R. « Griffon » : 9 800 ch.				10	reconnaissance lointaine.
BLACKBURN	Y.B.1	13,46	12,92	8 200	1 Arm. Sid. « Double Mamba » : 2 640 ch.	600	2 200		3	anti - sous - marins, embarqué, radar.
DE HAVILLAND	« Sea Hornet » N. F.21	13,71	11,27	8 280	2 R.R. « Merlin 130 » : 3 950 ch.	690	2 415	8 000	2	chas. nuit embarqué 4 can. de 20 mm.
	« Sea Vampire »	12,2	9,37	5 700	1 D.H. « Goblin » : 1 400 kg.	840		12 600	1	chas. embarqué, 4 can. de 20 mm.
	« Venom » N.F.2	12,73	10,54	5 000	1 D. H. : 2 270 kg.	950		11 000	2	chas. de nuit em- barqué, radar.
FAIREY	« Firefly »	12,55	11,56	7 300	1 R.R. « Griffon » : 2 250 ch.	600	1 225	8 500	2	anti - sous - marins embarqué, 4 can.
	17	16,57	13,1	9 000	1 Arm. Sid. « Double Mamba » : 2 640 ch.	600	2 200		3	anti - sous - marins embarqué, radar.
HAWKER	« Sea Hawk ».	11,9	12,1	5 100	1 R.R. « Nene » : 2 270 kg.	980			1 éj.	chas. intercept. em- barqué, 4 can.
SAUNDERS-ROE	SR/A1	14,03	15,25	8 600	2 Met. Vick. « Beryl » : 1 744 kg.	800		18 000	1	hydravion chas. à réaction, 4 can.
SHORT	S. B. 3				2 Arm. Sid. « Mam- ba »					anti - sous - marins embarqué, radar.
VICKERS- SUPERMARINE	« Seafire » ...	11,26	10,23	5 250	1 R.R. « Griffon » : 2 600 ch.	727	1 500	13 000	1	chas. embarqué, 4 can. de 20 mm.
	« Attacker » M K 1.	11,26	11,44	5 330	1 R.R. « Nene » : 2 200 kg.	940	950	14 800	1 éj.	chas. embarqué, 4 can. de 20 mm.
WESTLAND	« Wyvern » T. F. 2	13,4	12,8	7 800	1 Arm. Sid. « Py- thon » : 3 650 ch.	830			1 éj.	chas. torp. embar- qué, 4 can.
ÉTATS-UNIS										
CHANCE VOUGHT	F4 U-5 « Corsair »	12,5	10,5	6 000	1 P. et W. R.-2 800 : 2 500 ch.	720	2 590	13 000	1	chas. embarqué, 4 can.
	F6 U-1 « Pirate »	10	11,48	5 000	1 West. J-34 : 1 360 kg + post-comb.	900	1 200	11 600	1	chas. embarqué, 4 mit. ou 4 can.
	F7 U-3 « Cutlass »	11,9	12,2	9 000	2 West. J-46 : 4 320 kg + post-comb.	1 120	1 600		1 éj.	chas. embarqué, 4 ou 6 can. de 20 mm.
CONSOLIDATED- VULTEE	XP5 Y-1 (R3 Y-1)	44,5	39,65	60 000	4 All. T-40: 22 000 ch.	560	5 600	11 600	12	hydr. recon., anti- ss-marin, transp.
DOUGLAS	A D-2 « Skyraider »	15,24	12	7 200	1 Wright R.-3 350 : 2 500 ch.	580	2 400	7 600	1 à 3	attaque embarqué, 2 can. de 20 mm.
	XA2 D-1 « Skyshark »	15,24	13,72	7 650	1 All. T-40: 5 500 ch.	880	3 200	13 700	1 éj.	attaque.
	XF3 D-1 « Skyknight »	15,25	13,72	7 200	2 West. J-34 : 2 700 kg + post-comb.	960	2 400		2	chas. « tout temps » embarqué, radar.
	XF4D			7 200	1 West. J-40 : 3 600 kg + post-comb.					chasseur, embarqué aile en delta.
GRUMMAN	F9 F-2 « Panther »	11,6	12,2	7 650	1 P. et W. J-42 : 2 250 kg.	960	1 900		1 éj.	chasseur embarqué, 4 ou 6 mit. de 12,7.
	F9 F-5 « Panther »	11,6	12,8	8 100	1 P. et W. J-48 : 2 835 kg.	1 040		17 000	1 éj.	chasseur embarqué, 4 ou 6 mit. de 12,7.
	A F-2 « Guardian »	18,5		11 200	1 P. et W. R. - 2 800 ; 2 400 ch.	560			1-2	anti-ss-marins em- barqué, can. et bomb. ou radar, 2 vers. S et W for- mant groupe « Hunter- killer ».
LOCKHEED	XF 10 F			14 000	1 West. J-40: 3 600 kg.	1 280			1	chasseur embarqué
	P2 V-4 « Neptune »	30,5	23,8	32 400	2 Wright R-3 350 : 6 500 ch.	560	6 700	8 000	4 à 9	reconn., anti-ss-mar- ins, radar, détec- tion magnétique.
Mc DONNELL	F2 H-2 « Banshee »	12,75	12,2	7 000	2 West. J. 34 : 2 700 kg + post-comb.	960	3 200	13 700	1	chas. embarqué, 4 can. de 20 mm.
MARTIN	PB M-5A « Mariner »	36	24,4	24 400	2 P. et W. « Double Wasp » : 4 200 ch.	320	3 200	4 500	9	hyd. reconn. amphibi- e.
	P4 M-1 « Mercator »	34,8	25,92	36 000	2 « Wasp Major » + 1 All. J.-33.	600	4 000	9 500	9	reconn., radar et mines.
	P5 M-1 « Marlin »	36	27,5	16 200	2 Wright « Turbo-Cy- clone », 6 500 ch.	430		12 200	9	hyd. anti-ss-marins, reconn.
NORTH AMERICAN	F J-1 « Fury ».	11,61	10,24	6 800	1 All. J.-35: 1 815 kg.	900	2 400		1	chass. embarqué, 6 mit. de 12,7 mm.
	F J-2			vers.	navale du « Sabre ».	F86-D				
	A J-1	21,6	19,5	22 500	2 « Double Wasp » : + 1 All. J.-33.	800	4 800	12 000	3	attaque, embarqué.
	XA2 J-1				2 All. T-40: 11 000 ch.	700				attaque, embarqué.

● Pour les appareils français, voir le chapitre des " Réalisations françaises ".



● L'hélicoptère est intervenu en Corée pour le ravitaillement des unités encerclées et la récupération des pilotes abattus. La marine américaine envisage de lui confier des missions d'observation et de lutte anti-sous-marine. On voit ci-dessus huit Piasecki HRP-1 sur le pont du porte-avions « Palau ». Ci-contre la maquette du Bell XHSL-1 aux pales repliables, facile à loger dans un porte-avions. Il sera équipé d'un radar et d'armes anti-sous-marines.



des « schnorkel » s'opère avec des radars à ondes centimétriques et le repérage au moyen de bouées radioémettrices portant des microphones (sonobuoy).

La récente technique anti-sous-marine fait en outre appel à des hélicoptères relativement lourds (6 tonnes) à deux rotors en tandem.

Ces hélicoptères, dotés d'appareils de détection, pourront stationner et suivre avec précision le sous-marin détecté et appeler les destroyers. Le nouvel hélicoptère Bell XHSL-1 à moteur de 2400 ch répond à cette mission anti-sous-marine.

En résumé, l'avion assurera la recherche anti-sous-marine à grande distance et l'hélicoptère la recherche rapprochée. La combinaison de l'avion côtier, de l'avion embarqué anti-sous-marin et de l'hélicoptère permettra de rassembler à pied d'œuvre, au moment opportun, sur une concentration de sous-marins, le maximum de moyens aériens dans le minimum de temps.

Le porte-avions permet ce que l'on appelle en lutte anti-sous-marine la « killing-concentration ».

INTERCEPTION DES ENGINES TÉLÉGUIDÉS

L'interception des engins téléguidés sera-t-elle possible? Elle le sera par l'emploi des avions d'alerte lointaine dits « early warning ».

En effet, les radars de navires ne peuvent

atteindre les avions en vol rasant du fait de la courbure de la terre. Avec une antenne radar montée sur un mât de 25 mètres de hauteur, le lobe des émissions touche l'horizon à quelque 16 milles nautiques. Au-delà de cette distance, un avion en vol rasant se trouve dans l'angle mort, et, par suite, n'est pas détecté.

L'avion-radar, au contraire, « voit » à une distance beaucoup plus grande, et peut transmettre par télévision son panorama-radar au porte-avions. Il faut naturellement que son radar soit assez puissant, ce qui conduit à utiliser pour ces missions des appareils de tonnage élevé.

Cette combinaison permettra d'abord d'enrayer l'action des avions à grand rayon d'action qui chercheraient à intervenir au large en appui des meutes de sous-marins pour l'attaque des communications. En outre et surtout, elle assurera la défense des convois maritimes contre les engins dirigés : bombes volantes, bombes téléguidées à statoréacteur, qui pourront être détectées et interceptées au-delà de l'horizon. Les avions « early warning » donneront l'alerte à une distance permettant aux chasseurs d'interception de joindre les avions guideurs de ces engins avant qu'ils soient en mesure d'atteindre leurs objectifs.

Dans l'action contre la terre, l'emploi de radars à grande portée et la technique de l'interception à partir des porte-avions permet de réduire au minimum le nombre des chasseurs réservés à la défense au bénéfice de l'escorte des forces d'attaque.

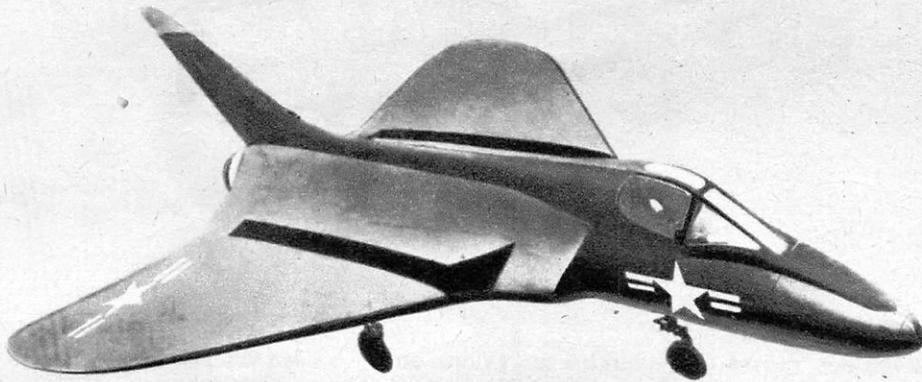
VOUGHT « CUTLASS »

Le F7U-1 « Cutlass » est le chasseur d'interception le plus rapide de la marine américaine. C'est un appareil sans queue avec deux très grandes dérives fixées au bord de fuite de l'aile en flèche. Le F7U-1 est fabriqué en petite quantité, mais un nombre important de F7U-3 a été commandé. Cette nouvelle version, équipée de deux turbo-réacteurs Westinghouse J-40 avec post-combustion, serait un chasseur de vitesse supersonique.



DOUGLAS X F 4 D

Le XF4D sera le premier chasseur d'interception à aile en delta de la marine américaine. Il doit être catapulté d'un porte-avions et atteindre rapidement 15 000 m pour intercepter les avions ennemis, c'est pourquoi il n'a ni la puissance au décollage ni le rayon d'action d'un chasseur embarqué standard. Il a effectué son premier vol en janvier 1951. Sa vitesse ascensionnelle dépasserait 60 m/s; en vol horizontal il serait supersonique.



RENDEMENT DES OPÉRATIONS A PARTIR DES PORTE-AVIONS

L'expérience de la guerre de Corée de 1950 a confirmé les leçons du Pacifique sur la valeur de l'aviation embarquée.

Les Grumman « Panther » du porte-avions **Leyte** abattirent les deux premiers Mig. 15 dès le 18 novembre 1950. Et pourtant, ces appareils à ailes droites ne sont pas des avions à vitesse sonique.

Comment peut-on expliquer que des avions de performances un peu moindres puissent, à partir de porte-avions, obtenir l'avantage? Par l'appui immédiat que donne le porte-avions à ses propres avions.

Dans la guerre du Pacifique, on avait déjà constaté que l'Air Force perdait un avion pour 5 japonais abattus, et les porte-avions 1 avion pour 13 avions japonais abattus.

Or les appareils étaient pourtant de qualités équivalentes entre l'Air Force et la Marine. En fait, la mobilité des porte-avions — avec leur radars — permettait une meilleure concentration des forces aériennes et, par suite, un meilleur rendement. Les mêmes raisons jouent en faveur de l'aviation à réaction.

La guerre de Corée a montré également que les porte-avions étaient utilisables par tout temps, même par temps de neige. Il

est plus facile de dégager un pont d'envol enneigé qu'un aérodrome, et lors des tempêtes de neige, en décembre 1950, le **Leyte** a pu être utilisé tous les jours, alors que les aérodromes à terre furent indisponibles pendant deux jours.

La guerre de Corée a montré également la valeur de l'aviation embarquée comme arme de précision. Celle-ci fait d'avance l'économie d'un poids de combustible superflu par rapport à l'aviation basée à terre loin de l'objectif. On peut donc forcer sur l'armement, tout en assurant le maximum de manœuvrabilité pour l'attaque à bout portant, ce qui permet à la fois la précision dans le lancement et la facilité de déroberment. Les statistiques de l'U. S. Navy ont démontré que pour un objectif très restreint de 40 m², les chances d'impact sont 485 fois plus grandes en utilisant un avion en piqué lançant des « Tiny Tim » qu'avec des bombardiers lourds lançant en altitude des bombes équivalentes.

Une « Tiny Tim » est une bombe-fusée de 250 kg. Avec un « Corsair » lançant à bout portant deux « Tiny Tim », on a donc autant de chance de faire mouche qu'avec une vingtaine de quadrimoteurs B-29 chargés chacun de 9 tonnes de bombes, c'est-à-dire déversant chacun en altitude 40 bombes classiques de 250 kg.

AVION "EARLY WARNING"



● La portée des radars embarqués sur un porte-avions est rapidement limitée par la rotondité de la terre, même si on place les antennes le plus haut possible sur les mâts, car les ondes ultracourtes se propagent

uniquement en ligne droite. Pour détecter à temps les engins téléguidés et les avions qui les dirigent à distance, on envoie en avant des navires des avions avec des radars à grande portée appelés « Early Warning ».

Pour l'arrosage de la région de Weg Wan, en Corée, le 16 août 1950, cent B-29 déversant au total 880 tonnes de bombes, l'U. S. Air Force dut prendre une marge de 3 kilomètres pour ne pas risquer, au cours de son arrosage, de toucher les troupes amies, tandis que, lors d'une contre-attaque, les « Corsair » des porte-avions ont pu détruire des mortiers sino-coréens jusqu'à 50 mètres de la ligne de front tenue par les « Marines ». La précision de ce « close air support » (appui aérien rapproché) par l'aviation embarquée des porte-avions américains fut une véritable révélation.

La précision dans le lancement n'est pas le seul critère de rendement. Il faut considérer aussi le taux des pertes subies, lorsque l'aviation embarquée se heurte à une réaction

adverse en chasse ou en D. C. A. Rappelons sur ce point les chiffres de 1945. Dans le Pacifique, les B-29 de la 21^e U. S. Air Force opérant contre le Japon n'ont perdu en moyenne que 1 bombardier pour 75 sorties. Pendant la même période, les « Helldiver » de l'Aviation Navale américaine n'ont perdu qu'un avion pour 2 731 sorties. Rapporté au nombre des sorties, le taux des pertes des avions embarqués a donc été 37 fois moindre que celui des grands bombardiers basés à terre opérant pendant la même période sur le même théâtre d'opérations.

Ceci s'explique par le fait que les opérations d'attaque peuvent toujours être escortées par la chasse, de bout en bout, grâce à la proximité des plates-formes amenées à pied d'œuvre par voie de mer.

NORTH AMERICAN AJ-1

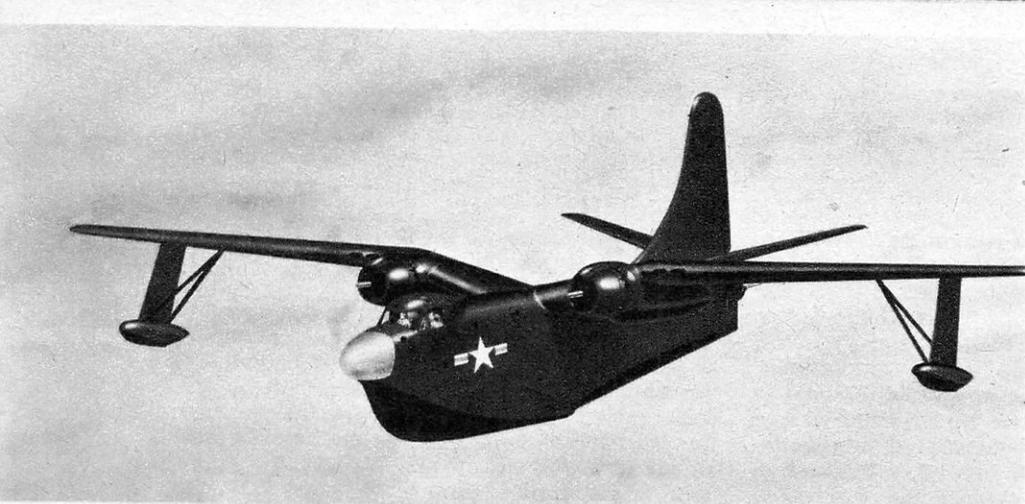
Avion de reconnaissance et d'assaut embarqué de l'aviation navale américaine, cet appareil est propulsé par deux moteurs Pratt et Whitney R-2800-34W pour le vol de croisière. Au combat, un turboréacteur Allison J-33 A-12, placé dans la queue du fuselage, apporte un supplément de poussée. Les ailes et la dérive de queue peuvent être repliées pour le stockage de ces avions à bord des porte-avions. L'appareil comporte une cabine pressurisée pour trois hommes d'équipage. Il est construit en série.





P 2 V-4 « NEPTUNE »

Cet appareil spécialisé dans la reconnaissance et la lutte anti-sous-marine est en fabrication sous de multiples versions et en service dans les bases navales américaines de l'Atlantique et du Pacifique, depuis l'Alaska et Terre-Neuve jusqu'au canal de Panama. Il est muni de radars sous le fuselage, de canons, rockets et charges sous-marines. Une version sauvetage à canot parachutable.



P 5 M-1 « MARLIN »

Le Martin « Marlin », qui va entrer en service dans la Marine américaine est le plus récent hydravion anti-sous-marin. Il dérive du Martin PBM « Mariner » avec des formes de coque améliorées pour les évolutions sur mer et le décollage, et le remplacement de la double dérive par une dérive unique. Son rayon d'action, non précisé, serait considérable, et lui permettrait de tenir l'air pendant près de 24 h.

L'AVENIR DU PORTE-AVIONS

L'entrée en scène des avions à réaction va-t-elle déclasser radicalement le porte-avions léger d'escorte, de tonnage faible et dont les dimensions du pont d'envol sont relativement réduites? Rien n'est moins sûr. Les avions à hélices soniques pourront les utiliser et puis, à défaut, les hélicoptères s'accommoderont bien de ces plates-formes lentes.

Au printemps 1950, le porte-avions léger d'escorte américain **Palau**, analogue à notre **Dixmude**, a été équipé de 8 hélicoptères Piasecki pour la mise à terre d'une compagnie de fusiliers-marins. Les hélicoptères n'ont pas cessé de faire la navette entre la plage et le pont, comme l'auraient fait des embarcations, transportant personnel, équipement et munitions. Ainsi, il apparaît que l'hélicoptère de débarquement et l'hélicoptère anti-sous-marin revaloriseront les porte-avions d'escorte.

Un porte-avions armé d'avions à réaction devra être rapide, bien équipé en catapultes et doté de ponts renforcés. Paradoxalement, l'avion à réaction de hautes performances aura d'autant plus besoin de porte-avions que ses qualités seront accrues. Plus les per-

formances seront poussées, plus la consommation en combustible sera élevée; l'autonomie sera réduite, et par conséquent, il faudra un support amené à pied d'œuvre pour l'emploi opérationnel de ces avions-bolides: un support matériel, la plate-forme, et un support électronique.

Le porte-avions saura s'adapter à l'avion de vitesse transsonique et supersonique ainsi que le montre l'expérience faite le 8 novembre 1950 par un avion expérimental de vitesse transsonique qui réussit à atterrir sur un porte-avions de la classe **Illustrious**, le Supermarine 510 à ailes en flèches dont les performances sont du même ordre que celles du North American F-86 « Sabre ».

Les nouveaux Chance-Vought FTU-3 « Cutlass » qui viennent d'être commandés en série par l'U. S. Navy sont des chasseurs embarqués sans queue de vitesse de croisière sonique, dont la vitesse maximum atteindra le nombre de Mach de 1,15. Leur vitesse d'approche sera réduite à 100 nœuds (180 km/h) par l'emploi de volets de bord d'attaque de grandes dimensions, au lieu des volets hypersustentateurs classiques. La Marine américaine étudie des avions supersoniques tels que le Douglas X-3 qui sera mu par un réacteur J-53 de 8 500 kg.

P4M-1 "MERCATOR"

Le Martin « Mercator » est destiné à la reconnaissance et la lutte anti-sous-marine, au cours de missions sans escorte. Aussi est-il protégé par un blindage très étendu et armé de nombreuses tourelles défensives. Son système de propulsion, constitué par une combinaison de deux moteurs à pistons et de deux turbo-réacteurs (logés à l'arrière des nacelles des premiers, d'où son aspect de bimoteur) lui donne un grand rayon d'action allié à une vitesse de pointe élevée.



Le porte-avions restera le pivot du combat aéronaval tant pour la défense aérienne des convois maritimes que pour celle des « ponts aériens » lorsque ceux-ci fonctionneront au-dessus des océans.

Le renforcement des ponts des porte-avions permettra l'emploi d'avions plus lourds. C'est ainsi que le nouvel **Ark Royal** britannique de 36 800 tonnes disposera d'un pont de 240 mètres de long et de 40 mètres de large, permettant de recevoir des avions de 14 tonnes appontant à la vitesse de 105 nœuds (195 km/heure).

On se demande parfois si les porte-avions survivront au développement prochain des engins téléguidés, des engins robots ou des fusées.

Le fait que des avions robots remplaceront un jour des avions pilotés par des hommes n'entraînera pas la suppression de la plateforme qui les mettra en œuvre. Bien au contraire, une plate-forme « intelligente » leur sera indispensable.

De nouveaux types de navires porte-avions naîtront.

Ainsi l'évolution même de la technique dément les prophéties relatives à la disparition du porte-avions devant les progrès de l'aviation basée à terre.

Techniquement, on ne commet pas d'erreur, en 1950-1955, en construisant une marine à base de porte-avions.

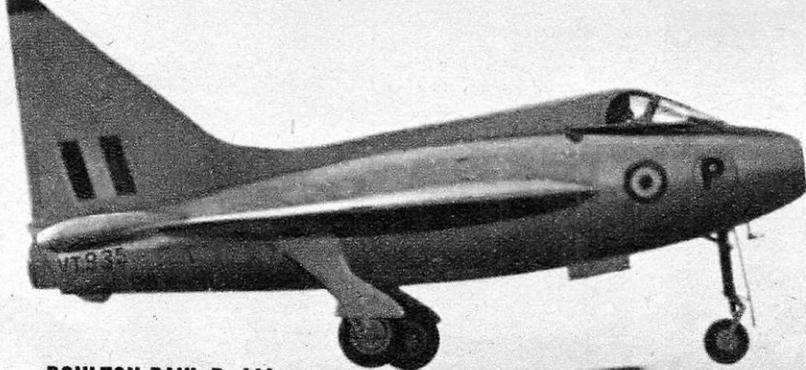
Vice-Amiral Pierre Barjot

CONVAIR X P 5 Y-1

C'est le premier multi-moteur américain qui ait été équipé de turbo-propulseurs (Allison T-40) ; c'est aussi le premier hydravion sur lequel ce type de propulseur ait été installé. D'un poids total de 60 tonnes, il est remarquable en particulier par la forme de sa coque, de caractéristiques aérodynamiques et marines très améliorées. Conçu comme appareil de reconnaissance à grand rayon d'action et pour la lutte anti-sous-marine, il est actuellement fabriqué en série sous sa version de transport (R 3 Y - 1).



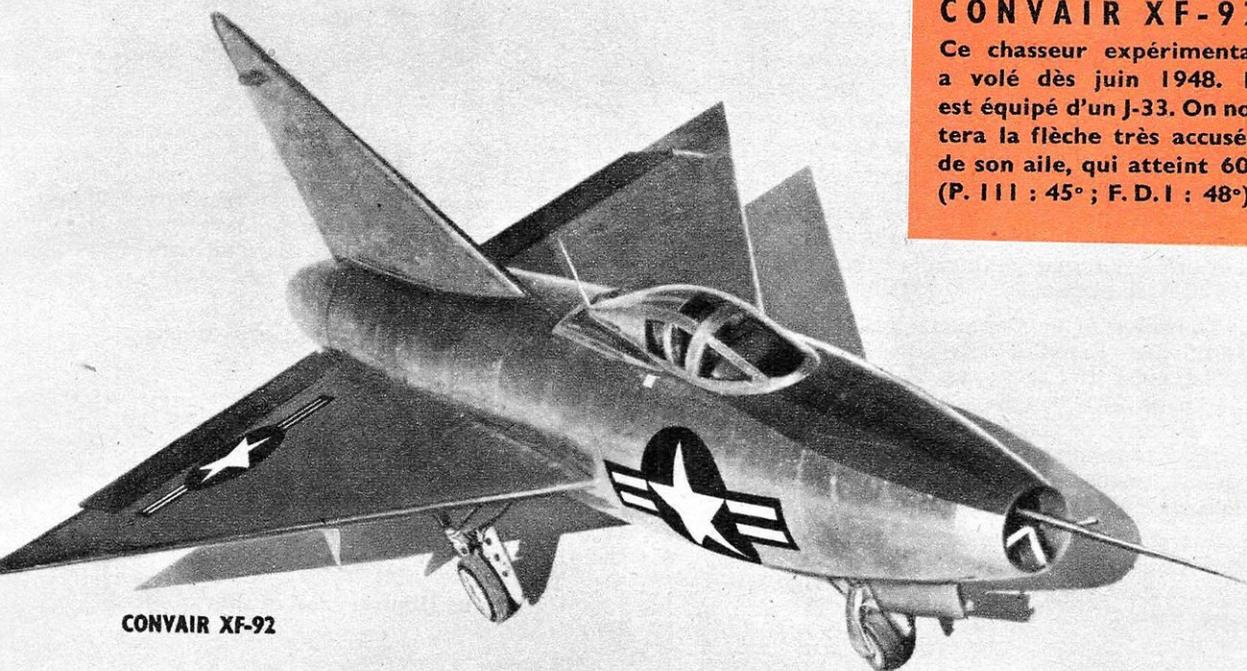
RECHERCHES LA FORMULE



BOULTON PAUL P. 111

CONVAIR XF-92

Ce chasseur expérimental a volé dès juin 1948. Il est équipé d'un J-33. On notera la flèche très accusée de son aile, qui atteint 60° (P. III : 45° ; F. D. I : 48°).



CONVAIR XF-92

FAIREY F. D. 1

Il a volé en mars 1951 avec un réacteur « Derwent » ; des fusées doivent remplacer les cônes à l'arrière. Un parachute de freinage est prévu à l'atterrissage.



FAIREY F. D. 1.

EN VOL SUPERSONIQUE: DE L'AILE EN "DELTA"



BOULTON PAUL P. 111

Destiné à explorer le domaine des vitesses transsoniques, il est équipé d'un turboréacteur Rolls-Royce « Nene ». Envergure : 10 m. Il a volé à la fin de 1950.

NORTHROP X-4



NORTHROP X-4

La forme générale se rapproche du delta ; les « élévons » de l'aile combinent les fonctions d'ailerons et du gouvernail de profondeur. Deux réacteurs J-30.

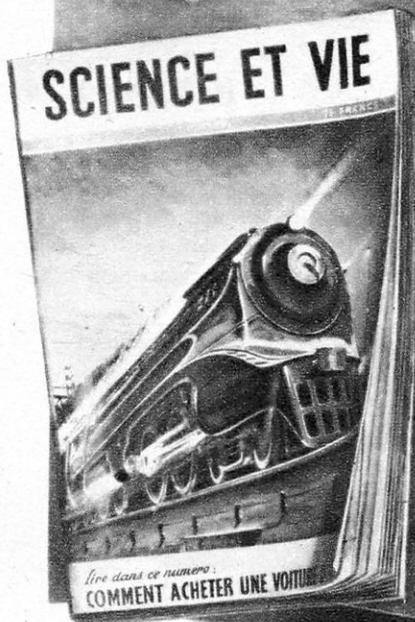
AVRO 707 B



AVRO 707 B

Cet appareil est propulsé par un réacteur « Derwent » avec prises d'air à la partie dorsale. Il atterrit cabré, toute l'aile remplissant alors le rôle de frein.

toute la vie de la science



tous les mois

SCIENCE ET VIE

à la portée de tous



L'AVIATION SOVIÉTIQUE

DOUZE mois d'hostilités en Corée nous en auront autant appris sur l'état le plus probable de l'aviation soviétique que toutes les supputations étayées sur les présentations de nouveaux appareils aux fêtes de l'Armée rouge.

Les quelques avions cédés aux forces nordistes n'ont joué à peu près aucun rôle au début de la campagne. Ceux qui se hasardèrent à prendre l'air furent rapidement abattus par les chasseurs américains; la plupart furent d'ailleurs détruits sur leurs terrains. Mais il faut bien reconnaître, à la décharge de la construction aéronautique soviétique, que le matériel ancien servi par les aviateurs nord-coréens n'avait pas été prévu pour ce genre d'adversaires.

La longue interruption qui s'ensuivit dans les combats aériens s'explique moins bien. Assurément, l'aviation communiste devait respecter la fiction d'une guerre par Etats interposés. Elle avait donc d'excellentes raisons pour ne pas engager ses appareils au-dessus du territoire contrôlé par l'armée des Nations Unies. Mais cette prudence n'expliquait pas l'inaction des Yak ou des Mig devant les formations de « Superfortress » qui détruisaient systématiquement, jusqu'au Yalu, les villes, les industries et les voies de communication coréennes. L'action des intercepteurs soviétiques se borna longtemps à une reconnaissance, suivi d'un repli sans combat vers les terrains mandchous.

Les premières rencontres entre les intercepteurs soviétiques et l'aviation américaine ne commencèrent vraiment qu'à l'entrée en ligne de l'armée terrestre chinoise contre les forces des Nations Unies approchant du Yalu. Successivement, des combats mettant en ligne de part et d'autre des dizaines d'appareils s'engagèrent entre ces intercepteurs, presque toujours des Mig-15, et les chasseurs américains de « pénétration » — les North American « Sabre » —, les chasseurs-bombardiers du modèle le plus récent — les Republic « Thunderjet » —, enfin les « Superfortress » Boeing B-29 de l'aviation stratégique. Quelques avions américains furent assurément descendus, mais il n'est pas douteux que, dans l'ensemble, les appareils de l'U. S. Air Force remportèrent un succès d'autant plus remarquable qu'il portait sur des appareils de l'aviation tactique ou stratégique opposés à des chasseurs d'interception spécialisés. Même si l'on n'admet pas l'exactitude absolue des pertes telles qu'elles ressortent des communiqués américains, il est certain qu'un succès sérieux des intercep-

teurs soviétiques se serait aussitôt traduit par des modifications profondes dans l'activité aérienne en territoire sous contrôle nordiste.

LES INTERCEPTEURS

Il n'est pas douteux que la chasse d'interception a fait l'objet du plus gros effort de l'aviation soviétique.

A une époque où les dernières formules de Convair B-36 D volent à 16 000 m, il ne faut pas compter sur l'artillerie pour les descendre. Seul l'avion à réaction aujourd'hui et demain l'engin téléguidé peuvent protéger contre leurs attaques.

La chasse d'interception est la seule parade actuelle contre la bombe atomique.

LES « YAK »

Les « Yak » sont une production du colonel-général Alexandre S. Yakovlev, l'un des plus réputés constructeurs soviétiques. Plus de 10 000 chasseurs, du Yak-1 au Yak-9, ont été construits au cours de la guerre.

Le Yak-15 est l'adaptation déjà ancienne, puisqu'elle date de 1946, du Yak-9 en vue de son équipement avec un turboréacteur Junkers Jumo-004. L'échappement se fait au bord de fuite de l'aile, au-dessous du cockpit. Le Yak-15 est l'un des plus légers intercepteurs à réaction du monde. Il est armé d'un canon (20 ou 23 mm) et de deux mitrailleuses de 12,7 mm en fuselage.

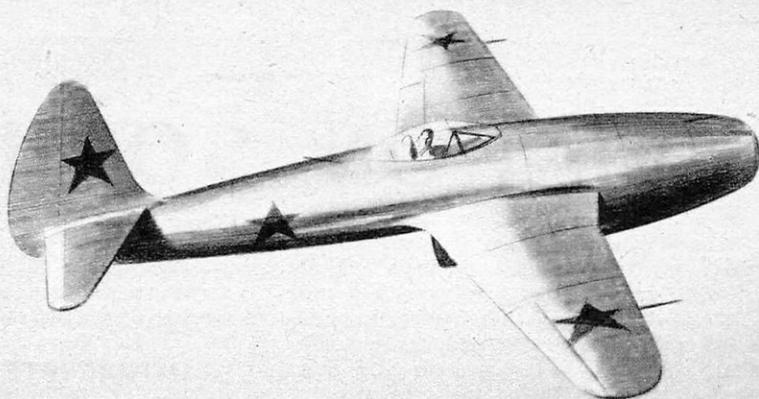
En raison du faible rendement de ce genre d'adaptation, et de la puissance modérée des turboréacteurs Junkers, on ne lui attribue qu'une vitesse de l'ordre de 850 à 900 km/h. Mais sa faible charge au mètre carré en fait un appareil certainement très maniable en altitude.

Le Yak-15 était déjà construit en grande série en 1948, où deux groupes en avaient été présentés à la Fête de l'aviation. C'est le chasseur le plus fréquemment aperçu dans la zone d'occupation soviétique; il équipe également les Armées de l'Air des pays satellites. Il existe sous plusieurs versions différant légèrement par la forme des empennages et des gouvernes; les plus anciennes ont été transformées en biplaces d'entraînement UYak-15 (U=Uchebny=instruction).

Le Yak-17 (ou 19) apparut pour la première fois en 1947; il reproduit d'assez près la formule du « Thunderjet » avec une aile médiane, prise d'air à l'avant du fuselage, échappement à l'extrême arrière. D'après la forme du fuselage, on lui attribue un turboréacteur à compresseur centrifuge qui serait une copie des Rolls-Royce « Nene » livrés vers la même

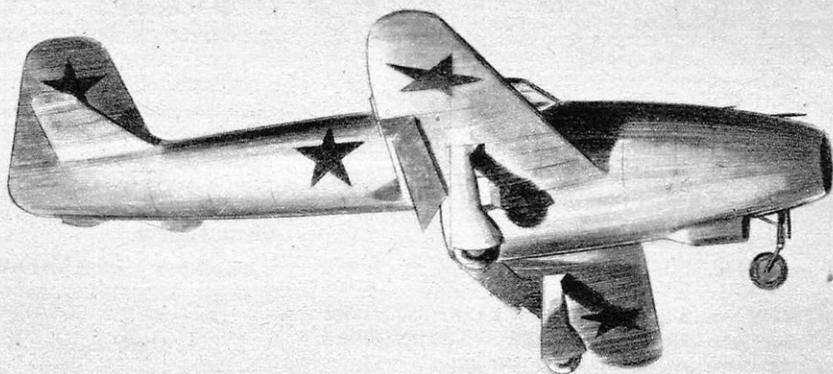
CHASSEUR YAK-15

Dérivé du Yak-3 par incorporation d'un turboréacteur Junkers Jumo 004 de 1 800 kg de poussée monté sous fuselage, cet appareil est l'un des plus anciens chasseurs à réaction de l'U.R.S.S. et des Etats satellites. Son envergure serait de 10 m; sa longueur de 8,80 m. Le poids est certainement très réduit. La vitesse ne doit guère dépasser 850 km/h.



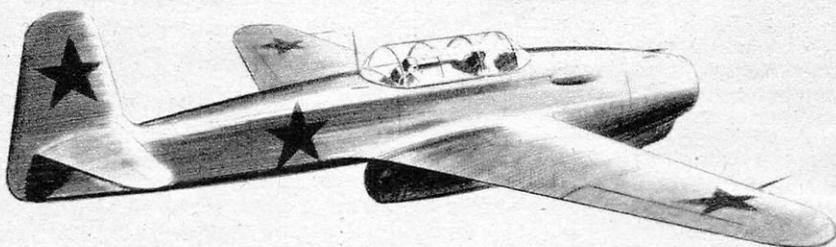
CHASSEUR YAK-15 B

Le Yak-15 a fait l'objet de nombreuses versions pour corriger quelques imperfections. Sur le premier modèle, la roue de queue rétractable était exposée au souffle du réacteur au décollage et à l'atterrissage, ce qui explique une version ultérieure à train tricycle. Le Yak-15 B est une autre version qui ajoute au train tricycle un empennage modifié.



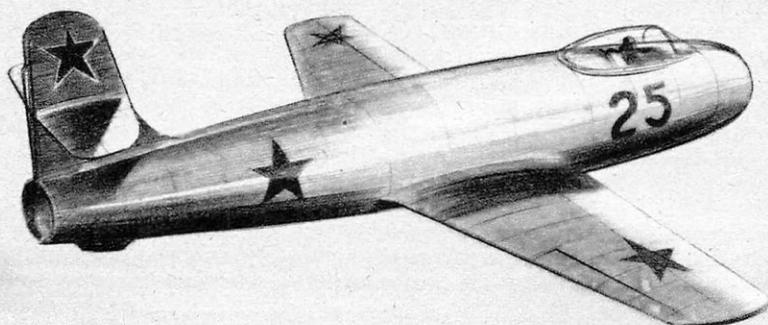
CHASSEUR U YAK-15

Comme en Grande-Bretagne et en Amérique, les plus anciens des chasseurs soviétiques à réaction ont été transformés en appareils biplaces pour l'instruction. Le U Yak-15 (U=Uchebny=instruction) est une version biplace dérivant du Yak-15 B à train tricycle. Le U Yak-15 est également en service pour l'instruction dans les aviations de quelques-uns des Etats des satellites.



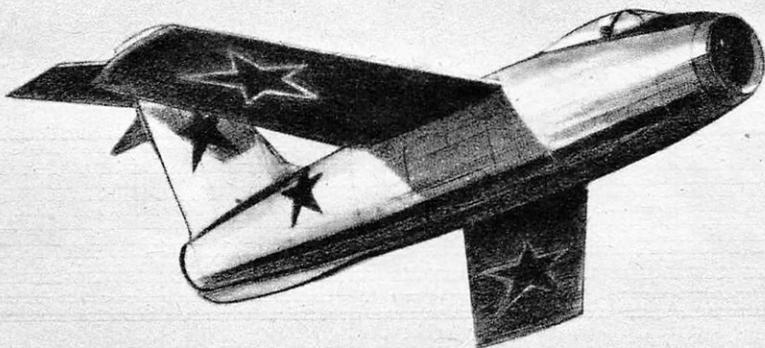
CHASSEUR YAK-17

Le Yak-17, que l'on attribue généralement à Yakovlev, présente, comme beaucoup d'autres, une ressemblance très marquée avec le Republic F-84 « Thunderjet ». Il est apparu pour la première fois en 1947. On suppose, à la forme du fuselage, qu'il est équipé d'un turboréacteur à compresseur centrifuge. Malgré sa voilure droite, sa vitesse avoisine 1 050 km/h.



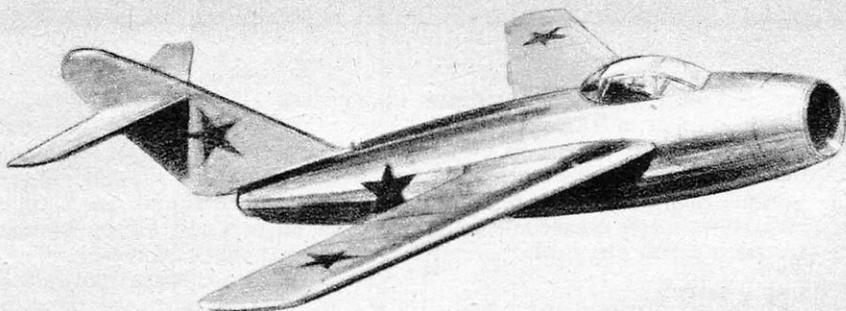
CHASSEUR YAK-25

Le Yak-25 est le plus récent des chasseurs attribués à Yakovlev; c'est le premier Yak à voilure en flèche. On notera le relèvement extrême de l'empennage horizontal et le train rentrant en fuselage qui indique une voilure mince. C'est sur cette base qu'on accorde au Yak-25 une vitesse supérieure à celle du Mig-15 et des meilleurs chasseurs étrangers.



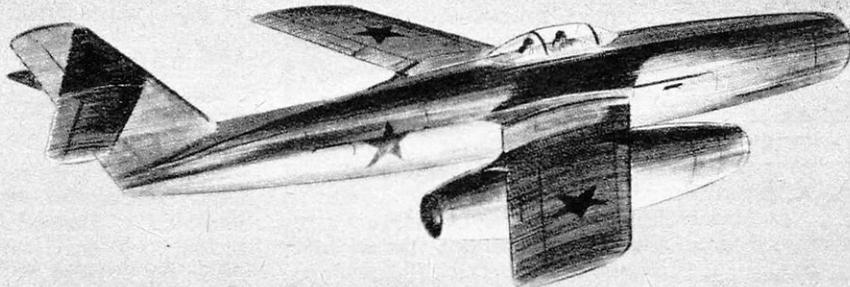
CHASSEUR MIG-15

Le Mig-15 est l'un des plus récents et des mieux connus parmi les chasseurs soviétiques depuis son emploi en Corée. L'envergure et la longueur seraient voisines de 10 m; la vitesse au sol, sans post-combustion, atteindrait 1 030 km/h. Ses points de supériorité sont sa vitesse ascensionnelle et en altitude et son décollage court, tenant à la post-combustion.



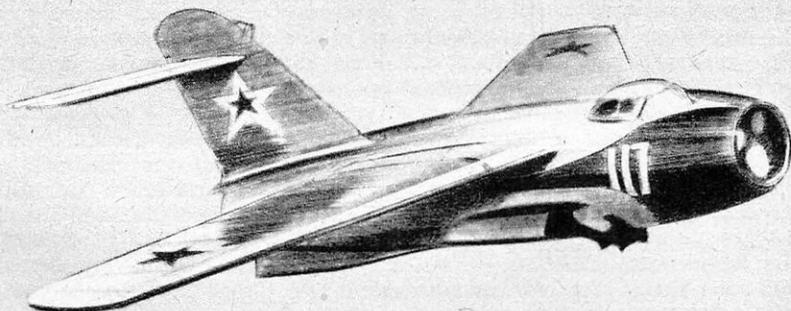
CHASSEUR LA-16

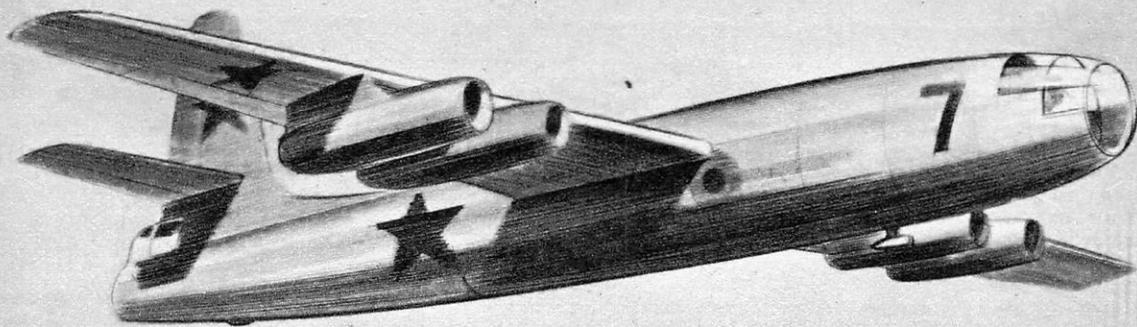
Le La-16, de Lavochkin, est le seul chasseur de nuit soviétique biréacteur que l'on connaisse. Il dérive étroitement du Messerschmitt Me-362, version améliorée du Me-262. Les autorités soviétiques ont affirmé à plusieurs reprises que ses performances dépassaient celles des chasseurs « tout temps » britanniques et américains les plus récents.



CHASSEUR LA-17

Le La-17 est, avec le Mig-15 et le Yak-25, le troisième des chasseurs soviétiques à ailes en flèche. Il ressemble étroitement au Mig-15, mais avec une aile haute au lieu d'une aile médiane, et surtout avec une voilure d'allongement très supérieur. Il a été présenté pour la première fois à la fête de l'aviation de 1949. Il aurait même vitesse que le Mig-15.





LE QUADRIREACTEUR ILYOUCHINE est le seul bombardier lourd soviétique à réaction connu. Il vole depuis 1947. On ne lui attribue qu'un rayon d'action (2.000 à

2.500 km) et une charge utile (2500 kg environ) très inférieurs à ceux des multiréacteurs américains récents à grande puissance tels le Stratojet.

époque à l'aviation soviétique. Sa vitesse serait d'environ 1 050 km/h.

Le Yak-25, avec voilure en flèche très prononcée, et un train rentrant en fuselage qui indique une voilure mince, serait la dernière réalisation de ce constructeur; sa présence en Corée n'a pas été confirmée.

LES « MIG »

Artem Mikoyan et Mikhaïl Gourevitch sont, en collaboration, les constructeurs de plusieurs chasseurs et notamment des Mig-1 et Mig-3, qui équipaient l'aviation soviétique en 1941.

Le Mig-9, leur premier chasseur à réaction, apparut en 1946; les constructeurs remportèrent à cette occasion un prix Staline. C'est un biréacteur, équipé probablement de deux Junkers Jumo-004, disposés à la façon du Yak-15, c'est-à-dire avec prise d'air à l'avant et échappement au droit du bord de fuite de la voilure. L'armement comporterait un canon de 53 mm et deux de 20 mm, tous les trois en fuselage. La vitesse serait d'environ 960 km/h.

Le Mig-9 fut présenté en 1947 à la fête d'aviation de Koutchino; il était en service en Allemagne, au voisinage du « corridor » berlinois, lors de l'établissement du Pont aérien.

Le Mig-15 est le premier intercepteur à voilure en flèche des mêmes constructeurs. Sa formule générale rappelle celle du North American « Sabre », à l'exception de l'empennage horizontal tangent à la tuyère d'échappement sur le « Sabre », et beaucoup plus relevé sur le Mig-15. La flèche, du même ordre que celle du « Sabre », serait de 35° environ. L'équipement, sur les premiers exemplaires du moins, comportait un siège éjectable supprimé par la suite. Les dimensions du Mig-15 et du « Sabre » seraient assez voisines : 10,80 m d'envergure et 12,20 m de longueur pour le Mig, contre 11,30 m et 11,45 m pour le « Sabre ».

Le turboréacteur du Mig-15 serait, comme celui du Yak-15, la version soviétique du

Rolls-Royce « Nene », modifiée par l'adjonction d'une post-combustion ou d'une fusée. Les équipages américains ont, en effet, signalé fréquemment une accélération brusque de l'appareil, avec dégagement d'une fumée blanche, au moment où ils en approchaient.

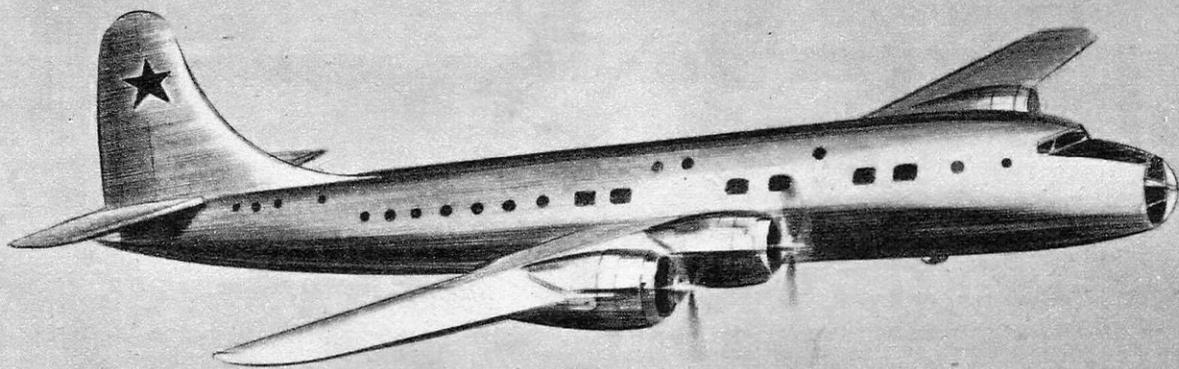
L'armement attribué au Mig-15 est très variable, et comporte au moins cinq combinaisons de mitrailleuses, canons et lance-fusées.

La vitesse du Mig-15 serait à peine inférieure à celle du « Sabre » (1 070 km/h). Sorti en 1949, le Mig-15 aurait remplacé le Yak-15 sur les chaînes de construction. C'est lui qui a eu, en Corée, la mission de s'opposer aux « Sabre », aux « Thunderjet » et aux « Superfortress ».

LES « LA »

Les chasseurs « La » sont une production du lieutenant-général Lavochkin, dont le premier, le Lagg-3, (en collaboration avec Gorbourov et Goudkov) était en service en 1941. Lavochkin se distingua pendant la guerre en réalisant deux chasseurs en bois, le La-5 et le La-7, aussi légers que maniables, dont le dernier était, après le Yak-3, le chasseur soviétique construit au plus grand nombre d'exemplaires au cours des hostilités. D'autres modèles plus récents, tels que le La-11 qui serait toujours en fabrication, ont conservé le moteur à explosions; on signale également un La-17, ressemblant beaucoup au Mig-15. Mais il semble que la contribution la plus récente de Lavochkin à la chasse soviétique soit le La-16, un bimoteur d'interception de nuit, à voilure en flèche. Il dériverait étroitement du Me-362, version améliorée du Messerschmitt Me-262, dont les plans furent saisis par l'Armée rouge chez ce constructeur.

Les données manquent sur les caractéristiques et performances de cet avion. Les affirmations soviétiques selon lesquelles il dépasserait largement la vitesse des plus récents inter-



LE QUADRIMOTEUR TOUPOLEV TU-70 est une copie étroite des « Superfortress » B-29 qui atterrirent en Sibérie lors des bombardements du

Japon. Mais, faute de moteurs de puissance comparable aux moteurs américains des B-29 et des B-50, on ne leur attribue pas un rayon d'action supérieur à 4 000 km.

cepteurs « tout temps » américains, le Lockheed F-94 et le Northrop « Scorpion » doivent être accueillis avec quelque réserve; la formule du bimoteur à ailes en flèche, avec réacteurs dans la voilure, dérivée du Messerschmitt Me-262 et du Gloster « Meteor », n'est en effet guère favorable aux vitesses transsoniques.

LES BOMBARDIERS LÉGERS : DU TU-2 AU TU-10

Le bombardier léger bimoteur est une spécialité du doyen des constructeurs soviétiques, Toupolev, qui n'a pas construit moins de 25 prototypes de toutes sortes depuis 1922.

Le Tu-2, qui lui valut un prix Staline en 1943, est un bimoteur de 12 800 kg, équipé de deux moteurs Ash-82 de 1 850 ch. La vitesse maximum serait de 560 km/h; l'armement de deux canons de 20 mm à l'avant, d'une mitrailleuse de 12,7 mm à l'arrière, et de 2 300 kg de bombes. Le Tu-2 est toujours en service.

Une version à réaction du Tu-2, à laquelle on donne à l'étranger différentes désignations (Tu-2A, Tu-4...) a été présentée à la fête de l'aviation de 1947. C'est la cellule du Tu-2, équipée de deux turboréacteurs dérivés des BMW allemands, à laquelle on attribue en raison de son origine la vitesse assez modeste de 720 km/h.

La plus récente réalisation de Toupolev en bimoteurs est le Tu-10, spécialement étudié pour la propulsion par réaction. Ce serait un appareil d'une vingtaine de mètres d'envergure, à voilure droite, empennage en flèche, avec turboréacteurs à compresseurs axiaux, équipés de brûleurs pour post-combustion; on estime sa vitesse à 900 km/h.

LES BOMBARDIERS LOURDS

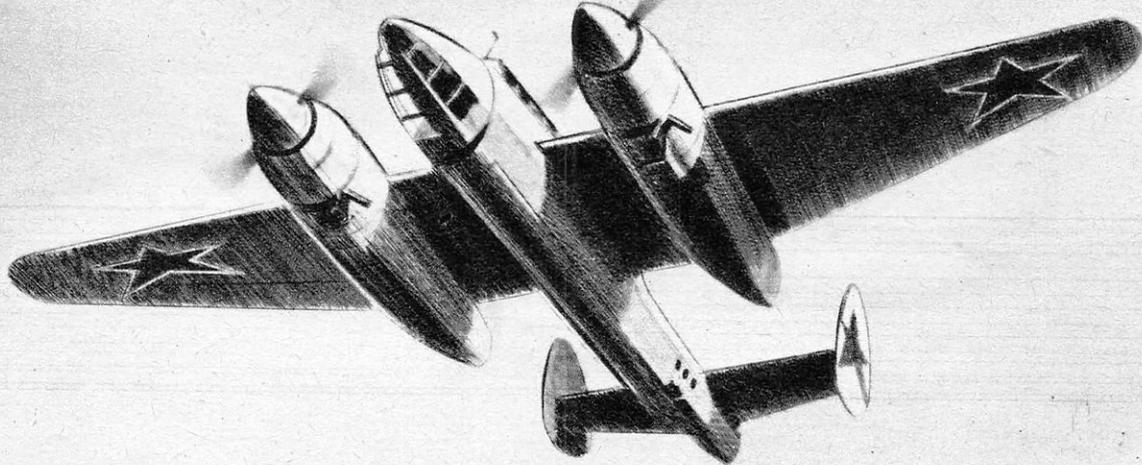
Les plus anciens bombardiers lourds soviétiques ont été également construits par Toupolev. On se souvient notamment des

voyages accomplis, en 1935, par les premières escadres de quadrimoteurs Toupolev qui firent escale au Bourget, comme des tentatives de record de distance, pas toujours heureuses, des mêmes appareils entre la Russie et l'Amérique après traversée des régions polaires. Mais le bombardier lourd ne joua cependant pas grand rôle sur le front de l'Est au cours de la deuxième guerre mondiale.

Ce fut encore Toupolev qui fut chargé de reproduire sous la désignation, croit-on, de Tu-72, les « Superfortress » Boeing B-29, dont quatre appareils survolant le Japon furent contraints d'atterrir en Sibérie. Quinze de ces copies furent présentées à la fête de l'Aviation en 1948. La difficulté aura probablement porté sur les moteurs. Il ne semble pas que les 18 cylindres Ash-90 qui les équiperait dépassent les 2 000 ch, alors que les Wright R-3 350 qui équipaient les B-29 donnaient 2 200 ch au décollage, et les Pratt & Whitney R-4 360 de 28 cylindres, 3 500 ch. Tout porte à croire cependant que les « Superfortress » soviétiques sont le matériel standard du bombardement stratégique.

Le bombardement lourd à réaction est une création d'Ilyouchine, l'un des plus anciens constructeurs soviétiques, puisqu'il dessina, en 1920, le premier planeur mis en service après la guerre de 1914-18; il est surtout connu par sa réalisation du « Stormovik » (le Il-2), le plus connu des avions d'assaut soviétiques de la deuxième guerre mondiale.

Le quadriréacteur Ilyouchine est un avion à voilure droite qui apparut pour la première fois en 1947, à la fête de l'aviation. Il est équipé d'une tourelle dorsale et d'une tourelle arrière avec canons de 20 mm. On lui attribue une charge utile de moins de 2 500 kg, et une distance franchissable ne dépassant pas 2 500 km. C'est l'appareil que développerait l'aviation soviétique si elle misait un jour sur le bombardement lointain.



LE BIMOTEUR TOUPOLEV TU-2, qui valut à son auteur un prix Staline en 1948, est un bombardier d'assaut, à deux moteurs de 1.850 ch, toujours en service, d'une

formule voisine des bimoteurs américains et allemands sortis à la même époque, « Marauder », « Invader », Junkers Ju-88, Messerschmitt Me-110.

L'AVIATION DE TRANSPORT

Les réalisations soviétiques en aviation de transport sont également des productions d'Ilyouchine, Toupolev et Yakovlev, dont les plus connues, parce qu'elles apparaissent quelquefois à l'étranger, sont l'avion moyen courrier Il-12 et l'avion pour lignes d'apport Yak-16.

C'est sur les appareils de transport que l'on peut juger le plus exactement de la technique aéronautique de l'U.R.S.S.; le Il-12 et le Yak-16, en particulier, ont été récemment offerts à la vente en Amérique du Sud, sans grand succès semble-t-il, malgré des prix très inférieurs à ceux de la concurrence étrangère.

Il est certain qu'il ne faut pas chercher dans ces modèles une solution originale en matière d'avions de transport. Le constructeur s'est inspiré d'un appareil étranger, presque toujours américain, et judicieusement choisi en général. Mais cette solution implique un décalage considérable dû aux longues années qui s'écoulent entre le moment où l'on met en route au bureau d'études le projet d'un nouveau type d'appareil et celui où l'expérience de quelques années de service sur les lignes permet de porter sur son rendement un jugement motivé.

L'histoire du Il-12, le « moyen-courrier » standard de l'Aeroflot et des satellites européens, montrera les avantages et les inconvénients de la méthode.

Vers 1935, à l'entrée en service du Douglas DC-2, l'U. R. S. S., comme d'autres pays d'ailleurs, et la France en particulier, acheta un exemplaire de l'appareil qui révolutionnait alors le transport aérien. Le service technique français se borna à établir un rapport qu'on lui joua le mauvais tour de publier, et d'où il résultait que le DC-2 était un appareil dangereux, qui ne répondait pas à ses normes. Les services soviétiques, moins sévères, se bornèrent à le faire copier; ils montraient volontiers à leurs visiteurs de 1936-37 trois

variantes qui ne différaient que par des détails de l'avion américain. Celle d'Ilyouchine le Il-4, fut retenue pour la construction de série.

Malheureusement, à la veille de la guerre, au moment où l'avion soviétique commençait à sortir, Douglas vendait un DC-3, qui était en service dès 1936 sur les American Airlines et qui déclassait complètement le DC-2. Les dirigeants de l'aviation soviétique jugèrent préférable de ne pas recommencer l'opération de 1935-39, qui avait l'inconvénient de leur faire construire chaque fois un matériel en retard de quelques années. Ils achetèrent la licence du nouvel appareil.

Mais il n'est pas douteux qu'il y a moyen, depuis pres de seize ans qu'il a volé pour la première fois, d'améliorer le Douglas DC-3, ne serait-ce qu'en consentant une vitesse d'atterrissage supérieure. Ilyouchine s'attaqua au problème dès 1943, et le Il-12, qui est le fruit de ce travail, est en service depuis 1948 dans l'Aeroflot.

Malheureusement, la question n'avait pas non plus échappé à Douglas; il mit à l'étude un Super DC-3 qui vole depuis juin 1949. Son rendement, comme on pourra en juger d'après la comparaison des caractéristiques et performances est certainement supérieur à celui de l'appareil soviétique.

LES TRANSPORTS LONGS-COURRIERS : LE TU-70 ET LE IL-18

Le Tu-70, de Toupolev, est la version de transport soviétique de la « Superfortress » Boeing, de même que le « Stratocruiser » en est la version de transport américaine.

Le Tu-70 est de 1946. Il a conservé, comme le « Stratocruiser », la voilure, le train d'atterrissage et les installations de moteurs du Boeing B-29. Le fuselage a été allongé, augmenté en diamètre, et aménagé pour 72 passagers. Mais les moteurs ne sont que des Ash-90 soviétiques de 18 cylindres et 2 000 ch,

quand les « Stratocruiser » ont été dérivés de la dernière version des « Superfortress », avec des 28 cylindres de 3 500 ch. On évalue la vitesse maximum du Tu-70 à 515 km/h et le rayon d'action à 4 000 km.

Le Il-18, d'Iliouchine, est un quadrimoteur qui rappelle le Douglas DC-6, mais avec une puissance moindre; il ne serait équipé en effet que de 14 cylindres Ash-82 de 1 700 ch, contre les 2 100 à 2 400 ch des 18 cylindres Pratt & Whitney du DC-6. L'aménagement est établi pour 66 passagers; le rayon d'action ne dépasserait pas 2 500 km.

LE MOYEN-COURRIER : LE IL-12

Le Il-12, d'Iliouchine, est le moyen courrier standard le plus récent de l'Aeroflot soviétique, des L.O.T., lignes d'Etat polonaises qui en auraient commandé 28, des Ceskoslovenska Aerolinie, lignes d'Etat tchécoslovaques, qui en auraient commandé 8. Il remplace progressivement les Douglas DC-3 de construction soviétique sur ces lignes. Il est également l'appareil de transport moyen et de remorquage de planeurs dans l'aviation militaire.

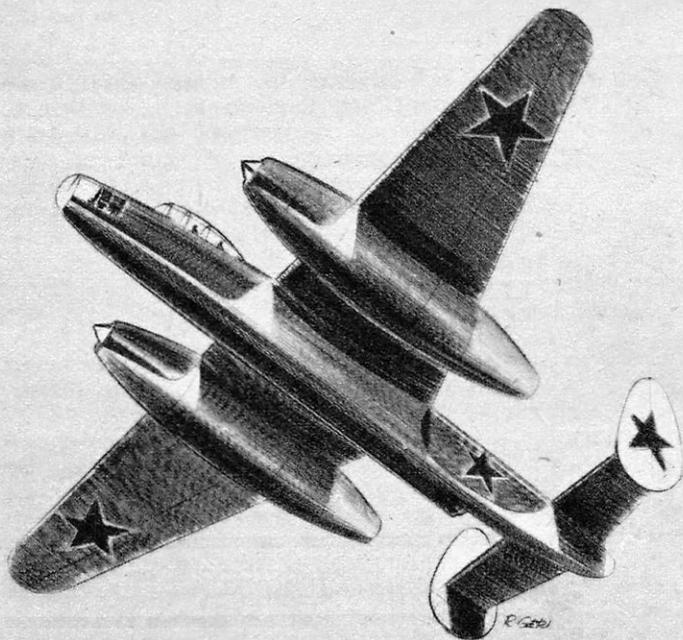
C'est un bimoteur à ailes basses de 31, 7m d'envergure et 24,30 m de longueur, équipé de deux moteurs Ash-82 de 14 cylindres donnant 1 775 ch au décollage. Il pèse 17 250 kg en charge. La vitesse de croisière la plus élevée est de 350 km/h. La version standard est aménagée pour 27 passagers, mais une version « coach » permet d'en emmener 32; le rayon d'action est donné pour 1 250 km avec 32 passagers (à 20 kg de bagages), 2 000 km avec 27 passagers, 3 000 km avec 16 passagers.

L'AVION D'APPORT : LE YAK-16

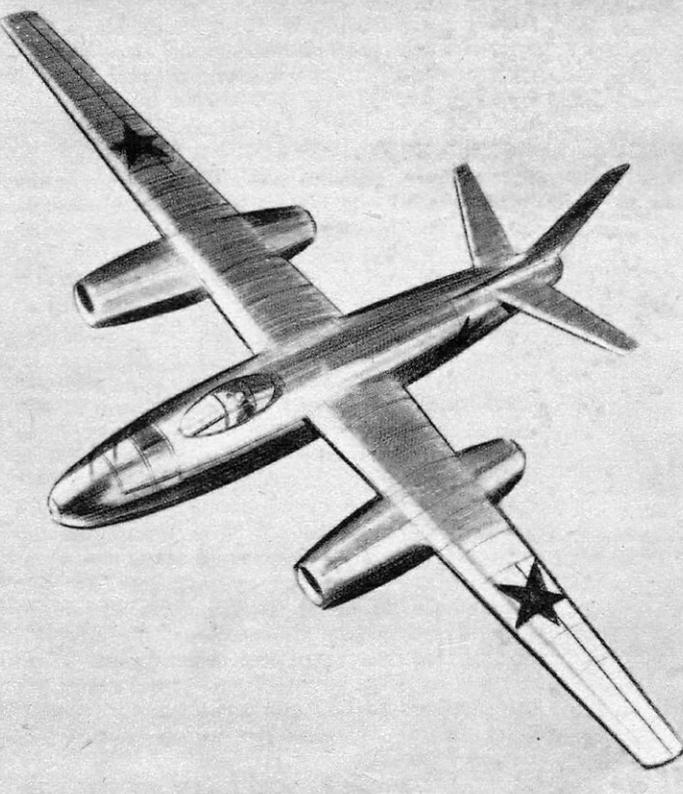
Le Yak-16, de Yakovlev, est en service depuis plusieurs années sur les lignes à faible trafic de l'Aeroflot. Il est apparu pour la première fois en dehors de l'U.R.S.S. lors de la foire commerciale polonaise de Poznan.

Du point de vue capacité de transport et rendement, il se rattache à une formule dont le principal représentant est le De Havilland « Dove » pour 8-11 passagers. Mais sa réalisation est beaucoup plus proche du Marcel Dassault MD-315 ou du SO-95 de la S.N.C.A.S.O.

Le Yak-16 est un bimoteur de 6 400 kg en charge, équipé de deux Ash-21 de sept cylindres donnant 750 ch au décollage. Son envergure est de 17 m, sa longueur de 11 m. Il est aménagé pour 10 passagers, qu'il peut emmener sur



LE TOUPOLEV TU-8, premier bombardier léger biréacteur soviétique est une adaptation déjà ancienne du Tu-2 dont les moteurs à explosions ont été remplacés par des turbo-réacteurs dérivés des BMW d'où sa vitesse de 720 km/h.



LE TOUPOLEV Tu-10 est le plus récent des bombardiers biréacteurs soviétiques. La cellule a été entièrement redessinée depuis les Tu-2 et Tu-8. C'est aujourd'hui un avion de 20 m. d'envergure environ, de la formule du « Canberra ».

1 000 km environ. Sa vitesse serait assez faible pour son tonnage et sa puissance, puisqu'elle ne dépasserait pas 310 km/h de valeur maximum et 290 km/h en croisière. Mais en revanche, il aurait une vitesse minimum très faible, 85 km/h seulement, lui permettant de décoller sur 260 m.

LES INTERCEPTEURS SOVIÉTIQUES EN CORÉE

Quel jugement peut-on porter sur la valeur de la construction aéronautique soviétique, au vu des événements de Corée ?

L'aviation soviétique a toujours développé la formule du chasseur d'interception de faible tonnage, rapide, maniable que l'on a même pu voir une fois au Salon de Paris de 1936, au moment où ces chasseurs se distinguaient en Espagne. Il n'est pas douteux que le programme des intercepteurs à réaction soviétiques visait à conserver ces mêmes qualités. Pourquoi n'y a-t-il pas réussi, à en juger par le résultat global en Corée ?

C'est, très probablement, parce que le problème du compromis optimum entre vitesse et maniabilité s'est beaucoup compliqué dans le domaine transsonique. Comme on le dit assez justement sous forme imagée, le chasseur qui cherche à virer court se trouve alors coincé entre ce précipice qu'est la perte de vitesse et cette falaise abrupte qu'est le mur du son. Les problèmes qui en résultent, où l'aéroélasticité, c'est-à-dire la déformation des voilures et des gouvernes aux grandes vitesses, joue le rôle principal, ne sont plus susceptibles de cette solution simple où l'on atteignait le résultat par une faible charge au mètre carré et une forte charge au cheval. Toutes les finesses de la technique américaine ne sont pas de trop ; elles ont valu au « Sabre » et au « Thunderjet » de pouvoir lutter sans gros handicap contre les Mig-15 de Corée, malgré un poids très supérieur pour une puissance voisine.

Faut-il mettre l'échec des intercepteurs soviétiques en Corée sur le compte d'une infériorité en armement et en conduite de tir ? Il semble au moins que le choix de la mitrailleuse de 12,7 mm, à laquelle l'U. S. Air Force est restée obstinément fidèle jusqu'à ces tout derniers temps ne méritait pas les critiques qu'on lui dispensait dans les aviations européennes qui avaient préféré des calibres de 20 et 30 mm. Aucune des nombreuses variantes d'armement du Mig-15, où l'on trouve jusqu'aux calibres de 37 et 53 mm, ne s'est montrée supérieure aux six mitrailleuses de 12,7 mm des chasseurs américains, ni aux tourelles de même calibre des « Superfortress ».

La conduite de tir américaine est certainement pour beaucoup dans la mise en œuvre de cet armement. Elle s'était déjà signalée au cours de la deuxième guerre mondiale par les « cerveaux mécaniques » des « Forteresses volantes » qui valurent beaucoup de

pertes aux chasseurs de la Luftwaffe, lorsqu'ils tentaient d'en approcher les formations. D'importants progrès ont été réalisés depuis. Les quatre tourelles des « Superfortress » sont télécommandées électriquement de cinq postes de visée en compartiments pressurisés. Les interconnexions entre tourelles et postes de visée sont multipliées, et parent à la mise hors de combat d'une fraction du personnel, beaucoup plus sensible aux effets du tir que le matériel. Tout permet d'ailleurs de croire que les derniers progrès en conduite de tir, de la mesure des distances par radar à celle des vitesses angulaires de l'objectif par gyroscopes, ont été mis à contribution. L'approche d'une « Superfortress » ainsi défendue est une opération risquée, que les Mig-15 ont rarement tentée, en choisissant les bombardiers isolés en difficultés, et qu'ils n'ont même pas toujours réussie.

L'AVIATION DE TRANSPORT SOVIÉTIQUE

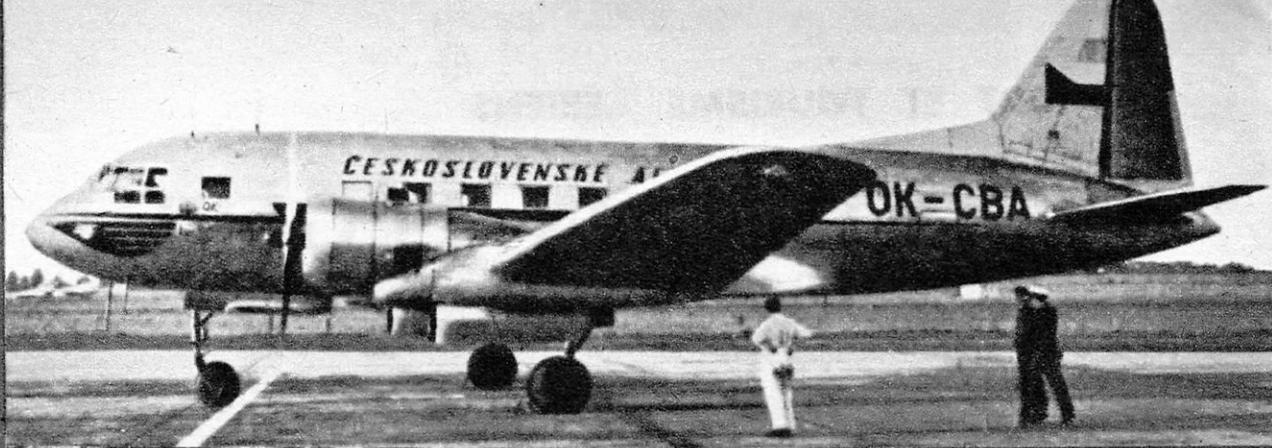
Plus encore peut-être que les Etats-Unis, où la route et la voie ferrée fournissent en tous temps des moyens de communication aisée, l'U.R.S.S., par son étendue, par la multiplicité des régions très faiblement peuplées ou désertiques, par la pauvreté de son système de transport, est le pays d'élection du transport aérien.

Les statistiques manquent à la fois sur l'importance véritable du transport aérien en U.R.S.S. et la perfection de son service. Les données sur le matériel volant sont elles-mêmes fragmentaires, et limitées à celui que les dirigeants soviétiques laissent sortir, ou vont même jusqu'à présenter à l'étranger pour la vente. Mais tout porte à croire que ce n'est pas le plus mauvais.

Comme ceux de l'aviation militaire, les programmes du matériel de transport paraissent judicieusement choisis. Un Douglas DC-3 ou un De Havilland « Dove » méritent d'être copiés, et même améliorés. Mais la comparaison détaillée des caractéristiques et performances de l'Il-12 et du Yak-16, ne permet pas de croire que le résultat cherché ait été obtenu.

Par exemple, pour relever de 6 le nombre des passagers et de 40 km/h la vitesse de croisière, il a fallu, en passant du Douglas DC-3 au Il-12, consentir un poids en charge de 17 250 kg au lieu de 11 440 kg, et des moteurs de 1 775 ch au lieu de 1 200 ch. Mais avec son Super DC-3 Douglas transporte au moins 3 passagers de plus à 50 km/h de mieux, et il n'a besoin pour ce résultat que d'un avion de 14 075 kg et de moteurs de 1 475 ch. Ce qui lui assure d'ailleurs un rayon d'action presque double de celui de l'avion soviétique.

De même, en avions pour lignes d'apport, le rendement du Yak-16 reste très inférieur à celui du De Havilland « Dove » ou du SO-95. Pour transporter une dizaine de passagers



L'ILLIOUCHINE IL-12 est le moyen courrier standard des lignes d'Etat soviétiques et de celles des satellites. Sa formule rappelle celle d'un Douglas

DC-3 agrandi et plus rapide, avec 17 250 kg en charge, deux moteurs de 1 775 ch et une vitesse de 350 km/h ; il est aménagé pour 27 à 32 passagers suivant les versions.



LE YAKOVLEV YAK-16, bimoteur pour 10 passagers, est l'avion d'apport standard de l'Aeroflot soviétique. Il rappelle les appareils français et bri-

tanniques (Dassault MD-315, SO-95, De Havilland « Dove ») mais avec un poids, 6400 kg, et surtout une puissance (2 moteurs de 750 ch) nettement plus élevés.

dans des conditions de confort certainement inférieures à celles de l'avion anglais ou français — il suffit d'en juger d'après les longueurs de fuselage — à une vitesse inférieure de 30 à 40 km/h, l'avion soviétique a besoin de moteurs beaucoup plus puissants, 750 ch contre 345 et 590 ch, et d'un tonnage supérieur, 6 400 kg contre 3 855 et 5 600 kg.

Même en faisant la part de conditions d'exploitation différentes — combustible ou infrastructure médiocres — et de leurs répercussions sur le rendement des moteurs et les exigences au décollage et à l'atterrissage, il apparaît bien que la construction soviétique est plus lourde et qu'elle exige des moteurs plus puissants pour des performances moindres. De toute façon, comme ce sont là les seuls appareils de transport soviétiques modernes, ils sont certainement handicapés quant au rendement en dehors de l'U.R.S.S.

Privés de la rude concurrence occidentale entre constructeurs et exploitants, les appareils de transport soviétiques n'ont certainement pas atteint la classe internationale,

et la réserve de la clientèle qui n'est pas absolument obligée de les acheter s'explique aisément.

Faute d'une documentation comparable en ce qui concerne les appareils militaires, une conclusion semblable serait plus difficile à justifier. Au surplus, la supériorité qualitative de l'Occident ne suffirait pas à nous rassurer. Dans les missions tactiques à courte distance qui ont été l'objet principal de l'activité aérienne soviétique au cours de la deuxième guerre mondiale, la supériorité numérique est souvent décisive ; peu importe que le résultat coûte un peu plus cher s'il est en définitive obtenu. Dans les missions stratégiques à grande distance, au contraire, ses expéditions s'exposent à des catastrophes s'il joint l'infériorité qualitative à une position relative toujours difficile lorsqu'il s'engage profondément dans les territoires ou les mers contrôlés par l'adversaire. Mais la conclusion vaut surtout pour des belligérants séparés de l'U.R.S.S. par l'océan.

Camille Rougeron.

L'AVIATION LÉGÈRE



« LE NAVION SUPER 260 », quadriplace de grand luxe, est le plus récent modèle produit par Ryan : cabine ventilée et insonorisée, démarrage par bouton poussoir, réchauffage du carburateur, etc.

PERSONNE, dans les pays civilisés, n'ignore l'extraordinaire développement de l'aviation de transport dont les milliers d'appareils offrent aujourd'hui quotidiennement 88 000 places aux passagers, et de l'aviation militaire dont la terrible efficacité s'est affirmée au cours de la dernière guerre mondiale.

Beaucoup de personnes, par contre, ignorent jusqu'à l'existence de l'aviation privée et des sports aériens. Bien peu savent le travail obscur qui se fait au sein d'un aéroclub, dans des conditions précaires, connaissent l'activité des pilotes privés qui se servent de leur avion comme de leur voiture pour un voyage d'affaires ou même une excursion, la science qu'acquièrent dans les centres de vol sans moteur de fervents jeunes pilotes. Et pourtant cette aviation prend une importance sans cesse croissante.

85 000 AVIONS PRIVÉS AUX U.S.A.

Commençons (par l'aviation privée aux Etats-Unis, pays où elle est incomparablement plus développée qu'en Europe.

Grâce à son esprit d'organisation et à ses énormes moyens de production, l'Amérique a pu fournir, dès la cessation des hostilités, plus de 80 % du matériel commercial nécessaire aux transports commerciaux du globe (sauf en ce qui concerne l'U.R.S.S.) et, du même coup, prendre sur le marché une place prépondérante qu'elle conserve encore aujourd'hui. Elle avait vu aussi grand dans le domaine de l'aviation privée que dans celui de l'aviation commerciale, mais alors que pour l'aviation commerciale son optimisme se trouva justifié, dans le domaine de l'aviation privée ce furent les pessimistes qui eurent raison. Les Américains, partant du fait qu'en 1940 on comptait 17 488 avions immatriculés appartenant à des particuliers, à des municipalités ou à des clubs, pensèrent que l'avion de tourisme allait, au lendemain de la guerre, connaître une vogue extraordinaire. Ils imaginaient, en effet, qu'un grand nombre d'anciens pilotes militaires voudraient continuer à voler à leur compte ou animer des aéro-clubs. Les usines, voyant sensiblement réduire les commandes militaires, s'orientèrent vers les prototypes de

EN VINGT MINUTES seulement, le profane peut assimiler les principes du pilotage de cet hélicoptère (Hiller) à très grande stabilité. Est-ce la solution d'avenir pour le tourisme aérien ?

tourisme et installèrent des chaînes de montage à l'image de celles que l'on rencontre dans l'industrie automobile.

En 1946 ces usines sortirent 34 568 appareils de tourisme. Mais on se rendit vite compte que le marché ne pouvait absorber une telle production. Il fallut réduire le débit et celui-ci passa à 15 339 en 1947 pour tomber à 7 039 en 1948.

En effet, il ne faut pas oublier que les surplus militaires offraient à la clientèle des avions-écoles en parfait état, « démobilisés », à des prix infiniment plus intéressants. Cette concurrence joua très sérieusement, et c'est ce qui poussa les constructeurs américains à chercher des débouchés nouveaux à l'exportation. Dans bien des cas, seul l'accès au marché mondial évita l'abandon pur et simple de certaines séries.

Il ne faudrait pourtant pas croire que l'aviation privée soit en voie de disparition outre-Atlantique. Au début de 1950, on comptait 85 000 avions utilisés par des particuliers ou par des clubs, c'est dire que l'Amérique du Nord conserve largement la première place du monde en ce qui concerne l'aviation légère.

Les 1 807 écoles privées de pilotage qui fonctionnent aux Etats-Unis ne désemplissent pas, les stages se succèdent, les heures de vol s'accumulent et les brevets ne cessent de se multiplier. Au cours de la seule année 1949, 30 278 brevets de tourisme furent décernés et 306 699 licences au total étaient valides. Mais s'il n'est pas rare de voir un pilote privé utiliser son appareil le dimanche pour partir à la pêche, si le pilote de tourisme de New-York peut aller, le plus naturellement du monde, passer son week-end avec sa femme et ses enfants à Miami, il ne faut pas oublier que l'avion privé reste coûteux et qu'à ce titre, tous ne peuvent prétendre en bénéficier. Comme dans les autres pays cet obstacle décourage bien des vocations aéronautiques

L'EXTENSION DU VOL A VOILE EN AMÉRIQUE

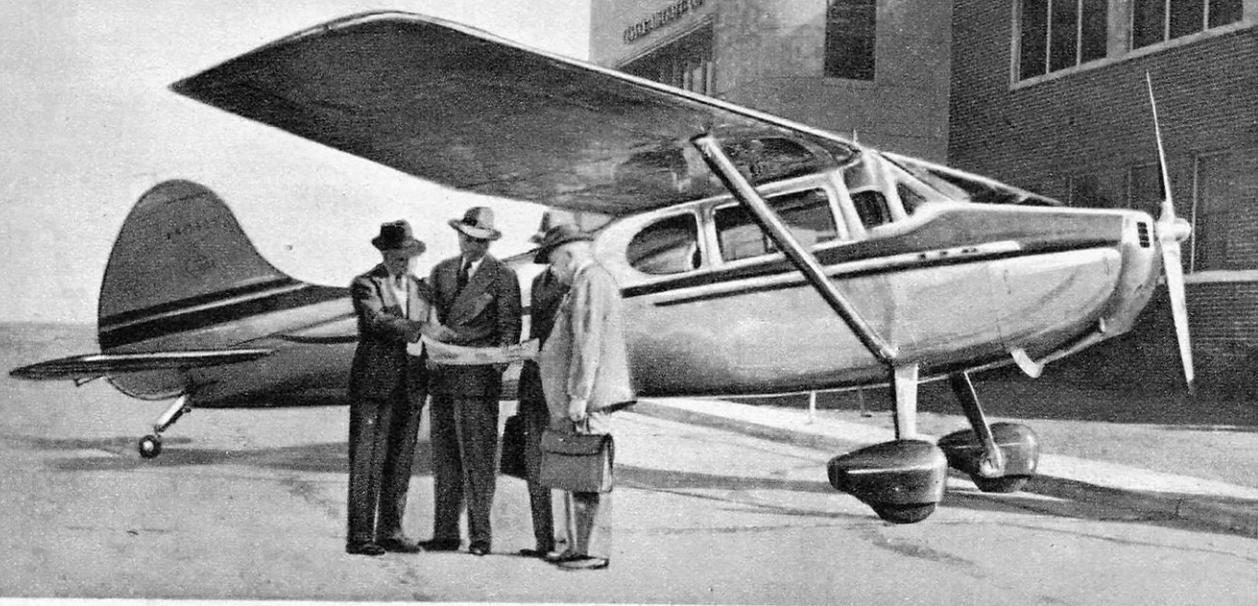
Depuis la guerre, le vol à voile a pris une grande extension aux Etats-Unis.

Le vol sans moteur était pratiquement inexistant en Amérique jusqu'en 1943. En 1942, 211 brevets de planeur seulement furent décernés contre 178 en 1930, et les planeurs étaient encore utilisés de façon archaïque. Il semblait qu'on se désintéressât, dans le Nouveau Monde, de ce sport si pur. En 1943, l'intérêt s'éveilla et 1 435 brevets furent pris dans l'année. A l'heure actuelle,



les centres de vol à voile, peu nombreux mais de plus en plus actifs, s'équipent, les constructeurs font un effort pour produire des appareils de meilleures performances, les adeptes se multiplient et tout permet d'augurer favorablement de l'avenir. En 1948, on compte 3 143 brevets valides et, depuis, les statistiques font apparaître des courbes très impressionnantes qui témoignent du travail qui se fait dans les 35 clubs spécialisés. Les pilotes de vol à voile qui considéraient le vol sans moteur comme un sport distrayant ont à présent abandonné cette conception pour lui accorder le caractère d'une véritable science qui mérite un matériel parfaitement adapté et des équipages rationnellement entraînés. Grâce à l'équipe de Mac Cready, les pilotes américains n'hésitent pas à accepter la compétition avec les champions étrangers qui, quelques années auparavant, leur avaient, chez eux, infligé de sévères défaites. L'un des premiers pilotes au monde qui posséda l'insigne de diamant est l'Américain Robinson.

Depuis quelque temps, on a découvert l'existence, à des altitudes supérieures à 8 000 mètres, des phénomènes d'ondes atmosphériques



LE CESSNA 170 a été construit en 1950 à plus de 600 exemplaires. C'est un quadriplace dont le siège arrière peut être démonté en trois minutes pour loger des bagages ou du fret. Il peut être équipé de skis ou

de flotteurs. Il atterrit à 85 km/h et est muni d'un indicateur de perte de vitesse. Les utilisations possibles sont multiples : tourisme, taxi, transport léger, ambulance, traitements agricoles, photographie aérienne, etc.

comparables aux courants marins et qui ouvrent un énorme champ d'action aux planeurs. L'étude du vol d'ondes nécessite des machines spécialement robustes, chauffées et équipées de cabines pressurisées. Dans plusieurs pays du monde, et en France en particulier, ces problèmes font l'objet de recherches très poussées. Mais les Etats-Unis entendent profiter de tous les moyens dont ils disposent pour être à l'avant-garde des expériences qui doivent être entreprises à ce titre, et deux planeurs stratosphériques sont à l'étude. Du reste, le Gouvernement apporte au vol à voile comme à toutes les formes de l'activité aérienne un appui compréhensif qui rentre dans le cadre général de la propagande aérienne.

L'AVIATION PRIVÉE EN GRANDE-BRETAGNE

L'Angleterre, elle aussi, au lendemain de la guerre, a songé au problème de l'aviation privée. Les constructeurs anglais qui, au cours de la guerre, avaient réalisé un véritable tour de force pour sortir des appareils de combat puissants et nombreux, n'eurent pas, comme les Etats-Unis, les moyens, en pleine guerre, de distraire une partie de leur activité au profit de l'aviation commerciale de paix.

On vit apparaître en Grande-Bretagne un grand nombre de prototypes de tourisme, les chaînes furent lancées, mais la vente s'avéra dès le départ extrêmement problématique. Par bonheur, les Dominions et l'Etranger offrirent des débouchés qui furent loin d'être négligeables. Mais il fallut revenir à une conception plus modeste des possi-

bilités commerciales. Les séries furent réduites, certaines chaînes interrompues, on enregistra même la fermeture de certaines usines.

Les leçons de la guerre et le développement de la R. A. F., poussèrent le gouvernement à adopter une position très prudente pour que le potentiel existant ne fût pas perdu. Tout son effort consista à diriger vers l'armée de l'air tous ceux qui se sentaient attirés par l'aviation. Bien entendu, cette position entraînait automatiquement le sacrifice de l'aviation privée. Aucune subvention, aucune aide gouvernementale n'a jamais, depuis la guerre, été prévue pour favoriser le développement des clubs, des sports aériens, ou pour aider les propriétaires d'avions privés qui sont au contraire, comme en France, lourdement taxés par le fisc.

Malgré ce climat peu propice à une expansion de l'aviation légère et grâce à l'esprit qui animait ceux qui, pour des raisons diverses, ne se destinaient pas à la R. A. F., les clubs se reconstituèrent. En 1949, on en dénombrait 59 et en 1949, 63 pour le vol à moteur. Malheureusement, en raison du prix élevé du brevet de pilote, les licences accordées en 1949 n'atteignirent que le chiffre de 900 contre 1 780 l'année précédente. Le nombre de particuliers disposant d'un avion personnel atteint 252 sur un total de 587 avions privés enregistrés en Angleterre en 1949. La plupart des appareils sont propriété de plusieurs personnes, de clubs ou de grosses sociétés, aux noms desquels ils sont immatriculés, ceci pour une simple raison fiscale. Si donc on rencontre beaucoup de touristes aériens anglais sur les 120 terrains (contre 6 131 aux Etats-Unis),

ouverts en Grande-Bretagne à la circulation des avions privés, si ces pilotes sont assidus aux manifestations sportives dans toute l'Europe, ils utilisent la plupart du temps des avions qu'ils louent pour la circonstance et qui ne leur appartiennent pas en propre.

En raison des tarifs pratiqués en Grande-Bretagne pour le vol sur avion de tourisme, le planeur bénéficie d'un préjugé favorable et attire beaucoup d'adeptes. Mais la faible étendue du territoire, les conditions météorologiques généralement défavorables, enfin la géographie physique de la Grande Ile limitent l'extension du vol sans moteur. Dans les 31 clubs où il est pratiqué, 146 planeurs seulement sont utilisés et encore, sur ce nombre, 40 appartiennent en propre à des particuliers qui, le plus souvent, sont des professionnels participant à des compétitions internationales à l'étranger.

La foi des jeunes qui s'entraînent se dégage pourtant d'une comparaison des heures de vol effectuées en 1949 dans les clubs. En Angleterre, on a enregistré 7 050 heures à bord de 146 planeurs, alors que les Etats-Unis qui disposent de 483 appareils n'ont, pendant la même année, totalisé que 5 000 heures.

A ne considérer que les statistiques concernant l'activité de la Grande-Bretagne en matière d'aviation légère, on pourrait avoir l'impression que l'aviation n'attire dans ce pays qu'un nombre très réduit d'adeptes pratiquants. N'oublions pas, toutefois, que les remarques que nous avons faites sur la R. A. F. sont également valables pour l'aviation commerciale qui dispose de ses propres écoles. N'oublions pas non plus l'entraînement des réserves qui donne à toute une catégorie de pilotes l'occasion de voler fréquemment, mais les écarte en pratique de toute activité dans le cadre des aéro-clubs.

La Grande-Bretagne est en réalité une grande nation aéronautique dont le caractère particulier ne se retrouve nulle part ailleurs.

LA RENAISSANCE DU SPORT AÉRIEN EN FRANCE

À la Libération, toutes nos usines étaient détruites et il fallut repartir sur des

REPUBLIC "SEABEE" →

Cet appareil déjà ancien est un quadriplace amphibie spécialement conçu pour la clientèle des Grands Lacs américains. On lui a reproché en particulier la trop faible puissance de son moteur entraînant des longueurs de décollage exagérées.

bases absolument neuves, avec un retard technique qui était la conséquence naturelle de cinq années d'inactivité forcée. A part la faible proportion d'équipages ayant servi en Angleterre, en Afrique du Nord, ou en cours d'entraînement dans les écoles, la nation entière et les jeunes en particulier avaient été tenus à l'écart de toute question aéronautique.

Les constructeurs de leur côté, le Gouvernement du sien, les anciens clubs enfin, s'efforcèrent immédiatement de rétablir la situation.

Dans le cadre du Secrétariat Général à l'Aviation Civile et Commerciale fut créé un organisme nommé : Service de l'Aviation Légère et Sportive (S.A.L.S.) qui était chargé de l'équipement technique des aéro-clubs, de l'instruction et de la gestion financière. Parallèlement, la Fédération Nationale Aéronautique, qui coiffe tous les aéro-clubs, était chargée de la propagande en même temps qu'elle assurait les responsabilités propres à toute fédération. Ces deux organismes, malgré peut-être certains tâtonnements et les faibles moyens financiers dont ils disposaient, réussirent à bâtir un édifice qui a permis au vol à moteur, au vol à voile, à l'aéromodélisme et au parachutisme civil de reprendre vie. Les jeunes, avec toute leur foi et sous l'impulsion de moniteurs éprouvés, reprennent goût aux sports aériens et les pratiquent. En 1947, on a enregistré 42 000 heures de vol à moteur, 39 900 heures de vol sans moteur. En 1950, on arrive à 97 889 heures de vol à moteur et 79 673 heures de planeur. De tels chiffres montrent l'activité qui se déploie actuellement dans toutes les régions de France. Malgré les critiques que l'on peut entendre, peu de gouvernements



au monde accordent aux sports aériens un intérêt aussi tangible qu'en France : les clubs anglais, par exemple, ne reçoivent aucune aide financière. Or, cette aide gouvernementale a permis de faire fonctionner, en 1950, 125 aéro-clubs où sont pratiqués le vol à moteur et le vol sans moteur, d'assurer la présence de 85 membres du personnel navigant d'Etat dans les Centres Inter-Clubs, 89 dans les Aéro-Clubs, 6 en Afrique du Nord. L'Etat a participé aux appointements de 47 moniteurs de clubs privés ; un total de 6 326 heures de vol entièrement à la charge de l'Etat ont été effectuées dans les clubs au profit de boursiers qui obtinrent 85 brevets 1^{er} degré, et 23 brevets 2^e degré. Un budget de 125 millions de francs a été consacré à l'infrastructure, 651 appareils d'Etat furent mis gratuitement à la disposition des aéro-clubs, 159 avions et 63 planeurs nouveaux ont été acquis au cours de cette année, plusieurs études de matériel furent lancées. Cette énumération est encore incomplète car nous n'avons pas fait état du rôle de préparation militaire qui incombe au S.A.L.S. et qui est loin d'être négligeable. Nous passons également sous silence l'aéromodélisme qui rassemble 2 000 sections scolaires et 700 sections d'aéro-clubs, les cours de préparation au Brevet Élémentaire des Sports Aériens, auxquels se sont présentés 1 873 candidats, et les centres de parachutisme très actifs.

D'après ces quelques éléments qui ne font pas état des initiatives privées et des clubs fonctionnant à leur propres frais, on sera moins surpris d'apprendre que l'on compte aujourd'hui en France, dans les clubs, un total de 994 avions dont 343 appartenant en propre à des clubs, et 1 103 planeurs ayant permis d'enregistrer 56 622 lancers.

En France, on a pu remettre, en 1950, en plus des 85 brevets attribués aux boursiers, 1 131 brevets du 1^{er} degré et 537 de 2^e degré, s'ajoutant aux 23 déjà cités pour les boursiers. Parallèlement, les pilotes de vol à voile ont obtenu pendant la même année, 1 650 brevets B, 993 brevets C, 251 D et 3 E. L'organisation et le fonctionnement des aéro-clubs et des centres de vol à voile sont l'objet d'une attention permanente de ceux qui en ont pris la charge.

L'AVIATION DE TOURISME EN FRANCE

La France dispose aujourd'hui de 263 terrains ouverts à la circulation des appareils de tous types, c'est dire que les bases ne manquent pas et que le touriste aérien ou l'homme d'affaires ne peuvent invoquer l'excuse de l'infrastructure pour ne pas utiliser l'avion lors de leurs déplacements. Certes, tous ces terrains n'ont pas la coquetterie de l'aéroport de Toussus le Noble, aérodrome international du tourisme de la capitale, mais certains sont rendus accueillants par l'installation d'un



club-house. Si quelques-uns sont rudimentaires, les pistes sont entretenues et l'on peut s'y poser en toute sécurité.

Il existe actuellement en France 347 appareils privés immatriculés au nom de particuliers, ce qui constitue une légère augmentation sur l'année 1949, puisqu'à l'époque, on en dénombrait seulement 321. Sans vouloir prétendre que ce chiffre soit extraordinaire, puisque, en 1939, 748 avions appartenait à des particuliers, il reste honorable, comparé aux pays qui nous entourent. N'oublions pas en effet que l'aviation de tourisme ne rentre pas dans le cadre du programme de l'effort gouvernemental et qu'aucune subvention d'Etat ne vient encourager l'acheteur éventuel qui doit, au contraire, s'attendre à être en butte aux sollicitations du fisc. A ces appareils privés, il convient d'ajouter les 343 appareils déjà mentionnés, qui sont la propriété de clubs ou de coopératives, car, somme toute, cela revient à dire que ces appareils sont réservés à de petites équipes dont chaque membre a l'âme d'un propriétaire et agit en conséquence. Bref, on peut considérer que 690 avions privés circulent en France.

LES CONSTRUCTEURS AMATEURS

Si l'achat d'un appareil n'impliquait pas un budget considérable, il est probable que les adeptes seraient plus nombreux encore, et c'est ce qui explique l'engouement que manifestent les constructeurs amateurs. Cette catégorie de fanatiques connaît un développement unique au monde. A l'image de leur

← BAGAGES DE WEEK-END

La cabine du Ryan « Navion » est particulièrement spacieuse. Son toit s'ouvre en manœuvrant un simple crochet et en faisant rouler la partie postérieure vers l'arrière de 75 cm, ce qui permet un accès facile. Derrière les sièges est prévu un coffre à bagages où l'on peut loger plusieurs valises d'un poids total de 40 kg. En supprimant la banquette arrière, on peut loger jusqu'à 225 kg.

POSTE DE PILOTAGE →

Le poste de pilotage du Ryan « Navion » est à double commande. Le gouvernail de direction est lié aux ailerons pour coordonner l'action des commandes, ce qui facilite grandement le pilotage en vol normal, qui s'effectue sans utiliser le palonnier. Ce dernier ne sert pratiquement qu'à l'atterrissage, au décollage et pour la correction du couple de l'hélice en montée.



chef de file, Henri Mignet, célèbre constructeur du « Pou du Ciel », ils ne veulent pas se laisser décourager par le prix d'achat d'un avion et considèrent qu'avec de bons plans établis par des techniciens qualifiés, ils sont en mesure de construire eux-mêmes leurs ailes et s'en servir. Ce mouvement a pris une grande importance. Plus d'une centaine de petits avions se construisent pour le moment dans une grange, dans un hangar, dans un appartement même, dans tous les coins de France. Plusieurs dizaines volent déjà et l'éclosion ne se ralentit pas.

Afin, d'une part, d'encourager les constructeurs amateurs et, d'autre part, d'éviter les risques d'une construction imparfaite ou trop hâtive, cette petite industrie a été soumise à un certain contrôle.

LE TOURISME AÉRIEN DANS LES AUTRES PAYS EUROPÉENS

Le sport aérien connaît aussi dans d'autres pays un essor très brillant. Imagine-t-on, par exemple, que la Suisse, si petite par son étendue, compte plus de 400 avions appartenant à des particuliers ou à des clubs, et qu'elle dispose de 40 aérodromes ouverts à l'aviation privée ? En 1949, ce pays avait plus d'avions de tourisme que les Indes qui n'en comptaient à l'époque que 337. La Suisse, au point de vue planeurs, possède 48 clubs de vol à voile et 160 appareils, ce qui lui permet de se placer au 4^e rang des pays du monde pratiquant le vol sans moteur, la première place revenant à la France, suivie de l'Amérique et de la

Suède. Les Pays Nordiques sont du reste fort actifs dans ce domaine et les équipages y sont particulièrement entraînés. Dans la seule année 1949, la Suède comptait 241 planeurs ; en 1950 c'est un Suédois, Nilsson, qui était champion du monde. La Finlande en comptait 95, le Danemark 55, les Pays-Bas 85. Les clubs de vol à voile où les pilotes s'initient ou s'entraînent avec une technique sûre, se répartissent de la façon suivante : 39 en Suède, 34 en Finlande, 36 au Danemark et 19 aux Pays-Bas. Du reste, l'importance de l'aviation à moteur n'est pas toujours en concordance avec l'aviation sans moteur dans ces cas particuliers. En Suède, où l'on compte seulement 35 clubs disposant de 70 avions, on dénombre par contre 146 appareils appartenant à des particuliers, ce qui prouve que l'avion de tourisme a pris déjà là une importance appréciable.

La Finlande, par contre, ne dispose que d'un seul club utilisant trois avions et abritant 15 appareils privés.

Au Danemark, pour 18 clubs, 40 particuliers ont leur propre appareil alors que 16 avions sont la propriété des écoles ou clubs.

Pour les Pays-Bas enfin, 11 clubs groupent au total 56 avions dont 6 pour les clubs, 25 pour les écoles et 25 aux particuliers.

D'une façon générale, l'importance géographique d'un pays ne permet pas, a priori, de préjuger du développement qu'y connaît l'aviation légère et sportive. En Belgique, par exemple, si l'on peut prévoir que le vol à voile ne peut avoir un énorme rende-

PRINCIPAUX AVIONS DE TOURISME ÉTRANGERS

NOM	Envergure m	Poids en charge kg	Nb. de places	MOTEURS	Puissance ch	Vit. de croisière km/h	Rayon d'action km	OBSERVATIONS
ARGENTINE								
Petrolini "El Boyero" ..	11,5	550	2	Continental	65	135	650	Côte à côte. Aile haute.
BELGIQUE								
Fairey "Belfair"	9,50	500	2	Walter Micron	62	155	750	Côte à côte. Aile basse.
Fairey "Junior"	6,90	350	1	Walter Micron	62	160	550	Aile basse.
ANGLETERRE								
Auster "Autocar"	11	1 089	4	D.H. Gipsy Major I	130	156	805	Aile haute.
Chrislea "Skyjeep"	10,98	1 157	4	Blackburn Major III	155	185	837	Bidérive, existe avec train tric.
Miles "Gemini"	11,02	1 361	4	2 Blackburn Cirrus Minor	200	200	1 200	Bidérive construit bois.
Percival "Proctor V" ...	12	1 587	4	D.H. Gipsy Queen II	208	220	900	
CANADA								
De Havilland "Beaver" ..	14,64	2 111	7	Pr. et Wh. W. Junior	450	238	750	Capacité de cabine 4 m ³ .
TCHÉCOSLOVAQUIE								
Skait M2	10	660	2	Praga D	75	150	700	Tricycle. Côte à côte.
Zlin 22	10,60	580	2	Praga D	75	150	650	
Sokol M1d	10	780	3	Walter Minor 4 III	105	200	950	Train escamotable. Bois.
Bonzo M3	10,60	1 100	4	Walter Minor 6 III	160	240	1 000	Train tric. escamot. Bois.
Aéro 45	12,30	1 400	4	2 Walter Minor 4 III	210	245	1 500	Tout métallique.
DANEMARK								
K.Z. VII "Lark"	9,60	875	4	Continental C-125	125	175	725	Aile haute haubannée.
FINLANDE								
Eklund TE I	7,50	270	1	Poinsard	28	115	500	Amphibie aile haute. Bois.
Karhu 48	11,54	1 310	4	Lycoming O 435 A	190	185	700	Aile haute haubannée.
ITALIE								
Alaparma AM 65	7	430	2	Walter Micron III	65	185	720	Bipoutre moteur à l'arrière.
Ambrosini "Griffo"	9,90	1 060	4	Alfa 110	130	210	850	Train fixe carréné.
Macchi MB 308	10	580	2	Continental-65	65	165	600	Train tricycle, aile haute.
Macchi M B 320	13	2 250	6	Continental-185	390	280	1 100	Train tricycle. Bois.
Piaggio P 136	13,40	2 450	6	2 Franklin	430	235	1 250	Amphibie métallique.
NORVÈGE								
C. "Polar" 5	13,72	1 885	6	Wright R 760	350	200	1 000	Aile haute haubannée.
U.R.S.S.								
Yakovlev Yak 14	12	1 200	4	M. II M.	145	160	1 000	Aile haute.
ESPAGNE								
Inta H.M. 7	10,20	1 200	4	Argus AS 10 C	240	240	1 200	Train escamot. Bois.
Iberavia I. 11	9,36	680	2	Continental	85	175	770	Train tricycle fixe. Bois.
SUÈDE								
Saab "Safir"	10,60	955	3	D.H. Gipsy Major 10	145	230	900	Train tricycle. Tout métal.
SUISSE								
Pilatus P4	11,85	1 500	5	Lycoming O-435	190	200	1 000	Aile haute haubannée
TCHÉCOSLOVAQUIE								
THK 5A	14,64	1 930	6	2 D.H. Gipsy Major	270	190	650	Bidérive tout en bois.
THK 11	11,80	1 150	3	D.H. Gipsy Major	135	165	800	Train tric. fixe. Bipoutre.
U.S.A.								
Aeronca "Sedan"	11,40	931	4	Continental C-145	145	180	730	Aile haute. Train fixe.
Aeronca "Champion"	10,66	658	2	Continental C-90	90	150	560	Aile haute.
Anderson AG 14	10,37	636	2	Continental C-90	90	170	550	Bipoutre tout métal, moteur arr.
Beechcraft "TwinBonanza"	14,59	2 495	6	2 Lycoming	520	307	1 620	Tout métallique.
Beechcraft "Bonanza"	10	1 205	4	Continental E-185	185	250	1 200	Empennage papillon. Tt. métal.
Bellanca "Cruisair"	10,41	976	4	Franklin 6 A 4	150	240	1 100	Train escamot.
Cessna 140	10	680	2	Continental	85	160	720	Tout métallique. Aile haute.
Cessna 170	10,90	1 000	4	Continental C-145	145	190	900	Tout métal, aile haute.
Cessna 195	11	1 521	4/5	Jacob	300	165	1 200	Aile haute sans haubans.
Erco "Ercoupe"	9,14	634	2	Continental C-85	85	165	700	Commandes conjuguées.
Fairchild F.W. 24	11,70	1 162	4	Ranger 6 440	175	175	1 000	Aile haute haubannée.
Hélioplane	10,50	820	2	Continental 85	85	170	600	Ailes à fente, hélice lente.
Meyers 125	9,14	760	2	Continental 125	145	210	800	Tout métal. Train escamot.
Piper 90	10,72	680	2	Continental C-90	90	150	600	Biplace tandem.
Piper 105	10,72	680	2	Lycoming O. 235	108	165	650	Biplace tandem.
Piper "Pacer"	8,90	749	4	Lycoming O. 235	108	185	1 210	Existe avec train tricycle.
Ryan "Navion"	10,18	250	4	Continental E-185	205	240	1 200	Tricycle tout métal.
Temco "Swift"	8,94	778	2	Continental C-125	125	215	700	Tout métallique côte à côte.

● On trouvera les principaux appareils français au chapitre des Réalisations françaises.

ment en raison du manque de relief, il peut surprendre de savoir qu'on trouve 95 avions appartenant à des particuliers et que 42 sont répartis dans les 15 aéro-clubs que l'on rencontre dans ce pays. 12 centres de vol à voile possèdent au total 29 appareils dont l'activité est extrêmement réduite puisque 370 heures de vol seulement ont été enregistrées par les pilotes de vol sans moteur en 1949.

Imagine-t-on que l'Egypte ne possède que 31 avions privés, dont 20 appartiennent à des particuliers, que l'Espagne, disposant de nombreux aérodromes, ait une flotte privée négligeable et que la Turquie, qui ne compte que 4 clubs, fasse état de 90 avions de tourisme ?

Le cas de l'Italie est aussi bien particulier. Après les hostilités, tout était à rebâtir. L'industrie nationale était complètement anéantie, il était interdit à ce pays de songer à une production militaire; seule une reprise progressive de l'activité de ses lignes commerciales était admise. Les ingénieurs se sont donc naturellement orientés vers l'aviation légère. Les clubs s'organisent rapidement, les avions de série sortent, les acheteurs se manifestent, les écoles de pilotage voient leur succès s'accroître. Aujourd'hui, on compte en Italie plus de 150 avions appartenant à des clubs ou à des particuliers; 90 % au moins sont de fabrication italienne. Ce pays ne compte que deux centres de vol à voile et quelques clubs où l'on dénombre une trentaine de planeurs. Mais une collaboration franco-italienne pour l'étude du vol d'ondes est à l'étude.

L'esprit de compétition pousse les pilotes à organiser des rallies aériens, des courses, et l'on peut dire qu'en Europe, en quelques années, ce pays est devenu un centre attractif pour tous les sportifs et les touristes volants.

De son côté, la Yougoslavie, où l'Etat apporte une large contribution au développement du vol sans moteur, compte près de 300 planeurs. L'Espagne est assez active en vol à voile, mais uniquement sous l'angle de l'entraînement militaire. L'Allemagne, qui, avant guerre, tenait avec la Russie une place prépondérante en matière de vol sans moteur, puisqu'elle construisait 40 000 planeurs, n'attend que l'autorisation de reprendre une activité sur ce chapitre. Quant à l'U.R.S.S., il est indéniable que le vol à voile y est très développé, mais il est impossible d'obtenir un chiffre ou une statistique qui permette de se faire une idée précise de son importance.

LES APPAREILS DE TOURISME AUX ETATS-UNIS

Lorsqu'un constructeur travaille pour l'Armée de l'Air, il reçoit un marché qui définit exactement les caractéristiques de l'appareil qu'il aura à construire. Il n'y a pour lui aucune hésitation : il peut ou il ne



AUSTER « AUTOCAR » (G. B.), quadriplace de 130 ch. Il vole à 160 km/h, est remarquablement bon marché et se prête aux utilisations les plus variées.



AUSTER « AIGLET » (G. B.), biplace qui ressemble à l'« Autocar ». Son moteur est le même, mais les performances sont plus élevées; v. de croisière : 170 km/h.



ALAPARMA « BALDO 65 » (Italie), biplace bipoutre léger qui peut être remorqué sur route par automobile une fois les deux poutres repliées le long du fuselage.



MACCHI MB 308 (Italie), biplace léger dont il existe une version à flotteurs et moteur de 90 ch, alors que l' version terrestre est équipée d'un Continental de 65 ch.



S.I.P.A. S. 901 (France), avion léger biplace à sièges côte-à-côte et poste de pilotage à deux commandes. Il est construit pour équiper les clubs aéronautiques.



NORD 1203 « NORÉCRIN II » (S. N. C. A. N. France), avion de tourisme, dernière version du « Norécrin », aménagé pour 4 passagers. Il est fabriqué depuis 1948.



BROCHET M. B. 100 (France), avion de tourisme réalisé par un constructeur artisan. Sièges en tandem. Moteur Hirth de 90 ch ; vitesse de croisière : 140 km/h.



BROCHET M.B. 70 (France), monoplace construction amateur. Moteur Salmson 70 ch. Vitesse de croisière 145 km/h. Ne se met en perte de vitesse qu'à 25 km/h.



CESSNA 195 (U.S.A.), appareil de grand luxe à cinq places (deux à l'avant, trois à l'arrière) qui peut être également équipé avec des skis ou des flotteurs.



AERONCA « SEDAN » (U.S.A.), quadriplace dont on voit ici la version équipée de flotteurs. La visibilité vers l'avant est totale, la cabine est chauffée et insonorisée.



BEECHCRAFT « BONANZA » (U.S.A.), quadriplace de luxe entièrement métallique et d'excellentes performances. 450 exemplaires construits en 1950.



FUNK « CUSTOMAIRE » (U.S.A.), biplace côte-à-côte à moteur Continental de 85 ch, vitesse de croisière 160 km/h, rayon d'action 560 km, atterrissage à 60 km/h.



CAB « MINICAB » (France), avion de sport et de tourisme à deux sièges côte-à-côte. Un moteur Continental de 65 ch lui assure une vitesse de 180 km/h.



C.F.A. « PHRYGANET » (France), avion de tourisme biplace à aile haute haubannée, équipé d'un moteur Salmson de 90 ch. Vitesse de croisière: 140 km/h.



D. 9 « BÉBÉ-JODEL » (France), avion de sport monoplace en bois pouvant être réalisé par un constructeur amateur. Moteur Volkswagen 26 ch, vitesse 120 km/h.



SCANOR « COLIBRI » (France), biplace capable de voler en toute sécurité avec un moteur de 45 ch; vit. 140 km/h. Décollage 50 m. Consomme 9 l/100 km.



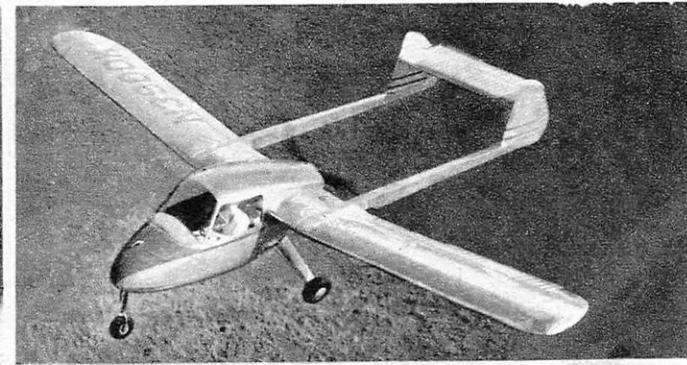
CALL-AIR MODEL A - 2 (U.S.A.), biplace côte-à-côte léger équipé d'un moteur Lycoming de 165 ch, vitesse de croisière 175 km/h, capable de décoller sur 130 m.



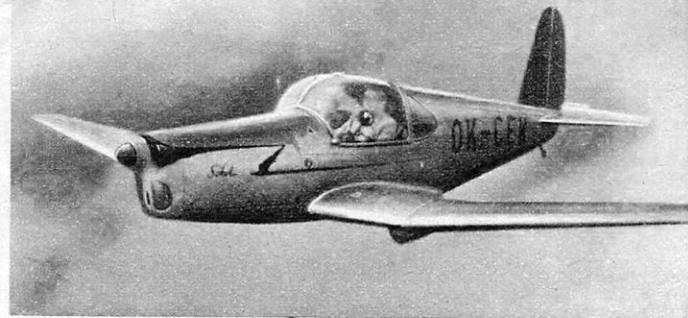
PIPER « PACER » (U.S.A.), quadriplace construit à plus de 550 exemplaires en 1950. Vitesse de croisière 215 km/h avec une hélice à pas variable (Model 135).



AERONCA « CHAMPION » (U.S.A.), biplace en tandem léger, construction métallique entoilée, vitesse d'atterr. 80 km/h, réservoirs auxiliaires dans les ailes.



ANDERSON A.G.-14 (U.S.A.), biplace côte-à-côte léger à double commande, hélice propulsive, empennages portés par poutres, entièrement métallique.



SOKOL M 1 D (Tch.), triplace de sport, entraînement et tourisme. Moteur de 105 ch, vitesse de croisière 212 km/h, rayon d'action 1 000 km, décollage sur 190 m.



ZLIN 22 « JUNAK » (Tch.), biplace de tourisme et d'école. Moteur de 75 ch, vitesse de croisière 180 km/h, rayon d'action 1 200 km (touriste), décollage sur 150 m.



DE HAVILLAND « CHIPMUNK » (Can.) Ecole : deux postes de pilotage l'un derrière l'autre. Moteur de 140 ch, vitesse de croisière 200 km/h, autonomie 780 km.



EKLUND TE - 1 (Finl.), monoplace amphibie à ailes pliantes, train tricycle. Vitesse 145 km/h avec moteur de 28 ch, sera équipé d'un moteur Continental de 40 ch.

peut pas le réaliser. Quand, au contraire, il s'attaque à l'avion de tourisme, il lui faut prendre ses responsabilités, tirer le meilleur parti de toutes les données du problème, et ne pas ignorer la concurrence qu'il rencontrera sur le marché. Aujourd'hui, l'avion de tourisme, quel que soit le nombre de places qu'il possède, doit obligatoirement être économique à l'achat, à l'utilisation et à l'entretien. Il est soumis à des essais qui l'astreignent à être de construction robuste et à garantir une marge de sécurité et de solidité. De son côté, la clientèle réclame un confort qui ne doit rien céder à la simplicité de pilotage. Un avion de tourisme doit pouvoir utiliser n'importe quel terrain, décoller presque sur place et atterrir à vitesse faible, tout en étant fin et rapide. Les appareils de 1951 satisfont à toutes ces conditions et si, dans le domaine de la vitesse pure, ils ne sont pas très supérieurs à ceux de 1939, l'économie, le confort et la sécurité sont incomparablement plus grands.

L'avion privé aujourd'hui est fréquemment équipé : d'un train rentrant dont la complexité ne peut échapper en raison de ses dimensions réduites, d'une hélice à pas variable automatique, d'un équipement électrique indispensable pour le vol de nuit, de la radio et du démarreur automatique. Toutes ces servitudes ont reçu des solutions, et cependant, le poids des appareils diminue grâce à la mise au point de matériaux légers qui permettent de réduire la puissance des moteurs.

La technique de construction des planeurs a elle aussi fait de sérieux progrès et l'on arrive aujourd'hui à réaliser des cellules extrêmement légères dont les finesses atteignent, dans certains cas, plus de 30, ce qui représente un progrès extraordinaire. Aujourd'hui, le vol d'ondes exige la mise au point de planeurs stratosphériques très robustes; mais les ingénieurs ne semblent pas s'en émouvoir. D'une façon générale, on peut considérer que le matériel destiné au vol à voile et aux sports aériens a atteint un stade de perfection qui doit satisfaire les utilisateurs.

Nous ne saurions passer sous silence l'importante question des moteurs qui constitue toujours le problème-clé de l'avion-école ou de l'avion privé. Le moteur affecte en effet deux chapitres importants dans un appareil. D'abord la sécurité, car de son fonctionnement correct dépend souvent la vie même de la cellule, ensuite le prix de vente, puisqu'il entre pour une très grande part dans le coût de l'avion.

En effet, ces moteurs sont construits en petites séries, et l'amortissement des études et des machines outils se fait sur un petit nombre d'unités. Pour ne pas facturer des moteurs à des prix prohibitifs, il faut limiter les essais et les mises au point. En France, les séries des moteurs de moins de 150 ch dépassent rarement 200 exemplaires.

Aussi la qualité laisse parfois à désirer, la longévité est réduite et le prix de vente est élevé.

Au contraire, l'Amérique bénéficie des avantages qu'entraînent automatiquement les grandes séries. Les moteurs de même puissance ont une garantie de fonctionnement trois ou quatre fois supérieure, bien que le prix d'achat soit bien moins élevé. Dans un avion de tourisme d'outre-Atlantique, le prix du moteur entre pour moins d'un quart dans la valeur commerciale de l'appareil privé, alors qu'en France il dépasse en moyenne un tiers du prix de vente total.

La preuve la plus spectaculaire des progrès réalisés en matière d'aviation privée a été donnée il y a quelques années par le record d'endurance sur avion de tourisme. Deux Américains réussirent à tenir l'air plus de mille heures à bord d'un avion de série équipé d'un moteur de série et ravitaillé en cours de vol par une voiture. Mille heures à 160 km/h de moyenne cela représente 160 000 kilomètres. Quel est le moteur de voiture qui peut s'enorgueillir d'un tel palmarès ? Cette performance permet aussi de se faire une opinion sur la qualité de la cellule soumise pendant près de 50 jours d'affilée à toutes les variations de température, aux orages, aux pluies, au soleil. C'est bien la démonstration la plus éclatante du degré de perfection auquel est parvenue l'industrie aéronautique en Amérique.

L'Américain, habitué aux banquettes moelleuses, à la suspension berceuse et au silence de sa voiture, exige de retrouver tout ce confort dans son avion privé et il l'obtient. Lorsque l'on parle de confort, ce terme embrasse non seulement la qualité des sièges, la présence de tapis épais et une décoration intérieure soignée, mais aussi une climatisation parfaite, une insonorisation efficace et une suspension au sol digne des meilleures voitures. Mais cet aspect de l'avion privé américain ne nuit en rien à ses qualités techniques pures. Qu'il soit question de la vitesse, du rayon d'action ou de la vitesse ascensionnelle, que l'on juge la consommation ou les frais à prévoir pour l'entretien courant, ces appareils conservent sur le marché international une place de premier choix.

Parmi les appareils construits outre-Atlantique, on trouve plusieurs dizaines de types différents allant du biplace léger au 5-6 places de grand tourisme et même au petit bimoteur.

L'avion à aile haute et à train classique a encore beaucoup d'adeptes et la société Piper de renommée mondiale est fidèle à cette formule. La récente traversée de l'Atlantique par un Piper « Pacer » simplement équipé de réservoirs supplémentaires amovibles, donne une idée des possibilités qu'offrent ces machines. Piper est certainement aux Etats-Unis la société sortant chaque année le plus d'appareils destinés aux pilotes privés. D'autres constructeurs se tiennent égale-

ment à la formule classique, entre autres : Cessna, Consolidated-Vultee, Luscombe. Par contre, certaines firmes, influencées sans doute par leurs fabrications de guerre, se sont définitivement orientées, depuis 1945, vers la formule de l'aile basse, parfois même avec train tricycle. La Ryan C° avec le « Navion », Beechcraft avec le « Bonanza », en sont les plus frappants exemples.

Signalons enfin que, dans le domaine encore nouveau de l'hélicoptère, la Société Hiller vient de réussir à lancer sur le marché un petit biplace de tourisme à voilure tournante qui ne coûte que 1 800 000 fr en Amérique, soit moins cher qu'un avion de tourisme...

Nous avons dit que seulement depuis quelques années on commençait à s'intéresser, aux U. S. A., au vol sans moteur. Il n'est donc pas étonnant de constater que la construction des planeurs ne mérite pas d'être signalée. Cependant, le vol d'ondes pose de nouveaux problèmes et deux prototypes d'appareils stratosphériques ont fait l'objet d'études très poussées ; l'un de ces planeurs est même en cours de construction.

Tel est l'aspect d'ensemble que peut présenter l'industrie aéronautique américaine, du moins pour ce qui touche son activité orientée vers l'aviation légère et les sports aériens. C'est sans doute une part infime en comparaison de son incroyable développement général. Il n'en reste pas moins vrai qu'elle domine dans ce domaine toutes les industries semblables de l'étranger.

Quatre nations seulement ont actuellement une activité relativement importante dans cette branche de l'industrie aéronautique. Ce sont, par ordre d'importance : l'Angleterre, la France, l'Italie et la Tchécoslovaquie.

LA CONSTRUCTION BRITANNIQUE

L'appareil léger anglais doit sa réputation à une technique sûre, à une construction robuste, simple et économique, servie par des moteurs ayant fait leurs preuves. Rarement on trouve dans ces appareils un confort de grand luxe, mais la présentation est toujours agréable. Pour l'ingénieur anglais, le problème numéro 1 est certainement la sécurité alliée à l'économie. Les cellules sont rarement dessinées pour avoir des performances sportives ; par contre, elles peuvent être mises entre toutes les mains, grâce à leurs vitesses d'atterrissage, de décollage ou de décrochage réduites. Depuis bien des années, la Société Miles avait acquis un véritable monopole dans la construction des avions de tourisme et sa production, toute proportion gardée, lui permettait, en Angleterre, d'occuper la place que tient Piper aux Etats-Unis. Dès l'armistice, elle lança plusieurs séries d'appareils. Malheureusement les événements lui donnèrent tort, les chaînes furent abandonnées et la Société

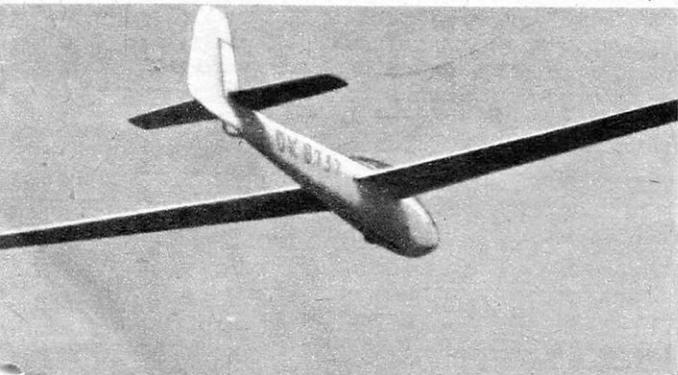
disparut. D'autres constructeurs, cependant, demeurent. Parmi ceux-ci, il faut mentionner Auster qui construit toute une série de modèles d'avions légers parfaitement adaptés à leurs missions. Il convient également de citer Percival qui sort un peu de la formule anglaise habituelle en se spécialisant dans la construction d'appareils de grand tourisme. Avant guerre, Percival avait développé la famille des « Gull »; actuellement elle poursuit la lignée des « Proctor ». Le gros atout de cette Société est d'avoir intéressé par une même production les utilisateurs civils et militaires.

L'industrie aéronautique anglaise exporte en nombre important de petits avions sur le continent.

LES APPAREILS FRANÇAIS

Depuis la Libération, l'industrie aéronautique française soutient, dans le domaine des avions de tourisme, un effort particulièrement intéressant. Si la reprise des clubs et des centres de vol à voile put être très rapidement effective, c'est en grande partie grâce à la récupération du matériel précédemment utilisé en Allemagne (Bücker, Nord 1000) et grâce aux surplus anglais et américains (Piper, Auster). Mais il fallait un matériel plus adapté aux écoles. L'ingénieur belge Stampe venait de réaliser un biplace-école facile à construire. On lui acheta la licence et 700 appareils de ce type furent immédiatement mis en fabrication. Pour quelques années, les aéro-clubs étaient pourvus. Restait à équiper l'aviation privée proprement dite. Dans les cinq années qui suivirent la Libération, on assista à une éclosion massive de prototypes; sans faire état des avions d'amateurs, on dénombra plus de 25 types différents, et 18 Sociétés consacrèrent au moins une partie de leur activité à la construction d'avions de tourisme ou d'école. Que reste-t-il aujourd'hui de cette situation confuse ?...

LETOV 107 « LUNAK » (Tch.), planeur destiné aux vols d'acrobatie, de distance et d'altitude. Envergure 14 m, surface portante 13 m². Poids à vide 200 kg; poids maximum 300 kg. Vitesse minimum de descente 0,85 m/s.



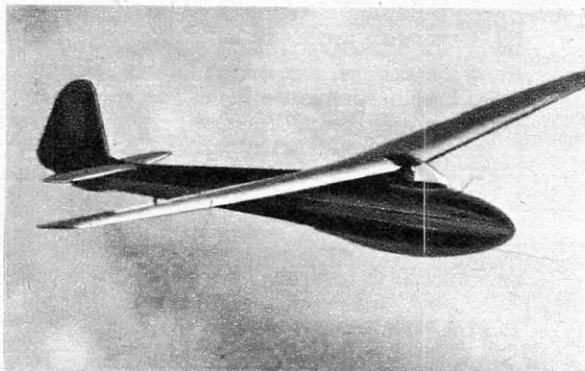
La S.N.C.A.S.E. a abandonné le SE 2300 et le 2310. Morane s'est tourné vers le bi-moteur colonial M.S 700 et vers l'appareil d'entraînement 730, 732, se désintéressant du 571 quadriplace. La S.N.C.A.S.O. n'a pas poursuivi son effort concernant le SO. 7050. La SIPA a interrompu l'étude d'un monoplace et d'un quadriplace. Lignel ne manifeste aucune intention de construire en série son « Coach » 46 quadriplace.

Par contre, la S.N.C.A.N. se taille la part du lion avec la remarquable machine que représente le Nord 1203 « Norécrin » qui a fait l'objet d'une série de plus de 300 exemplaires, constitue le gros de la flotte privée française et est exporté dans une dizaine de pays étrangers.

Un autre appareil, révolutionnaire celui-là, le Suc 10 « Courlis », bipoutre et à hélice propulsive, construit à 150 exemplaires, ne connut pas le même engouement de la part de la clientèle à laquelle il était destiné. Beaucoup plus coûteux, ayant des performances moins intéressantes que le 1203, il ne fut plus vendable lorsque le « Norécrin » eut à peu près saturé le marché.

Pour l'école, un concours qui eut lieu en 1948 consacra deux machines : le NC 853 et le Sipa 901 qui sont commandés chacun à plus de 100 exemplaires et dont les livraisons ont commencé en 1951. Ainsi les bases générales de la structure matérielle de l'aviation légère et sportive en France sont posées, mais il ne faut pas passer sous silence le travail réalisé dans certaines petites Sociétés telles que les Constructions Aéronautiques du Béarn qui produisent le « Minicab », biplace côte-à-côte de 65 ch, qui est certainement le plus rapide et le plus économique des avions de cette catégorie dans le monde. La Société Boisavia, a construit le « Mercurey » quadriplace particulièrement réussi; Maurice Brochet réalise des biplaces et un triplace de la qualité des Piper « Cub », Max Holste est l'auteur du M.H. 52 biplace école et acrobatique remarquablement réussi, la C.F.A.

OLYMPIA EON (G.B.), planeur monoplace de hautes performances. Cet appareil pèse 200 kg à vide et 300 kg en vol. Envergure : 15 m, longueur 7,25 m. Vitesse minimum de descente : 0,76 m/s à 63 km/h.



PRINCIPAUX TYPES DE PLANEURS ÉTRANGERS

Pour les planeurs français, voir le chapitre des réalisations françaises.	Envergure m	Poids en charge kg	Nombre de places	UTILISATION	Vitesse maximum km/h	VITESSE MINIMUM DE CHUTE
BRÉSIL						
IPT 6 "Stratus"	15	243	1	Entraînement avancé	135	0,6 m/s
IPT 12 "Cabore"	11	185	1	Entraînement	140	0,8 m/s
GRANDE-BRETAGNE						
Slingsby "Kirby Cadet"	11,73	239	1	Entraînement primaire	120	
Slingsby "Kirby Tutor"	13,20	260	1	Entraînement	125	
Slingsby 21B	16,47		2	Entraînement primaire		
Slingsby "Gull" 4	15		1	Performance		0,70 m/s
Slingsby 30 A "Prefect"	13,75		1	Acrobatie	130	0,7 m/s
TCHÉCOSLOVAQUIE						
LG 125 "Sohaj 2"	15	295	1	Performance	216	0,70 m/s
Letov L 107 "Lunak"	14	300	1	Performance	350	0,85 m/s
LG 30 "Kmotr"	16	435	2	Entraînement	210	0,80 m/s
ITALIE						
Ambrosini CVV2 "Asiago"	13,70	210	1	Entraînement		0,80 m/s
Ambrosini CVV6 "Canguru"	19,20	460	2	Performance		0,60 m/s
ÉTATS-UNIS						
Schweizer SGS 1-23	13,36	239	1	Performance	196	0,73 m/s
Schweizer SGS 1-21	15,55	300	1	Performance	250	0,73 m/s
Schweizer SGU 2-22	13,10	376	2	Entraînement		
Schweizer SGU 1-19	11,20	249	1	Entraînement		

construit le « Cri-Cri », le « Cri-Cri Major », le « Phrygane » et le « Phryganet », Jean Chapeau est le réalisateur du « Levrier » école.

Les avions légers français qui vont du monoplace de 25 ch au bimoteur amphibie Scan 30, équipé de deux moteurs de 190 ch chacun, sont caractérisés par la robustesse des cellules : les contrôles techniques de nos centres d'essais en vol ont des exigences supérieures à celles de tous les autres pays. D'une façon générale, les performances ne sont pas sensationnelles, car le but est surtout de produire des appareils économiques, dont les moteurs n'ont pas besoin d'être très puissants. On note depuis quelques années, même chez les petits constructeurs, un souci de présentation et de confort. Les équipements de bord offrent des garanties bien su-

périeures à ce que nous obtenions il y a quelques années encore. Malheureusement, le prix des matières premières, de la main d'œuvre et la qualité souvent imparfaite de nos moteurs sont les trois entraves à nos possibilités d'exportation.

En matière de planeurs, par contre, nous sommes certainement les mieux placés au monde.

Notre production importante concerne des appareils d'une classe technique incomparable grâce à des Sociétés comme l'Arsenal de l'Aéronautique, Bréguet, la S.N.C.A.N. et Fouga. Nous possédons avec l'Arsenal 4111 un planeur ayant une finesse de 34 qui est sans doute l'une des plus fines machines du monde. Enfin, soulignons qu'une fois de plus la France ouvre une voie nouvelle à l'aviation légère grâce aux études de réac-

PRIMARY EON (G.B.), planeur d'entraînement pour les débutants. Il pèse 220 kg en vol et 120 kg à vide ; envergure 10,4 m ; longueur 6,26 m. La vitesse minimum de descente est voisine de 1,30 m/s à 48 km/h.

BREGUET 900 (France), planeur de hautes performances. Cet appareil monoplace pèse 290 kg en vol. Envergure : 14,3 m. Longueur : 6,5 m. La vitesse minimum de descente pour cet appareil est de 0,70 m/s.



teurs légers chez Turboméca, de pulso-réacteurs à la S.N.E.C.M.A. et d'avions légers à réaction chez Fouga. Le « Sylphe », planeur à réaction constitue sans doute le prototype des futurs avions de tourisme à réaction.

Dans le cadre international, la France conserve donc, sur le plan technique, une place de première importance.

ITALIE ET TCHÉCOSLOVAQUIE

Pourtant avec les réalisations tchécoslovaques dont nous allons parler et avec celles de l'Italie, sa position n'est pas de tout repos. Les Italiens s'attaquent à des formules très variées allant du petit biplace Alaparma de 65 ch à l'amphibie Piaggio, en passant par le bimoteur Macchi 320 de six places. La construction en bois est à l'honneur mais, grâce à des procédés tout à fait modernes, les cellules sont d'une pureté de lignes qui assure à chaque machine des performances qui ne sont pas courantes.

Dans le domaine du petit avion, la réussite la plus probante est certainement le Macchi 308, biplace de 75 ch équipé d'un moteur américain et ayant une vitesse de croisière de 170 km/h. Sa cabine bien étudiée et élégamment présentée, ses performances et son faible prix de revient à l'heure de vol l'ont fait adopter par de nombreux propriétaires privés en Italie et au-delà des frontières de la Péninsule.

En Tchécoslovaquie, quatre Sociétés importantes construisent une gamme variée de types d'avions légers. Praga a mis au point un biplace conduite intérieure de faible puissance, qui allie presque les qualités d'un planeur et celles d'un appareil à moteur ; Sokol s'est réservé le domaine du triplace de sport, assez comparable par ses performances à notre « Norécrin ». Aero, avec son bimoteur Aero 45, permet sans doute à la Tchécoslovaquie de s'enorgueillir de posséder l'un des plus beaux bimoteurs de grand tourisme du monde. Enfin Zlin est un spécialiste des avions légers.

Citons également le « Saphir » suédois de la S.A.A.B. et le Fokker hollandais « Promotor ». Pilatus, en Suisse, a lui aussi fait quelques avions de tourisme et le Danemark possède un appareil biplace, le K.Z. 111.

AVENIR DE L'AVIATION PRIVÉE

De nombreux facteurs favorisent le développement de l'aviation sportive et privée. Elle jouit auprès des jeunes d'un prestige qui ne peut connaître de déclin.

D'autre part, le pilotage a atteint un stade de perfectionnement qui en fait une technique vraiment rationnelle. Les écoles qui fonctionnèrent pendant la guerre, plus spécialement en Grande-Bretagne et aux Etats-

Unis, ont permis d'établir une méthode d'enseignement qui a été adoptée dans la plupart des clubs du monde.

Cette sorte de standardisation a le gros avantage de garantir une plus grande sécurité. L'élève pilote n'a plus à compter sur la chance, sur son intuition, sur le hasard, sur ses aptitudes innées.

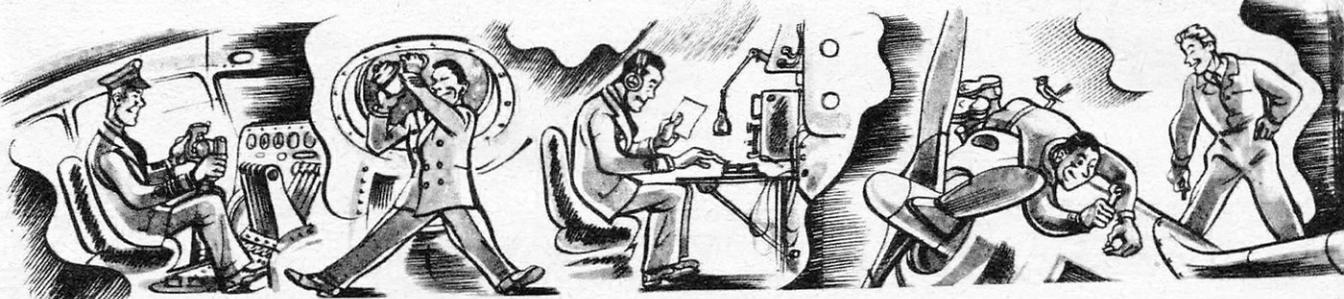
Le pilote privé dispose aujourd'hui de tous les instruments qui lui permettent de ne plus se fier à ses impressions et de contrôler chacune de ses manœuvres. La navigation aérienne est plus simple que la circulation routière, l'infrastructure, du moins en France et dans les pays voisins, garantissant à l'avion privé les escales qu'il peut souhaiter. La réglementation de la circulation aérienne, qui peut paraître à certains une entrave, est également une garantie de sécurité puisqu'en fonction des conditions météorologiques elle l'astreint à la prudence. La Division de l'Information Aéronautique du Secrétariat Général à l'Aviation Civile et Commerciale publie en France une importante documentation (guides de navigation aérienne, aides-radio, atlas des aérodromes), toujours tenue à jour et simplifiant les voyages.

Veut-on avec un avion privé franchir une frontière ? Les accords douaniers ont prévu toutes les facilités ; l'avion peut disposer d'un carnet de passage en douane, véritable passeport de la machine, renouvelable annuellement et ne nécessitant aucun visa propre au pays de destination. Des cartes de crédit d'essence délivrées dans le pays d'origine permettent de se ravitailler sans avoir à effectuer de règlements en zone étrangère. Il est bien évident que tous ces avantages servent le développement de l'avion privé.

Malheureusement, du moins en France, d'autres éléments jouent en sens inverse. L'essence atteignant des tarifs très élevés et la détaxe accordée avant guerre n'ayant plus cours, l'heure de vol revient extrêmement cher au point qu'en tenant compte de l'amortissement de l'appareil, des tarifs d'assurance, des taxes de séjour et d'abri sur les aérodromes, les particuliers et même les clubs ne peuvent y faire face. Nous avons dit l'effort du Gouvernement à l'égard des clubs. Bien des jeunes pilotes en bénéficient mais ces subventions ne s'étendent pas aux propriétaires privés que guette, en plus, le fisc.

C'est certainement pour cette dernière catégorie que l'essor est le plus compromis. Pour les quelques centaines de pratiquants que visent les mesures, il semble que la politique ne soit pas adroite. Car, en définitive, tous ceux qui volent à leurs frais, tous ceux qui consacrent régulièrement à l'aviation des heures particulièrement précieuses à notre époque, constituent une élite dans laquelle se recrutent les équipages de l'Armée de l'Air et de l'aviation commerciale.

Jacques Noetinger.



CARRIÈRES DE L'AIR CIVILES ET MILITAIRES

L'AVIATION est aujourd'hui un sport, une arme, un moyen de transport. Est-ce aussi un métier? Sans doute puisque des avions volent de plus en plus nombreux. Cependant, c'est avec le plus grand pessimisme que les « anciens » essayent de décourager les postulants. « Il n'y a pas de places », leur dit-on. C'est peut-être exact pour la période actuelle. Ce ne le sera plus dans un délai assez court.

Vous qui voulez faire de l'aviation un métier, savez-vous seulement dans quelle branche vous voulez vous orienter? Savez-vous si vous possédez l'essentiel : une condition physique suffisante? Mais qu'un échec dans ce domaine ne vous décourage pas; vous ne serez pas forcément écarté du ciel parce que vous portez des lunettes ou que votre souffle est un peu court : les carrières de l'aviation sont nombreuses. Sachez aussi que, sauf exception, il faut être Français, et, pour débiter, célibataire, veuf ou divorcé sans enfants : l'aviation, c'est d'abord un renoncement.

LES PILOTES

Le jeune homme qui proclame : « Je serai aviateur! » sous-entend, généralement : « Je veux être pilote! ». Dans la grande famille de l'Air, les pilotes sont les plus en vue. Quand le roman ou le cinéma mettent en scène un aviateur, c'est un pilote et non un radio ou un mécanicien. Sur les centaines de milliers d'hommes qui appartiennent à l'Aéronautique, les pilotes de métier sont les moins nombreux. Mais tous, du radio à l'employé de piste, de l'ingénieur à l'ouvrier des usines, ont toujours la possibilité de conquérir leur brevet de tourisme, chaque organisation ayant son aéro-club. Vous qui n'avez pas l'instruction nécessaire pour être pilote professionnel, vous à qui une légère myopie interdit le pilotage d'un appareil militaire, vous pourrez néanmoins tenir les commandes d'un petit avion de club. Mais si vous voulez être pilote de métier, il vous faudra remplir les conditions suivantes (par commodité nous avons rejeté en fin d'article les adresses des organismes qui donneront sur chaque cas des renseignements plus détaillés que ne le permet le cadre de cette étude) :

Militaires. 1) **Officiers** : recrutés par concours d'entrée à l'École de l'Air ou à l'École Militaire de l'Air. Diplômes exigés : baccalauréat complet (math.-élém.) et un ou deux ans de mathématiques spéciales. Les E. O. A. sont admis sur concours et selon leur ancienneté dans l'armée (1). 2) **Sous-officiers** : recrutés par concours (niveau : brevet élémentaire) parmi les jeunes gens n'ayant pas encore fait leur service et parmi les militaires de l'Armée de l'Air. Limite d'âge : pour les premiers, 18 à 21 ans. Pour les seconds, reculée jusqu'à 23 ans (1).

Une instruction récente admet sur titres aux écoles de pilotage (sous-officiers) les titulaires des brevets supérieur et élémentaire, du baccalauréat 1^{re} partie, du diplôme de fin d'études secondaires, du brevet d'enseignement primaire supérieur, du brevet d'études du 1^{er} cycle du second degré, du diplôme d'Elève breveté des Ecoles Nationales Professionnelles, des brevets supérieurs d'Etudes commerciales, d'Enseignement Industriel, Commercial, Hôtelier et Social (1). **Civils.** 1) **Aviation commerciale** : Il faut avoir accompli, comme pilote, 800 à 1000 heures de vol; passé un examen du niveau du baccalauréat complet (math.-élém.), posséder le brevet de pilote de Transport Public (T. P.) et le brevet de navigateur élémentaire (2); après l'examen, entrée au Centre de perfectionnement d'Air France, qui admet dans les mêmes conditions que les siens les candidats pilotes des compagnies privées (7).

L'École Nationale de l'Aviation Civile (E.N.A.C.) formera elle aussi des pilotes, mais pour le moment elle se contente de transformer en co-pilotes des mécaniciens et radios-navigants déjà en service. Dès la fin de 1951, elle commencera la formation des pilotes et mécaniciens navigants venant de l'extérieur.

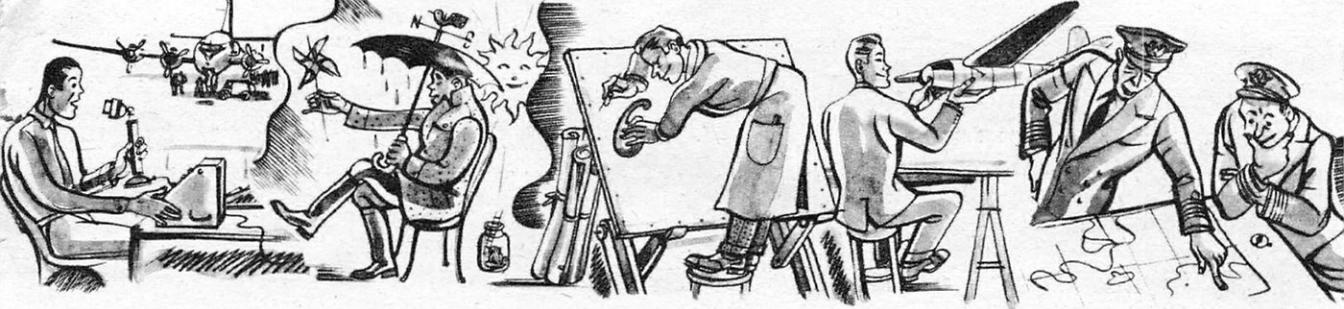
2) **Moniteurs de clubs bénévoles ou professionnels.** Conditions : posséder le brevet de tourisme 2^e degré, et le brevet T. P., avoir accompli 230 heures de vol, être agréé par le Service de l'Aviation Légère et Sportive (S.A.L.S.) après un stage à l'école de Saint-Yan. Le moniteur peut, quand il a atteint ses mille heures, se présenter à l'examen des pilotes de ligne comme d'ailleurs n'importe quel pilote de tourisme ayant fait mille heures de pilotage et titulaire du brevet T.P. (3).

LES NAVIGATEURS

Le travail du navigateur est souvent qualifié de scientifique. Il passe son temps à calculer. C'est de lui que dépend la rectitude de la route choisie, lui qui guide le pilote dans les difficiles manœuvres d'atterrissage. Le navigateur qui n'a pas une autre spécialité devient de plus en plus rare. Presque tous les navigateurs militaires sont également pilotes. Tous les pilotes de ligne sont aussi navigateurs :

Militaires. — Recrutement suspendu.

Civils. — En nombre de plus en plus restreint, la plupart des pilotes possédant le brevet supérieur de navigateur. Il faut avoir accompli 500 heures de



vol comme navigateur; posséder les brevets de navigateur élémentaire et supérieur (2). L'examen d'entrée pour passer au Centre de perfectionnement d'Air France, est du niveau du baccalauréat complet (math. élém.). L'E. N. A. C. (4) prépare par correspondance les candidats au brevet supérieur de navigateur. Ces cours, actuellement réservés aux pilotes de ligne, sont complétés par un stage d'un mois à Orly.

LES RADIOS

C'est le radio qui rattache l'avion à la terre par le fil invisible de la « phonie ». Tous les messages du sol et tous ceux du ciel lui parviennent à travers les écouteurs. On lui demande la même condition physique que les pilotes, et sur les lignes commerciales, on forme de plus en plus les radios-navigants au rôle de co-pilotes.

Militaires. — Recrutement après concours parmi les jeunes gens n'ayant pas accompli leur service militaire et parmi les militaires de l'Armée de l'Air, âgés de 18 à 21 ans pour les premiers et de moins de 23 ans pour les seconds. Niveau du concours : brevet élémentaire de l'enseignement primaire. Epreuves spéciales réservées aux militaires détenteurs d'un certificat d'opérateur radiotélégraphiste à terre de l'Armée de l'Air (1).

Civils. — L'Aviation civile ne tient pas compte des brevets de radio délivrés dans l'armée. Elle exige que les candidats à l'examen soient titulaires du brevet de 1^{re} classe des P. T. T. qui se prépare généralement soit à l'Ecole Centrale de T. S. F. (5), soit à l'E. N. A. C. (4) et de la licence correspondante délivrée par le Secrétariat Général à l'Aviation Civile et Commerciale après examen du niveau du baccalauréat complet (math. élém.) (2). Aucun diplôme ne dispense de l'examen oral et du stage.

LES MÉCANICIENS

Le mécanicien navigant a la charge des moteurs. Tous les pilotes savent ce qu'ils doivent aux mécaniciens. Sans eux, l'avion ne serait souvent qu'un gros oiseau aux ailes rognées, incapable de s'envoler. Si le pilote vérifie sans cesse du coin de l'œil la planche des instruments de bord, le mécanicien a le regard fixé sur les multiples cadrans qui lui donnent l'état des moteurs. Le mécanicien navigant est l'infirmier de l'appareil.

Militaires. 1) Officiers : formés à l'Ecole de l'Air. Recrutement ouvert par concours aux ingénieurs des Arts et Métiers d'une part, aux E. O. A. de l'autre.

2) Sous-officiers et hommes de troupe : peuvent être classés comme navigants s'ils ont le brevet militaire de mécanicien avion-moteur au sol, s'ils ont accompli 40 heures de vol sur avion militaire et sont âgés de moins de 31 ans.

Civils : un certain nombre des mécaniciens navigants des compagnies privées vient de l'armée.

Le brevet de mécanicien T. P. (2) est exigé. La Compagnie Air France recrute par priorité parmi ses mécaniciens au sol ou parmi les élèves sortant du Centre de Vilgénis (6) et possédant le brevet T. P.

LES MÉCANICIENS AU SOL

On dit couramment que pour qu'un appareil commercial puisse partir, il faut mettre en mouvement cent personnes qui ne partent jamais. C'est à la fois vrai et faux. Ils sont bien cent, mais ils font en général un minimum de 30 heures de vol par an. Le personnel au sol a, avec les navigants, les contacts les plus étroits. Le pilote questionne souvent le mécanicien, voire l'ouvrier qui a passé la revue de l'appareil, fait les pleins, etc. Tout autant que les navigants, les « rampants » participent à la vie de l'Air.

Tout autant que le mécanicien navigant, le mécanicien au sol est l'homme indispensable au vol. C'est lui qui fait les réparations ne nécessitant pas l'intervention de l'usine. C'est lui qui effectue les révisions périodiques, y compris ces « dégroupages » qui ahurissent le profane, effaré de voir un moteur éparpillé en milliers de pièces dont toutes retrouveront cependant leur place, grâce aux mains savantes du mécanicien.

Militaires. 1) Officiers : formés et recrutés comme les mécaniciens navigants (1).

2) Non officiers : l'Armée de l'air délivre des brevets élémentaires et supérieurs dans les branches suivantes :

Matériel aérien :

Cellules,

Moteurs et hélices,

Équipements d'avion ou photo.

Matériel d'armement :

Armes et supports,

Munitions, bombes, etc.

Matériel des télécommunications :

Radio, bord, sol,

Détection électromagnétique (radar),

Téléphones, télégraphes, lignes.

Matériel roulant et servitudes techniques :

Autos,

Servitudes techniques et électricité.

Matériel de mécanique générale :

Ajustage et machines-outils,

Chaudronnerie, soudure,

Menuiserie, ébénisterie,

Peinture, voilerie, bourellerie.

Recrutement et formation : militaires appelés, engagés, rengagés dans l'Armée de l'Air et élèves sortis de l'Ecole de Rochefort (1). Ceux-ci entrent à Rochefort soit en 1^{re} année (concours d'entrée : niveau du certificat d'études plus un an de cours complémentaire; limite d'âge : 16 à 19 ans selon le degré d'instruction), soit en 2^e année (concours d'entrée : niveau technique et professionnel des



apprentis terminant leur 1^{re} année ; limite d'âge : 17-18 ans), soit en 3^e année (entrée sans concours ouverte dans la limite des places aux jeunes gens de 18 à 19 ans venant des Ecoles préparatoires militaires techniques, des écoles Nationales Professionnelles ou d'Horlogerie ou munis du diplôme de sortie des Ecoles techniques contrôlées par l'Etat). L'engagement de cinq ans dans l'armée doit être signé à la sortie de l'Ecole.

Civils. — Mécaniciens d'entretien : recrutés généralement soit parmi les mécaniciens issus de l'armée, soit parmi les élèves formés au Centre d'apprentissage de Vilgénis, organisé par Air-France (6). Internat entièrement gratuit. Concours d'entrée : diplômes exigés : certificat d'études ou certificat de scolarité équivalent et avoir passé un examen d'orientation professionnelle. Limite d'âge : 14-16 ans. L'Ecole recrute un certain nombre de jeunes gens titulaires du C. A. P. d'ajusteur ou d'électricien, qui entrent directement en 3^e année pour se spécialiser comme mécanicien-moteur ou cellule et monteur d'instruments de bord ou électricien d'aviation. Limite d'âge : 19 ans.

LE PERSONNEL DES OPÉRATIONS AÉRIENNES

Si, sans le mécanicien, l'avion ne pourrait voler, sans le personnel des Opérations Aériennes, il ne pourrait souvent circuler. Les routes du ciel deviennent de plus en plus encombrées. Elles ont, comme les autres, leurs croisements dangereux, leurs sens interdits, leurs passages à niveau... Mais cette fois, le garde-barrière est souvent à des centaines de kilomètres de l'appareil. Il n'en est pas moins vigilant.

Le service des Opérations Aériennes est peut-être de toutes les carrières aéronautiques, celle qui est promise au plus grand avenir tant le transport aérien se développe rapidement.

Agents des Opérations Aériennes. — Militaires :
1) Brevetés supérieurs contrôleurs adjoints des opérations aériennes : recrutés parmi les sous-officiers du personnel navigant et ceux du service général titulaires depuis deux ans du brevet élémentaire.

2) Brevetés élémentaires : recrutés parmi les sous-officiers du service général ayant servi un an dans un maître-radar ou dans une salle d'opérations de secteur ou une Zone de Défense Aérienne Terrestre.

3) Opérateurs radiotéléphonistes : recrutés parmi les militaires appelés, engagés, rengagés dans l'Armée de l'Air. Instruction dans les Centres de l'Armée. Examen d'entrée : niveau du certificat d'études.

4) Marqueurs-filtreurs : certificat sanctionnant les connaissances particulières des militaires appelés, engagés, rengagés, employés dans les salles d'opérations. Niveau de l'examen : certificat d'études (1).

Civils. (Peuvent actuellement être tous formés par l'E.N.A.C.) :

1) **Ingénieurs de la navigation aérienne.** Concours ouvert aux ingénieurs sortis des grandes Ecoles (Centrale, Polytechnique, Ecole supérieure de l'Aéronautique, etc.) et aux licenciés ès sciences. Limite d'âge : 32 ans. Durée d'instruction à l'E. N. A. C. : 2 ans.

2) **Ingénieurs d'exploitation de la navigation aérienne et ingénieurs des Travaux des Télécommunications aériennes.** Concours : diplômes exigés : brevet supérieur ou baccalauréat complet, diplôme des Ecoles Nationales des Arts et Métiers, diplôme de l'Institut industriel du Nord. Limite d'âge : 18-30 ans. Durée d'instruction à l'E.N.A.C. : 2 ans.

3) **Contrôleurs de la navigation aérienne et contrôleurs des Télécommunications.** Concours : diplômes exigés : brevet supérieur ou 1^{re} partie du baccalauréat ou être ancien élève d'une Ecole Nationale des Arts et Métiers. Limite d'âge 18 à 30 ans. Durée d'instruction à l'E. N. A. C. : 6 mois.

4) **Agents de la navigation aérienne :** Concours : diplômes exigés : certificat d'études et aptitudes pratiques dans diverses spécialités ; dactylographie pour les télétypistes, manipulation, lecture au son pour les opérateurs radioélectriciens, etc. (4).

LES MÉTÉOROLOGISTES

Ceux-là ne sont plus les agents de la circulation mais en quelque sorte, les cantonniers des routes du ciel. Personne ne peut faire qu'une route aérienne soit bien ou mal pavée, pleine de « nids de poule » qui font souvent place quelques heures plus tard à la voie la plus unie. Sa route, le météo ne peut la réparer. Il n'est maître ni des vents ni des nuages. Mais il enseigne au pilote comment éviter les obstacles. Il ausculte les nuages, les perturbations, et par lui le pilote sait qu'à tel point du parcours, à telle altitude, il trouvera un orage ou un vent debout. Le météo lui indique à l'avance la route détournée qui permettra un voyage plus sûr, partant plus rapide.

Militaires : Le personnel militaire du Service général détaché dans les stations de météo des aérodromes militaires peut recevoir une instruction technique dans les établissements de l'O.C.M. Ils obtiennent :

1) Le certificat d'aide-météorologiste.
2) Le brevet élémentaire de météorologiste. Conditions : posséder le certificat d'études et s'engager pour 4 ans.

3) Le brevet supérieur de météorologiste. Conditions : être titulaire du brevet élémentaire depuis plus de trois ans et avoir au moins le grade de sergent-chef.

Civils : recrutés par concours.

1) **Adjoints techniques :** aucun diplôme exigé.

Le niveau du concours est, un peu supérieur au brevet élémentaire.

- 2) **Ingénieur-adjoint aux travaux météorologiques.** Aucun diplôme. Niveau du concours : égal à la 1^{re} année de mathématiques supérieures.
- 3) **Ingénieur météorologiste :** Diplôme exigé : licence ès Sciences avec 4 certificats déterminés.

Limite d'âge : pour 1) et 2) de 18 à 25 ans, limite reculée d'un an par enfant et de la durée du service militaire avec plafond à 35 ans. Pour 3) de 21 à 30 ans. Reculée selon la durée du service militaire ou civil accompli, avec plafond à 35 ans.

LE PERSONNEL DES USINES

Ceux qui fabriquent ou réparent les avions appartiennent, eux aussi, à la grande famille de l'Aviation. Ils connaissent l'importance de leur tâche. La France a été le berceau de l'aviation. Ses avions ont été les premiers du monde. Cette place que quatre ans de guerre et d'occupation nous ont fait perdre, c'est au personnel des usines et des bureaux d'études à nous la redonner. L'industrie aéronautique remonte actuellement la pente et les carrières qu'elle offre sont riches de possibilités à tous les étages de la hiérarchie :

- 1) **Ingénieurs :** Sortis de l'Ecole Supérieure d'Aéronautique ; entrée d'emblée. Sortis de Polytechnique ou de Centrale : entrée après deux ans passés à l'Ecole Supérieure d'Aéronautique (8).
- Techniciens :** 1) Concours d'entrée aux Ecoles techniques. Niveau 4^e moderne technique. Limite d'âge : 14-16 ans. Durée des études : 5 ans. 2) Candidats sortis des Ecoles Nationales professionnelles. Limite d'âge : 18-19 ans. Entrée directe dans les sections spéciales de formation aéronautique (9).

Ouvriers spécialisés : Formation dans les Ecoles d'apprentissage de l'Industrie aéronautique : concours d'entrée du niveau du certificat d'études. Limite d'âge : 14-16 ans. Durée des études : 3 ans (9).

L'enseignement des Ecoles Techniques et d'apprentissage est entièrement gratuit (internat, demi-pension ou externat) (9).

LE PERSONNEL FÉMININ

Actuellement, les professionnelles de l'Aviation sont rares. Certaines usines embauchent les femmes-ingénieurs, sorties de Centrale ou Polytechnique féminine, au même titre que les hommes. La femme qui veut devenir professionnelle de l'aviation a le choix entre :

Militaires : Infirmières et assistantes sociales convoyeuses de l'Air ; recrutées par concours. Conditions : être titulaire d'un diplôme médical reconnu par la Santé publique. Niveau : baccalauréat 1^{re} partie.

Civiles : 1) Service des opérations aériennes (télétypistes seulement). Recrutées par concours comme les hommes.

2) **Hôtesse de l'Air :** recrutées par concours. Niveau : baccalauréat 1^{re} partie ou brevet élémentaire. La connaissance parfaite de l'anglais est exigée, plus une langue secondaire (7).

3) **Monitrices d'aéro-clubs :** recrutement aux mêmes conditions que les hommes. (Voir le chapitre « Pilotes ».)

L'AÉRO-NAVALE

On n'entre dans l'Aéro-Navale que si l'on appartient à la Marine Nationale. Les officiers sont recrutés parmi les aspirants sortis de l'Ecole Navale. Les sous-officiers (officiers-mariniers) font partie des cadres des Equipages de la Flotte. Toutefois, il faut préciser au moment de l'incorporation qu'on désire servir dans l'Aéro-Navale. La Marine Nationale prépare aux différentes spécialités (10).

1. Pilotes.

A. Officiers : Aspirants sortis de l'Ecole Navale.

B. Officiers-mariniers : niveau d'instruction du brevet élémentaire ou du brevet d'études du premier cycle. Limite d'âge : 18 à 23 ans.

2. Navigateurs. Officiers-mariniers : après l'engagement ou l'incorporation comme matelot, entrée au Centre aéronautique de Hourtin. Le cycle complet des études dure huit mois. Les élèves sortent comme seconds-maîtres. Niveau d'instruction ; brevet élémentaire ou brevet d'études du premier cycle. Limite d'âge : 18 à 23 ans.

3. Mécaniciens. Officiers-mariniers : niveau d'instruction : certificat d'études primaires, plus deux ans de cours complémentaires. Après incorporation dans la marine, stage à l'Ecole de Rochefort. Limite d'âge : 17 à 25 ans.

4. Electriciens, radaristes. Officiers-mariniers : niveau du brevet élémentaire. Limite d'âge de 17 à 25 ans. Stage de six mois à l'Ecole des Electriciens de Cherbourg, six mois à Rochefort.

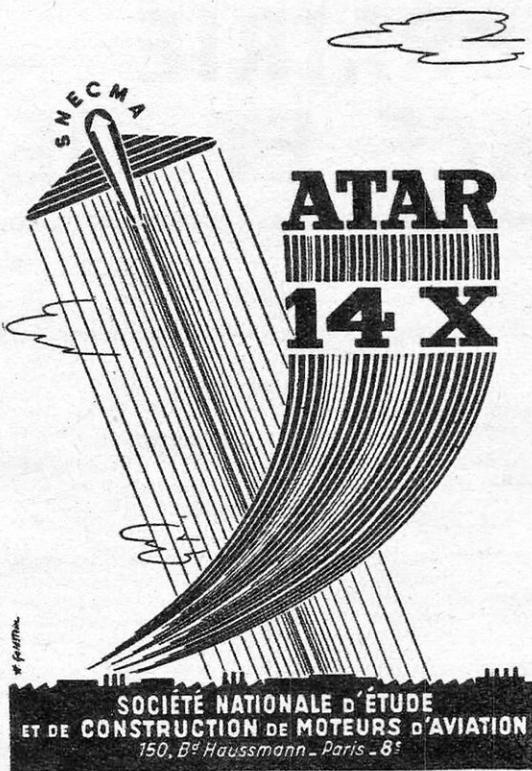
5. Radios : Recrutés parmi les radios de la Marine.

A tous ceux, quelles que soient leurs aptitudes physiques et leurs connaissances, qui s'intéressent aux choses de l'Air, qui rêvent d'un métier savant ou d'une vie pleine d'aventures, un choix de carrières extrêmement variées est offert. Elles ne sont peut-être pas toutes également brillantes, mais toutes exigent la même conscience dans le travail puisque de cette conscience dépend la vie des voyageurs et des équipages, et toutes permettent de réaliser, ne fût-ce qu'aux heures de loisir, le rêve de tous les passionnés d'aviation : voler.

L. Augeron.

RENSEIGNEMENTS PRATIQUES

- 1) Service d'Information du Secrétariat d'Etat aux Forces Armées « Air », 26, b. Victor, Paris.
- 2) Secrétariat à l'Aviation Civile et Commerciale, 82, rue des Pyrénées, Paris.
- 3) Service de l'Aviation Légère et Sportive, 24, boulevard Victor, Paris.
- 4) Ecole Nationale d'Aviation Civile (E.N.A.C.), 155, rue de la Croix-Nivert, Paris.
- 5) E. Centr. de T. S. F., 12, rue de la Lune, Paris.
- 6) Centre d'Instruction d'Air France, Domaine de Vilgénis, Massy (S.-et-O.).
- 7) Air France, Division commissariat, 119, Chps-Elysées, Paris.
- 8) Ec. Nat. Sup. d'Aér. 32, b. Victor, Paris.
- 9) Direction de la Formation Professionnelle des Ind. aéronautiques, 6, rue Cimara, Paris.
- 10) Tous les bureaux d'engagement dans la Marine (adresse à la Gendarmerie locale).



SNECMA

ATAR

14 X

**SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉTUDE
ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION**
150, B^e Haussmann - Paris - 8^e



*Union Française
Pavillon Français
Matériel Français*

MS 700
"Pétrel"
Classe Internationale

MORANE-SAULNIER
1911 - 1951

R. CHARLES 51

Des possibilités illimitées

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

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

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



PUBLICITES REUNIES

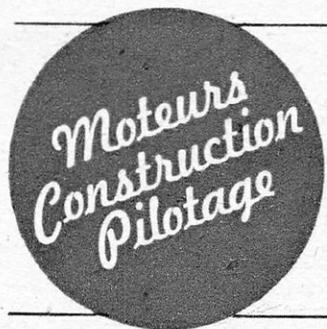


ÉCOLE CENTRALE DE TSF

12, RUE DE LA LUNE PARIS

COURS DU JOUR, DU SOIR OU PAR CORRESPONDANCE

Demandez le Guide des Carrières gratuit



LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

24, RUE CHAUCHAT, PARIS-IX - TÉL. : TAITBOUT 72-86

Cette bibliographie a été établie d'après le stock d'ouvrages sélectionnés de notre librairie. Tous ces volumes figurent dans notre Catalogue général 1950 ou dans son Complément 1951.

AÉRODYNAMIQUE

COURS D'AÉRONAUTIQUE. AÉRODYNAMIQUE (Ailard E.). Notions de mathématiques utiles en aérodynamique. Cinématique des fluides, des fluides incompressibles. Dynamique des fluides. Étude de l'écoulement autour d'un corps cylindrique d'envergure infinie. Écoulement d'un fluide parfait autour des ailes d'envergure finie. Viscosité et turbulence. Compressibilité. 328 p. 21 x 27, 248 fig., 6 pl., et un album de 6 grilles, 1947 3.150 »

ÉCOULEMENTS DES FLUIDES COMPRESSIBLES (Sauer R.). Théorie linéaire des écoulements stationnaires et non stationnaires. Théorie rigoureuse des écoulements supersoniques stationnaires et des ondes de pression continues de grande intensité. Mode d'emploi de la théorie des caractéristiques. Théorie exacte des écoulements subsoniques stationnaires. Lois fondamentales de l'onde de choc. Les ondes de choc dans les écoulements stationnaires et non stationnaires. 324 p. 16 x 25, 150 fig. 1951, relié 3.900 »

AÉRODYNAMIQUE EXPERIMENTALE (Rebuffet P.). (Cours professé à l'École Nationale supérieure de l'Aéronautique). Généralités de mécanique des fluides. Phénomènes et principes généraux. Souffleries aérodynamiques. Appareillage de mesure et d'observation des écoulements. Corps géométriquement simples. Aile. Hélice. Avions. Aérodynames à hélices sustentatrices. Liste des planches et tableaux. Monographies de souffleries. Profils d'ailes. 795 p. 16 x 25, 660 fig., 45 pl., 2^e édit. revue et augm. 1950, relié 4.400 »

AÉRODYNAMIQUE (Pouit R.). Généralités sur les fluides. Écoulement à potentiel des vitesses. Application des écoulements à potentiel. Représentation conforme. Mouvements des fluides visqueux en écoulement laminaire. Mécanique de l'écoulement turbulent. Résistance de pression. Décollements. Sillages. Théorie des sustentateurs. Méthodes et appareils de mesure. Écoulement des fluides compressibles. 256 p. 16 x 25, 164 fig., 1947 1.020 »

AÉRODYNAMIQUE. AILES PORTANTES ET HÉLICE. (Glauert H.). Equation de Bernoulli. La fonction de courants. Circulation et vecteur tourbillon. Le potentiel des vitesses et la fonction potentiel. La transformation du cercle en profil d'aile. L'aile d'envergure infinie. Viscosité et traînée. Les bases de la théorie de l'aile portante. L'aile d'envergure finie. L'aile en système monoplane. L'écoulement autour d'une aile. Le biplan. Influence des dimensions de la veine sur les essais en soufflerie. L'hélice. Théorie des quantités de mouvement. L'hélice. Théorie de l'élément de pale. Influence des dimensions de la veine limitée. 236 p. 14 x 22, 116 fig. 1947 790 »

ÉLÉMENTS D'AÉRODYNAMIQUE ET DE MÉCANIQUE DU VOL (Présenté G. M.). Généralités. Aérodynamique. Aérodynamique aux faibles vitesses. Mécanique du vol du planeur, de l'avion. Étude de la stabilité. 122 p. 18 x 22, 102 fig., 16 pl., h. t. 360 »

CONSTRUCTION - MOTEURS

CONSTRUCTIONS DES AVIONS (Merle du G.). Configuration extérieures : principales dispositions, utilisation, technique. Réalisation interne : structure, fabrication, installations, servitudes, sécurité, devis des poids, synthèse. Problèmes particuliers : aérodynames spéciaux, problèmes divers, vol à voiles, remorquage. Répertoire des principaux

avions français et étrangers. 856 p. 19 x 28, 553 fig., 2 pl., 2^e édit., 1947 2.700 »

CALCUL ET CONSTRUCTION DES AVIONS LÉGERS (Desgrandschamps R.). Aérodynamique. Calcul des efforts. Calcul de résistance. Construction. 155 p. 16 x 25, 204 fig., 2^e édit., aug., 1947 350 »

MATÉRIAUX DE L'AVIATION (Etudes extraites de la Coll. Bibliorme). Etudes sur les bois, aciers spéciaux, alliages, aluminium, magnésium, glucinium, cuproglucinium, matières plastiques, soudage et protection des matériaux. 94 p. 16 x 24, nomb. fig., 1947 300 »

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX APPLIQUÉS A L'AVIATION (Vallat P.). Rappel des notions de mathématiques et de mécanique. Résistance des matériaux générale. Complément de résistance des matériaux générale. Applications particulières de la résistance des matériaux en construction aéronautique. 848 p. 19 x 27, 528 fig., 49 pl., annexes avec fig. et tabl. relié 3.950 »

LES VIBRATIONS SUR LES AVIONS (Berthoume). Guide du calculateur d'avions. Calculs. Essais. Remèdes. 80 p. 16 x 25, 65 fig., 1946 320 »

CINÉMATIQUE DE L'AVION (Hussenot F.). Les essais en aéronautique. Instruments de mesure. 82 p. 16 x 25, 60 fig., 12 pl., 1947 330 »

TECHNOLOGIE ET FONCTIONNEMENT DES MOTEURS D'AVIATION (Lorris M. de). Notions de Thermodynamique. Fonctionnement du moteur d'aviation. Technologie des divers organes. Description de quelques moteurs typiques. Autres systèmes de moteurs d'aviation. 333 p. 16,5 x 25, 170 fig., 6 pl., hors-texte 3^e édit., 1949 1.900 »

MÉCANIQUE DE L'AVIATION (Valroger P.). Propulsion et performances. Profil d'aile et sustentation. L'aile et l'avion dans les domaines transonique et supersonique. Caractéristiques des avions. Régimes de vol permanents et symétriques. Le vol sans moteur. Les diagrammes logarithmiques du planeur. Méthodes d'étude du vol en palier. Étude générale du plafond et de la montée. Machines thermiques et moteurs. La propulsion par fusée, par statoréacteur. Influence des conditions atmosphériques sur les moteurs et les réacteurs. La propulsion par soufflante, par hélice. Équilibre longitudinal. Stabilité et maniabilité. Le problème de l'aérodyn. étude et performances. Le décollage et l'envol de l'avion. L'atterrissage. L'adaptation du groupe motopropulseur et le régime optimum. Utilisation du groupe motopropulseur. etc., 390 p. 21 x 27, nbr. fig., 1950 2.500 »

THERMODYNAMIQUE DES SYSTÈMES PROPULSIFS A REACTION ET DE TURBINE A GAZ (Roy M.). Foyers. Tuyères. Aubes. Etages. Fusées. Réacteurs. Réacteurs propulseurs. Turbines à gaz. 160 p. 16 x 25, 55 fig., 1947 620 »

THERMOPROPULSION DES AVIONS. TURBINES A GAZ ET COMPRESSEURS AXIAUX (Bidart R.). Propulsion. Thermodynamique. Description de quelques machines caractéristiques. Cycles avec machines parfaites et imparfaites. Grilles d'aubes. Compresseurs. Turbines axiales. Combustion dans les turbomachines d'aviation. Régulation et adaptation des turbomachines. 194 p. 21,5 x 27, nbr. fig., 1949 2.500 »

LES ESSAIS DE PERFORMANCES EN AERONAUTIQUE (Hussenot F.). Reconstitution des trajectoires. Mesures faites sur le groupe motopropulseur. Calcul des performances en air type. Mesures concernant la résistance des matériaux. Performances spéciales. Utilisation des performances. 152 p. 16 x 25, 63 fig., 1946. 520 »

LE DÉVELOPPEMENT MODERNE DE LA THEORIE DE L'HELICE (Siestrunck R.). Bases expérimentales et hypothèses générales de la théorie tourbillonnaire de l'hélice. Etude du champ des tourbillons libres. Etude de l'équation fondamentale du fonctionnement aérodynamique de l'hélice. Problème de répartition optimum. Le problème d'adaptation. 102 p. 16 x 25, avec fig., et pl., 1947. 500 »

LE PLAN DE FABRICATION AERONAUTIQUE (Guibert M.). Etude du régime permanent. de la période de démarrage. Utilisation pratique du tableau de fabrication. Application aux cas types de fabrication en série. Pratique du démarrage. Essai d'étude mathématique. 128 p. 16 x 25, 29 fig., 16 pl., 1945. 320 »

LES AVIONS MODERNES (Lanoy H.).
Tome I : Aérodynamique. Construction des avions. L'hélice d'avion. L'avion en vol. 244 p. 13,5 x 21, 187 fig., 1946. 690 »

Tome II : Caractéristiques de quelques avions récents. Montage, réglage et entretien des avions. Les planeurs. Les moteurs d'avion (étude théorique et pratique). Les moteurs à réaction. 328 p. 13,5 x 21, 193 fig., et tabl., 1947. 960 »

THEORIE ET PRATIQUE DE L'HELICOPTERE (Lefort P.). Principes des voilures tournantes. Etude aérodynamique des hélicoptères. Vibrations. Stabilité. Calcul des performances. Principe des hélicoptères mécaniques, à réaction. Commandes, sécurité, pilotage. Description des principaux hélicoptères français et étrangers. 150 p. 15,5 x 24, 57 fig. 480 »

RADIO-ÉLECTRICITÉ-RADAR

RADIOTECHNIQUE AERONAUTIQUE (Fromy E.). Révisions de quelques principes fondamentaux. Notions générales de radiotechnique. L'équipement radioélectrique de bord. 360 p. 16 x 25, 237 fig., 2^e édit., 1947. 720 »

COURS POUR LA FORMATION TECHNIQUE DES RADIOS MILITAIRES ET CIVILS (Giniaux G.). Modulation de fréquence, lampes O. T. C., nouveaux appareils émetteurs et récepteurs, radars, alimentations stabilisées, etc., 500 p. 13 x 23, 2^e édit., 1946. 510 »

MANUEL D'ELECTRICITÉ DU RADIOTELEGRAPHISTE (Adeline H.). Le courant continu. Magnétisme et électro-magnétisme. Etude du condensateur. Le courant alternatif de basse fréquence. Les régulateurs de tension. Les redresseurs de courant. 430 p. 13,5 x 21, 380 fig., 13^e édit., 1947. 260 »

ENCYCLOPÉDIE DE L'ELECTRICITÉ ET DE LA T. S. F., A BORD DES AVIONS MODERNES (Lanoy H.).
Tome I : La T. S. F. et l'appareillage électrique spécial. 158 p. 18 x 26, 156 fig., 1946. 360 »

Tome II : Equipement électrique des avions modernes. 275 p. 18 x 26, 316 fig., 1947. 750 »

Tome III : La production d'énergie électrique à bord. 154 p. 18 x 26, 88 fig., 1949. 660 »

LES MACHINES ELECTRIQUES D'AUTOMOBILES ET D'AVIATION (Dynamos, démarreurs, dynamoteurs magnéto, moteurs de traction d'automobiles) (Lanoy H.). 240 p. 238 fig., et tabl., 2^e édit., 1947. 780 »

TRAITÉ DE RADIOGUIDAGE (Ostrovitov S.). (A l'usage des agents techniques et ingénieurs, des étudiants et des utilisateurs). 230 p. 16 x 25, 134 fig., 1950. 1.080 »

LA RADIO DANS LA NAVIGATION (Reynes X.). Radiotélégraphie. Radiogonométrie. Radiophares. Radioatterrissage. Radars-sondeurs U. S. 214 p. 16 x 25, 173 fig., 2^e édit., 1947. 620 »

LES STATIONS RADIOÉLECTRIQUES DE BORD MARINE ET AVIATION (Reynes X.). Règles de service. Description. Schémas. Exploitation. Réglages. Code Q. 210 p. 13,5 x 21, 105 fig. 1951. 840 »

CE QUE LE TECHNICIEN DOIT SAVOIR DU RADAR (Chrétien L.). Les lampes pour ondes courtes. Lignes coaxiales.

Lignes de transmission. Guides d'ondes. Radiateurs d'ondes. Les circuits modulateurs. Le récepteur du radar. I.F.F. ou dispositifs d'identification. 248 p. 14 x 22,5, 236 fig. 825 »
LE RADAR (Leprêtre R.). Théorie des ondes électromagnétiques. L'équation du radar dans l'espace libre et la propagation des ondes très courtes et ultra-courtes dans la troposphère. Caractéristiques des émissions radar, choix des paramètres fondamentaux. Les organes essentiels des appareils radar. Différentes utilisations et applications du radar. 295 p. 16,5 x 25, nbr. fig. 1951. 2.000 »

BALISES RADAR (Roberts A.). L'emploi des balises Exigences des systèmes comportant des balises. Codage et communications. Trafic et construction. Projets de balises : circuits HF. Récepteurs de balises. Emetteurs de balise : les magnétons. Emetteurs à triode. Source d'énergie et vérification des performances. Synthèse d'un système de balise. Etude des radars pour le fonctionnement avec balise. Projet d'un interrogateur-répondeur. Dispositifs classiques de balises. Installation, mise en fonction et entretien. 630 p. 16 x 24, 236 fig. nomb. photos. 1950, relié. 3.100 »

MANUEL TECHNIQUE DE L'AJUSTEUR D'AVIATION (Col. Savoie travailler). 203 p. 11,5 x 18, 38 fig. 1946. 135 »

POUR L'AJUSTEUR DE L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE (Brosse J.). 104 p. 12 x 18, 146 fig., 2^e édit., 1947. 170 »

PILOTAGE - NAVIGATION

LA METEOROLOGIE DU NAVIGANT (Viaut A.). Données premières du problème météorologique. Les mouvements de l'atmosphère. Masses d'air. Fronts et cyclones. Les individus météorologiques. Les bases de la protection météorologique de la navigation aérienne. La protection météorologique de la navigation aérienne. 260 p. 16 x 24, 64 pl., 1949, relié toile. 875 »

MANUEL DE METEOROLOGIE DU VOL A VOILE (Bessemoulin J. et Viaut A.). L'atmosphère et les principaux éléments météorologiques. Stabilité. Instabilité. La convection thermique. Formation et évolution des cumulus. Action du relief sur l'écoulement de l'air. La circulation générale de l'atmosphère et les fronts. Le vol à voile en France. 214 p. 16 x 24, 170 fig., 1948, relié. 650 »

NAVIGATION AERIENNE (Giguet M.). : CONNAISSANCES DE BASE Tome I : 1^{re} et 2^e parties : La Terre. Sphère terrestre. Positions, orientation et distance sur la Terre. Minute de latitude et minute de longitude. Les cartes : représentation de la Terre. Propriétés des canevass. Classifications des canevass. Canevass cylindriques, coniques et coniques modifiés. Canevass plans. Représentation du sol. Emploi des cartes de navigation. 159 p. 21,5 x 27, 275 fig., 1950. 1.750 »

3^e partie : Les Nord : Nord vrai (Nv.) ou Nord géographique. Champ magnétique terrestre. Nord magnétique (Nm). Déclinaison magnétique (Dm). Champs perturbateurs du bord. Nord compas (Nc.). Déviation (d.). Variation magnétique (Vm.). Courbe des déviations. Causes et nature des déviations à bord d'un avion. Moyens de compensation des compas. Méthodes de compensation. La régulation. 133 p. 21,5 x 27, 91 fig., 1950. 1.750 »

Tome VI : LA NAVIGATION DU PILOTE ET DU COPILOTE (Feuvrier C. et Combecal). Les méthodes de navigation du pilote et du copilote. Navigation à vue, radio-guidée. La pratique de la navigation du pilote et du copilote : journal de bord et lecture de la carte, utilisation du matériel et des instruments. 147 p. 21,5 x 27, 252 fig., 2^e édit., 1950. 980 »

Les tomes suivants sont en préparation :

— Tome I : Les Méthodes, procédés et moyens de navigation.

— Tome III : Navigation tactique.

— Tome IV : Les Techniques de Navigation.

— Tome V : La Navigation du Navigateur.

(Nous prenons note, dès maintenant, des souscriptions à ces volumes.)

TRAITÉ PRATIQUE DE NAVIGATION AERIENNE (Duval A. B. et Hébrard L.). Règles générales de navigation aérienne. Compas. Navigation estimée. Point observé. Instruments de bord et de navigation. Pratique de la navigation. 214 p. 16,5 x 25, 124 fig., 10 pl., 5^e édit., revue et aug., 1950. 1.000 »

MANUEL DU NAVIGATEUR AERIEN (Vaziaga cap. de corvette). Navigation. Photo. Météo. Equipement. 333 p. 16 x 24, 200 fig., 16 hors-texte, relié 650 »

RADIO NAVIGATION AERIENNE (Gaudillière P.). Réalisations et perspectives. 248 p. 16 x 25, 173 fig., 3 tabl., h. t. 1949 1.350 »

MANUEL DU COMMANDANT D'AVION (Lamy F.). Organisation de la navigation aérienne. Circulation et sécurité aériennes. 184 p. 16 x 24, nbr. fig., 1948, cart. 650 »

TECHNIQUE DE L'AIR (Lacasse J.). Eléments d'aérodynamiques. La construction aéronautique. Le groupe moto-propulseur. Le pilotage. La navigation. L'aérodynamique et le vol à voile. 410 p. 11 x 18, 130 fig. 300 »

LE PILOTAGE DES AVIONS CLASSIQUES ET A REACTION (Lamy F.). Le personnel. Le matériel. La préparation du vol. Les éléments du vol simple. Décollages et atterrissages. Les manœuvres de sécurité. La voltige. Le vol de groupe. Le vol de nuit. Les transmissions du pilotage. 260 p. 15,5 x 23, nbr. fig., 1951 575 »

COMMENT APPRENDRE A PILOTER UN HELICOPTERE (Busson G. et Lefort P.). Les voilures tournantes de l'antiquité à nos jours. Aérotechnique. Classification des giravions actuels. Commandes et pilotage de l'hélicoptère. Comparaison entre la manœuvre de l'avion et celle de l'hélicoptère. Ecole, brevets, licences. Circulation aérienne. 152 p. 14 x 22, nbr. fig., 1951 840 »

LES INSTRUMENTS DE BORD D'AVION (Voiturier B.). Tome I : Les instruments gyroscopiques de contrôle de vol. Généralités. Application des gyroscopes au domaine aéronautique, indicateur de virage. L'horizon artificiel. La conservation de cap. Notes sur l'utilisation des instruments gyroscopiques de contrôle de vol 144 p. 21,5 x 27, nbr. fig., 1950 950 »

LEÇONS SUR LES INSTRUMENTS DE BORD ET LES EQUIPEMENTS DIVERS (Robert G.). (Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique) :
Tome I : 3^e année. Instruments de pilotage et de navigation. Appareils manométriques. Sondeurs. Appareils gyroscopiques. 176 p. 17 x 25, 102 fig. 880 »

Tome II : 3^e année : Instruments de pilotage et de navigation (suite). Compas. Girouettes. Niveaux. Lochs. Accélérateurs et indicateurs d'accélération. Traceurs de route. Calculateur d'estime. Pilote automatique. Contrôleurs de vol. Installations diverses de bord. 218 p. 17 x 25, 162 fig., 6 schém. 1.400 »

LE VOL A VOILE (Kronfeld). 152 p. 15,6 x 21, 36 fig., 12 pl., h. t. nouv. tir., 1947 300 »

LE VOL A VOILE (Sirretta R.). L'aile et le vent. 213 p. 14 x 20, 83 fig., 1948 290 »

LES EQUIPEMENTS DE PLANEURS ET D'AVIONS (Chombard P. A.). Pilotage. Navigation. Protection et sauvetage. 186 p. 13,5 x 21, 74 fig., 1948 670 »

MODÈLES RÉDUITS

MODÈLES RÉDUITS D'AÉRODYNES (Chinaud P.-C.). Les secrets de la performance. 82 p. 13,5 x 21, 74 fig. 7 pl. 60 »

LES CERFS-VOLANTS (Lebailly Ch.). Comment construire soi-même 23 cerfs-volants. 120 p. 15,5 x 21, 88 fig. 1951 240 »

RADIO COMMANDE (Géo-Mousseron). Une nouvelle technique mise à la portée des amateurs de radio et de modèles réduits. 58 p. 13,5 x 21, 32 fig. 1949 180 »

MANUEL DE TÉLÉCOMMANDE RADIO DES MODÈLES RÉDUITS (Ostrovidow S.). Notions élémentaires d'électricité et de radio. Sources d'énergie. Appareils de mesure. Calcul des bobines de self. Filtrés électriques. Relais. Moteur électrique. Commandes et transmissions. Réalisations. 142 p. 14 x 22,5, 93 fig. 1950 420 »

PLANS DE TÉLÉCOMMANDE DE MODÈLES RÉDUITS (Pépin Ch.). Description détaillée avec schémas, plans, photos et croquis de plusieurs modèles d'émetteurs et de récepteurs pour la commande à distance des modèles réduits de bateaux et d'avions. Réalisation des relais sensibles et dispositifs d'échappement. 32 p. 21,5 x 27, 1959... 200 »

HISTORIQUE - VULGARISATION

HISTOIRE DE L'AVIATION (Chambre R.). 395 p. 22 x 28, 800 héliogr., puisées dans toutes les archives du monde. 12 pl., en coul., 1948, cart. toile 2.900 » (Bulletin de souscription sur demande).

DÉCOUVERTE AÉRIENNE DU MONDE ; publiée sous la direction de Paul Chombard de Lauwe. La vision aérienne du monde. L'exploration aérienne. La Terre et la vie. L'homme et le milieu naturel. La marque des civilisations. Conclusion Notes techniques. 416 p. 22 x 29, 300 photos aériennes saisissantes. broché 2.400 »

L'AVIATION, AUJOURD'HUI, DEMAIN (Lefort P.). Avions géants. Ailes volantes. Hélicoptères. Transports aériens. Moteurs à explosion et turbines à gaz. Moteurs et engins spéciaux. 189 p. 12 x 18,5, 50 fig., 16 pl., 1950 275 »

L'AVIATION D'ADER et des temps héroïques (Cahisa R.). 342 p. 13 x 20, 32 pl., photos, 1950 780 »

LE SIÈCLE DE L'AVION (Levis Mirepoix et C. H. de et Beaubois H.). Une épopée pacifique et guerrière. Une science et une industrie. 480 p. 13 x 20, nbr. fig. et illus., 1949 600 »

PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES (Chombard de Lauwe P.). Méthode. Procédés. Interprétation. Etudes locales, vues commentées. L'étude de l'homme sur la terre. 138 p. 18 x 23, 118 fig., 1951 900 »

DICTIONNAIRE TECHNIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS DE L'AVIATION avec mémento des jauges, tables de conversion des mesures, code des couleurs (Boitard A.). 99 p. 13,5 x 21, 2^e édit., 1948 340 »

MANCHE ET PALONNIER (Langewiesche W.). L'art de piloter. 450 p. 14 x 18,5, 84 fig. 525 »

TABLES COMPLÈTES DE CONVERSION DES MESURES AMÉRICAINES, BRITANNIQUES ET MÉTRIQUES (Cusset F.). Etude, définitions et conditions d'emploi. 191 p. 17 x 23, nouv. édit., revue et complétée 1949, reliure spirale 780 »

LE MYSTÈRE ET LE PARADOXE DU VOL ANIMAL. Le vol ramé. Le vol à voile. (Batault E.). 236 p. 16 x 25 19 fig., 1 pl., 1932 500 »

AILES NATURELLES ET VOL HUMAIN (Mollard E.). 70 p. 14 x 23, 55 fig., 1 pl. hors-texte, 1950 335 »

LE COMPLÉMENT 1951 DE NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL EST PARU : 500 OUVRAGES NOUVEAUX

Le catalogue général et son complément, franco : 100 » Le complément 1951, seul, franco : 25 »

Les commandes doivent être adressées à la Librairie **SCIENCE ET VIE**, 24, rue Chauchat, Paris (9^e). Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement ou de versement au Compte Chèque Postal de la Librairie : Paris 4192-26.

Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition, soit 10 % (avec un minimum de 30 fr.). Envoi recommandé : 25 fr. de supplément. Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS-9^e

Le Gérant : Lucien LESTANG. Imp. GEORGES LANG, 11, rue Curial, Paris - Dépôt légal 2^e trim. 1951. N° B. 2963

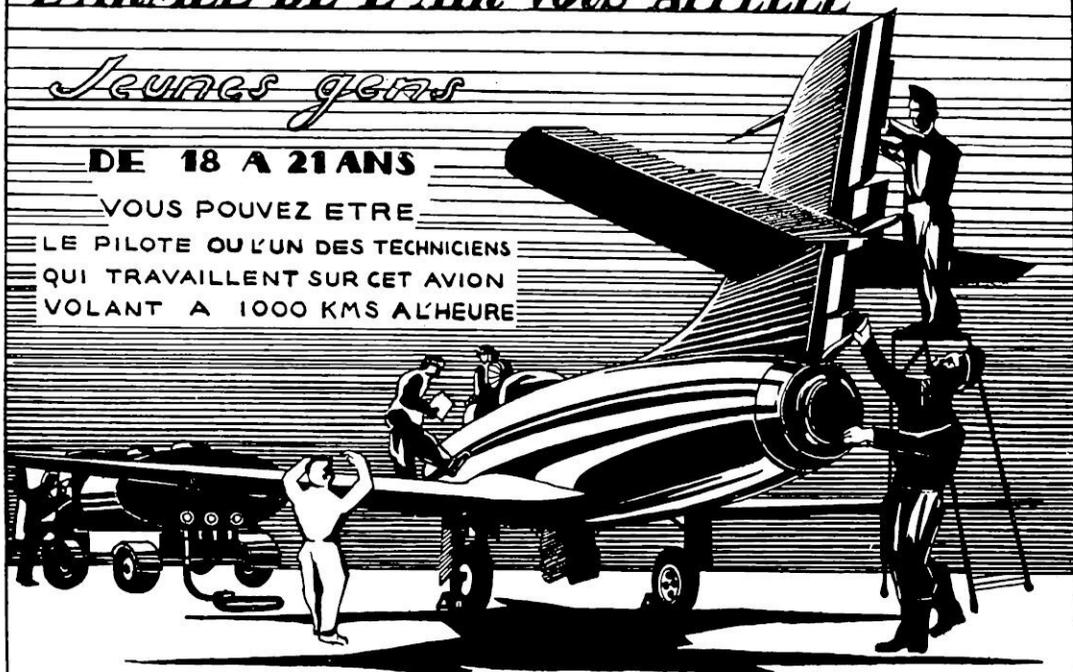
L'ARMÉE DE L'AIR VOUS APPELLE

Jeunes Gens

DE 18 A 21 ANS

VOUS POUVEZ ETRE

**LE PILOTE OU L'UN DES TECHNICIENS
QUI TRAVAILLENT SUR CET AVION
VOLANT A 1000 KMS A L'HEURE**



Votre entraînement s'effectuera

en FRANCE

en AFRIQUE DU NORD

au CANADA

ou aux ÉTATS-UNIS



Vous percevrez une prime

d'engagement de 78.000 francs



Adressez-vous à la base aérienne la plus proche ou au service
information du Secrétariat d'État aux Forces Armées Air :

26, boulevard Victor - Paris

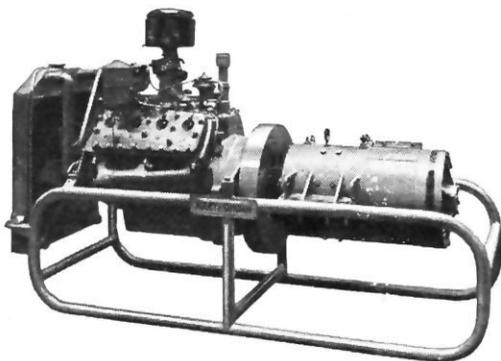
ÉTABLISSEMENTS AUBRY ET SIMONIN

DÉPARTEMENT AVIATION

ASSURE TOUTES LES SERVITUDES AU SOL POUR LES AVIONS MODERNES

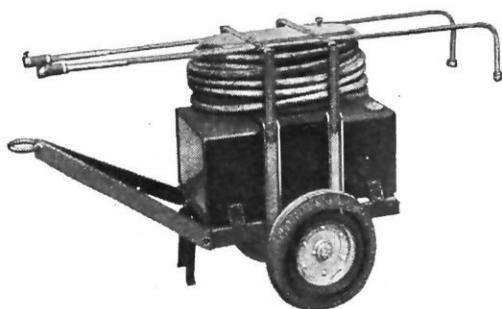
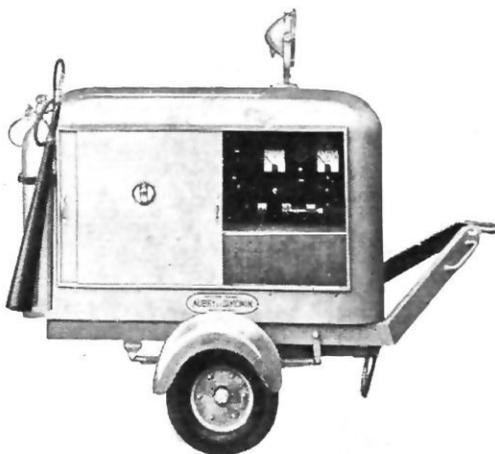
SERVICE D'ENTRETIEN ET ÉCHANGE STANDARD

● DÉMARREUR JACK HEINTZ — GÉNÉRATRICES



← Groupe de démarrage "AUBRELEC" pour turbo-réacteur. - Moteur FORD Type 6 P.B. 2 - 600/1200 A - 28,5 V - 3000 t/mn. - Dynamo ELECTROM

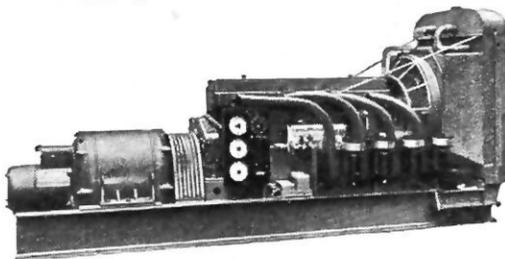
Groupe de démarrage "AUBRELEC" → pour moteurs d'aviation toute puissance Type 6 P.B. 3 - 300/600 A - 28,5 V - 3000 t/mn. - Dynamo ELECTROM



← Remorque de dégivrage à moteur électrique 28,5 V.

Caractéristiques : Capacité 100 litres ; réservoir en tôle plombée ; longueur des lances : 4 mètres ; longueur des tuyaux caoutchouc : 15 mètres ; pneumatiques Kléber-Colombes 15×4 ; atomiseurs " Romens ".

Ensemble pour équipement → électrique des bases aériennes.



AUBRY ET SIMONIN

14 à 32, Boulevard du Parc, NEUILLY-sur-SEINE - Tél. : MAillot 80.00 (4 lignes groupées)