

# AVIATION 1946

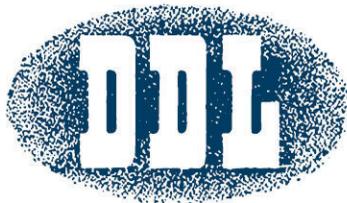


NUMÉRO HORS-SÉRIE 120 F.

**SCIENCE  
ET VIE**



PARIS - COPENHAGUE DIRECT  
en 4 heures 20 minutes  
avec correspondance pour  
Malmoe, Gothemburg, Stockolm et Oslo

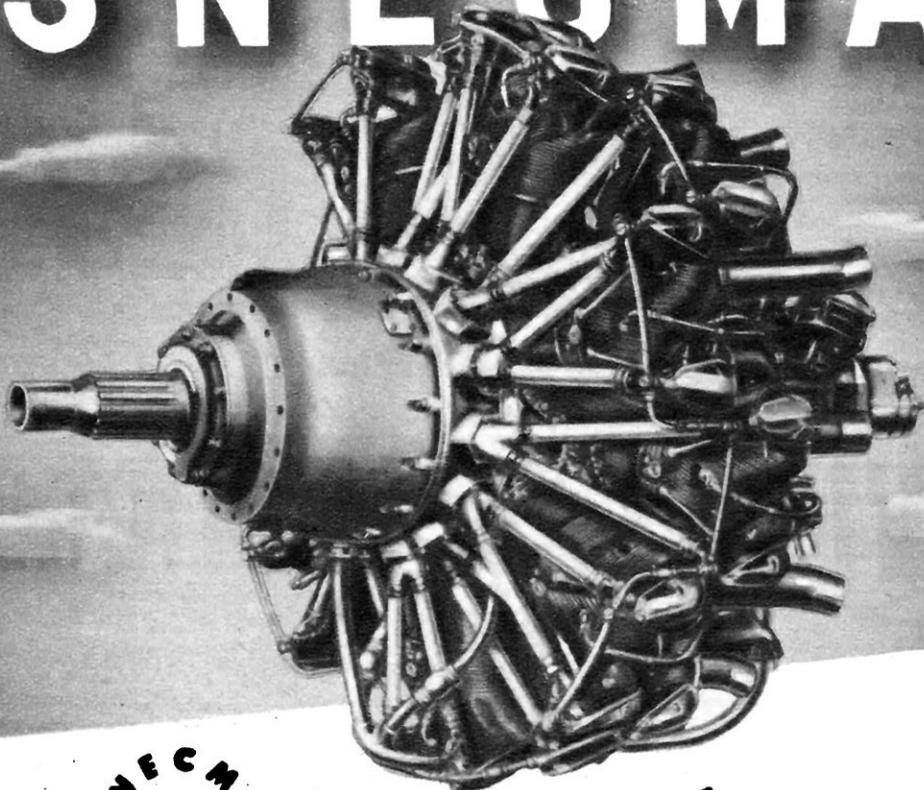


DET DANSKE LUFTFARTSELSKAB

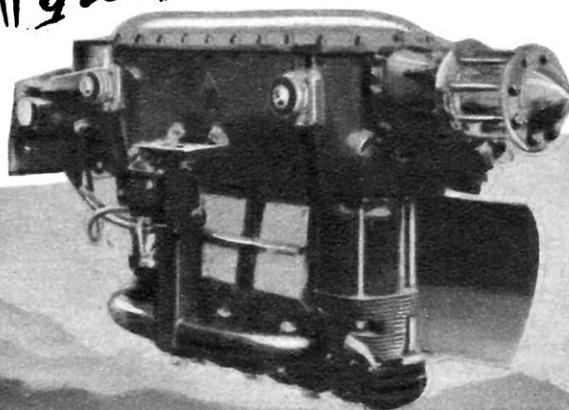
**LIGNES AÉRIENNES DANOISES**

Agent Général : Air France

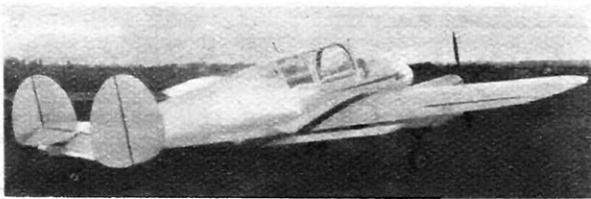
# SNECMA



*La gamme  
la plus complète  
de groupes motopropulseurs*



**SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉTUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION**  
150, Bd Haussmann, Paris-8<sup>e</sup> — Téléphone : Carnot 33-94 - Adr. télégraphique ; Motavia-Paris  
Bureau de vente en France pour l'Étranger : OFEMA, 4, rue Galilée — Paris-16<sup>e</sup>  
SALON DE L'AÉRONAUTIQUE : **STAND 38**



**AVION ATALANTE**  
Type **MILES " GEMINI "**  
Bimoteur, quatre places pour liaisons  
industrielles, commerciales, sani-  
taires, et transport à la demande.

**AVION ATALANTE**  
Type **MILES " AEROVAN "**  
Bimoteur, cargo léger une tonne  
ou transport de dix passagers.



**LICENCE EXCLUSIVE DE FABRICATION EN FRANCE DES  
TYPES " AEROVAN ", " GEMINI " & " MESSENGER "**

de la **MILES AIRCRAFT Ltd**

SALON DE L'AVIATION - Grande Nef - Stand 29 et Salle M-N° 12

# AVIONS ATALANTE

110, Rue Michel-Ange - PARIS (XVI<sup>e</sup>) - AUTEUIL 59-58

POUR L'AVIATION LÉGÈRE



A PAS VARIABLE AUTOMATIQUE

SANS COMMANDE

MONTROUGE - CHATENAY (Seine) - FIGEAC (Lot)  
ALGER - CASABLANCA - GENÈVE

*Le carburateur des conquérants de l'espace*



CARBURATEUR  
**ZENITH**  
**STROMBERG**

---

**SOCIÉTÉ DU CARBURATEUR ZÉNITH** (Anonyme, Capital 4.900.000)  
26, rue de Villiers, LEVALLOIS-PERRET (Seine)  
39-51, Chemin Feuillat, LYON (Rhône)

---

*Salon de l'Aéronautique : 1<sup>er</sup> étage, balcon E, stand n° 25*



30 ft. EXPERIMENTAL AIRBORNE LIFEBOAT

AIR SEA RESCUE CRAFT



40 ft. SEAPLANE TENDER



73 ft. AIR-SEA RESCUE LAUNCH

**VOSPER**  
PORTSMOUTH

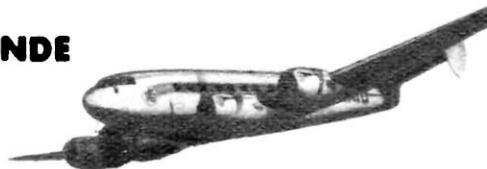
**MOTEURS  
HELICES**



**AVIONS  
MARCEL BLOCH**

# AIR FRANCE

## RAYONNE A NOUVEAU SUR LE MONDE



**AIR FRANCE** accroît méthodiquement ses lignes métropolitaines internationales et intercontinentales. - Son réseau de 72 lignes d'une longueur totale de 150.000 kilomètres couvre aujourd'hui 4 continents et dessert dans les conditions les meilleures de confort et de rapidité 130 centres importants de l'Union Française et de 30 Pays étrangers.

AUX RELATIONS AÉRIENNES DE LA FRANCE AVEC L'AFRIQUE DU NORD ET LES PRINCIPALES CAPITALES D'EUROPE, AUX TROIS VOIES MAÎTRESSES D'AVANT-GUERRE :

PARIS *la ligne Noguès* SAIGON

PARIS *la ligne Mermoz* BUENOS-AIRES

PARIS *la ligne Dagnaux* TANANARIVE

SE SONT DÉJÀ AJOUTÉES QUATRE NOUVELLES GRANDES LIGNES

PARIS *le Ruban Etoilé* NEW-YORK

PARIS *le Trait d'Argent* DAKAR

PARIS *la Flèche d'Ebène* BRAZZAVILLE

PARIS *le Pont d'Azur* LE CAIRE

DES PILOTES, DES RADIOS  
ET DES TECHNICIENS D'ÉLITE  
DES COMMISSAIRES DE  
BORD DES HÔTESSES ET DES  
STEWARDS SÉLECTIONNÉS  
VENIENT AU BIEN ÊTRE DES  
PASSAGERS A BORD DE SES  
APPAREILS ET LEUR ASSU-  
RENT UN SERVICE DE QUA-  
LITÉ DANS UNE ATMOSPHÈRE  
DE HAUTE COURTOISIE

GRACE A LA FAVEUR DU PUBLIC, JUSTIFIÉE PAR UNE ORGANISATION TOUJOURS EN PROGRÈS,  
**AIR FRANCE** CONNAIT UN DÉVELOPPEMENT PRODIGIEUX.

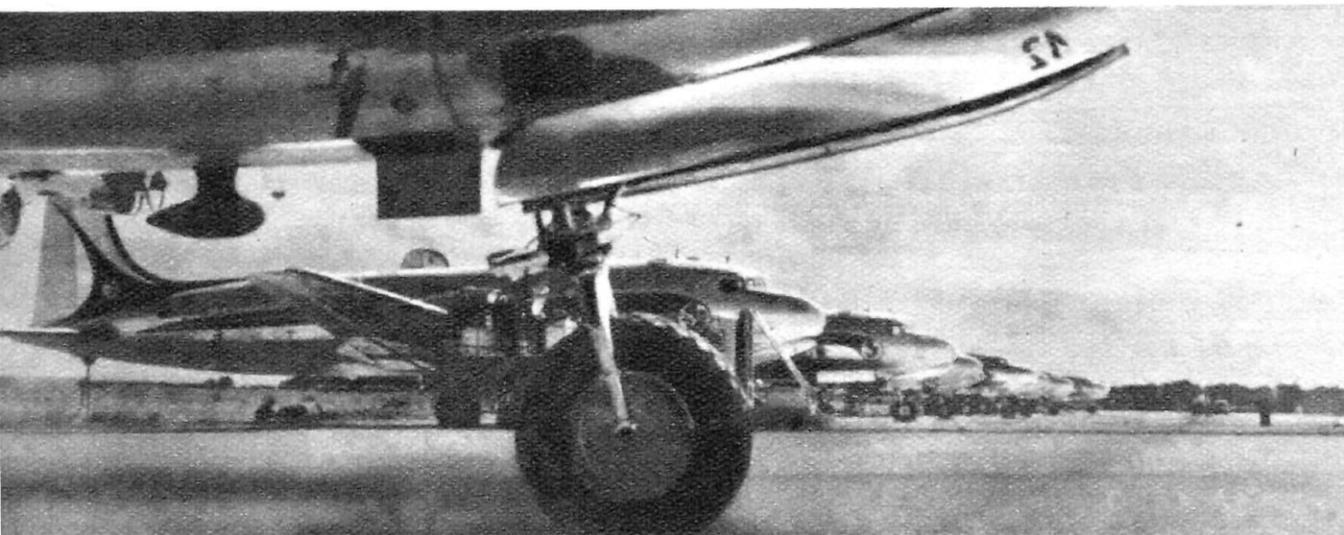
EN 1938 : 100.000 PASSAGERS ONT PARCOURU 66.000.000 DE KILOMÈTRES.

EN 1945 : 120.000 PASSAGERS ONT PARCOURU 116.000.000 DE KILOMÈTRES.

EN 1946 : 300.000 PASSAGERS AURONT PARCOURU 400.000.000 DE KILOMÈTRES.

**ACTUELLEMENT, TOUTES LES 52 MINUTES  
JOUR ET NUIT, UN TOUR DU MONDE PASSAGER**

VISITEZ LE STAND AIR FRANCE AU SALON DE L'AÉRONAUTIQUE 15 NOVEMBRE - 1<sup>er</sup> DÉCEMBRE 1946



# AIR FRANCE

RÉSEAU AÉRIEN MONDIAL  
2, RUE MARBEUF PARIS-VIII<sup>e</sup>

# AVIATION 1946

---

## SOMMAIRE

	Pages
★ L'AVIATION FRANÇAISE.. .. .	3
★ L'AÉRODYNAMIQUE DES GRANDES VITESSES .. .. .	11
★ MOTOPROPULSEURS ET TURBORÉACTEURS .. .. .	21
★ L'AVIATION DE TRANSPORT .. .. .	35
★ L'AVIATION PRIVÉE .. .. .	50
★ BOMBARDEMENT STRATÉGIQUE.. .. .	69
★ AVIATION TACTIQUE. .. .. .	83
★ AVIATION DE DÉFENSE. .. .. .	100
★ L'AVION SANS PILOTE .. .. .	106
★ LIGNES ET AÉROPORTS.. .. .	117

*Cet ouvrage a été réalisé par « SCIENCE ET VIE »  
avec la collaboration de CAMILLE ROUGERON*

---

**SCIENCE ET VIE** 5, rue de La Baume, PARIS (8<sup>e</sup>)

---

## AVIATION 1946

**L'**AVIATION n'a plus besoin de propagande. Le public le moins averti lui fait le plus large crédit quant à son développement vers des performances toujours plus sensationnelles. Au moment où de profonds bouleversements commencent à se manifester dans tous les domaines de la technique aéronautique, et ouvrent des perspectives quasi-illimitées de développements inédits, il a paru nécessaire de dresser le bilan des réalisations récentes et de préciser pour le grand public, les raisons techniques profondes qui vont commander l'évolution constructive de ces prochaines années et ses répercussions probables dans les différents domaines d'utilisations, civil et militaire. Tel est le but du numéro que *SCIENCE ET VIE* présente aujourd'hui.



On y trouvera exposée, dans ses grandes lignes, l'évolution récente des idées en matière d'aérodynamique d'une part, commandée par le passage des vitesses subsoniques aux vitesses transsoniques et supersoniques, en matière de moteur d'autre part, domaine entièrement renoué par l'avènement de la turbine à gaz, du turboréacteur et de la fusée. Les chapitres qui suivent passent en revue, à la lumière de ces derniers progrès, les multiples domaines d'application de la technique aéronautique, de l'avion privé à l'avion cargo et au transatlantique, du bombardier lourd à l'avion d'assaut à réaction, au chasseur-fusée et à la bombe volante télécommandée, et soulignent enfin les problèmes spéciaux à la politique des lignes aériennes commerciales et à l'équipement des aérodromes.



S.N.C.A. S.E. - 2000



S. N. C. A. S. O. - 6000

# LES RÉALISATIONS FRANÇAISES

**L**a participation de l'industrie aéronautique nationale au Salon de l'Aviation de 1946, le premier depuis 1938, prouve que la France est décidée à reprendre la place qu'elle occupait naguère en aviation. Le « navigare necesse est... » est plus vrai encore dans les airs que sur mer. Même si les résultats n'en apparaissent pas immédiatement, il ne nous est pas permis de relâcher notre effort ; l'aviation civile comme l'aviation militaire ne sont pas de ces branches de son activité auxquelles un grand pays peut renoncer sans signer sa déchéance.

En examinant les réalisations aéronautiques françaises depuis la Libération du territoire, il faut se garder d'une sévérité qu'on ne songe point à apporter quand on apprécie notre redressement dans d'autres branches, et dont les autres grands pays victorieux se dispensent aussi bien quand ils jugent leurs productions.

Notre industrie a commencé depuis pres d'un an la construction, en série de 100, d'un quadrimoteur, le « Languedoc » 161, qui constitue dès maintenant une part importante du parc de matériel d'Air-France, et qui peut assurer toutes les liaisons autres que transatlantiques. Elle vient d'entreprendre la production de série d'un bimoteur, le SO-30-R, qui est de la classe des plus récents avions américains, et qui équipera les nombreuses lignes auxquelles convient cette formule. Quelle branche française de l'industrie des transports peut faire état de réalisations analogues ? Nous voyons bien sortir, à une cadence dix fois plus faible qu'en 1938, des voitures qui satisfaisaient la clientèle des années 1935 ; mais où sont les voitures légères étudiées pendant l'occupation et dont on nous annonçait la production fin 1944 ? Notre industrie de la construction navale a été, dans l'ensemble, plus touchée que celles de l'automobile et de l'aviation, mais certains chantiers n'en sont pas moins restés presque intacts. Combien ont-ils donc produit, depuis plus de deux ans qu'ils sont à même de réparer les gros dégâts de notre marine marchande, de ces navires qui nous font si cruellement défaut ? Serait-il donc devenu plus difficile de construire le cargo livre naguère un an après commande qu'un avion de transport dont on doit successivement étudier le prototype, le mettre au point, et préparer l'outillage de série avant que le premier appareil puisse être sorti ?

À la Libération, l'industrie aéronautique française construisait au ralenti quelques

avions d'entraînement et Junkers-52. Au même moment, les industries aéronautiques britannique et soviétique sortaient par mois quelques milliers d'appareils de hautes performances à moteurs de grande puissance.

En Grande-Bretagne, du moins, les problèmes de la reconversion n'avaient pas été négligés. Dès 1943, à la suite d'une campagne sur le danger de la production exclusive d'avions militaires pendant que l'industrie américaine portait également ses efforts sur l'aviation de transport, des moyens furent mis à la disposition des constructeurs britanniques pour leur permettre d'étudier sans plus tarder l'adaptation de leurs bombardiers lourds, ainsi que de nouveaux prototypes. Aujourd'hui la Grande-Bretagne est obligée, comme la France, de faire appel à des avions américains pour ses lignes transatlantiques, et elle n'a même pas eu la satisfaction de pouvoir équiper ses autres lignes, au cours de l'année 1946, avec des quadrimoteurs nationaux de la classe du « Languedoc » 161.

Il n'est pas question de nier l'avance américaine en aviation de transport ; elle était incontestée dès 1939 et s'est accentuée depuis. Mais il serait injuste de conclure de cette position prééminente des Etats-Unis à un retard général de l'aviation française.

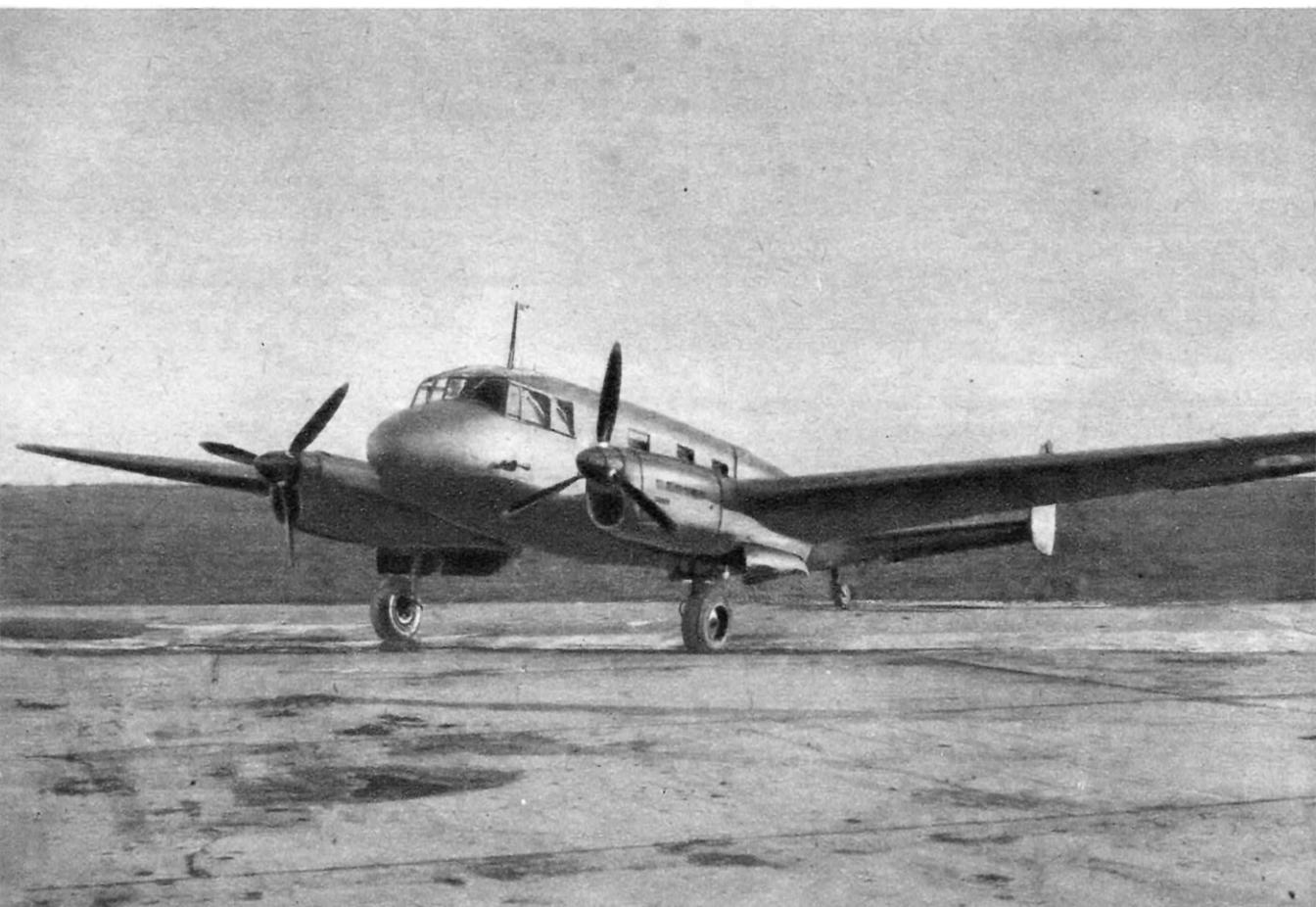
## LES AVIONS

Dans la branche des gros avions de transport, la Société Nationale de Construction Aéronautiques du Sud-Est (SNCA-SE) présente le « Languedoc » 161, quadrimoteur de 22 t pour distances moyennes, premier appareil de transport de gros tonnage construit en série en France depuis la Libération. Deux appareils de très gros tonnage sont construits par la même société, le SE-200, hydravion hexamoteur de 72 t qui répond à un programme d'avant 1939, le SE-2010, quadrimoteur de 70 t à moteurs de 3500 ch, qui emmène de 60 à 160 passagers, selon la distance (1000 à 4000 km) et sera notre avion de transport transatlantique de demain. Un quadrimoteur stratosphérique à missions multiples (relevés photographiques...) complète la série des gros appareils. L'aviation légère est représentée par le SE-2100, une aile volante expérimentale, le SE-2300 et le SE-2310, bi-triplaces à train classique et à train tricycle, le SE-700, autogyre triplace. La branche hélicoptère comporte un SE-3000 étudié en collaboration avec les techniciens de Focke-Wulf.



↑ SO-30 R — Bimoteur rapide pour 30 passagers sur 2 000 km ou 16 en couchette sur 3 000 km.

↓ NC-702 « MARTINET » — Version du Siebel pour 7 passagers, destiné aux lignes d'appoint.





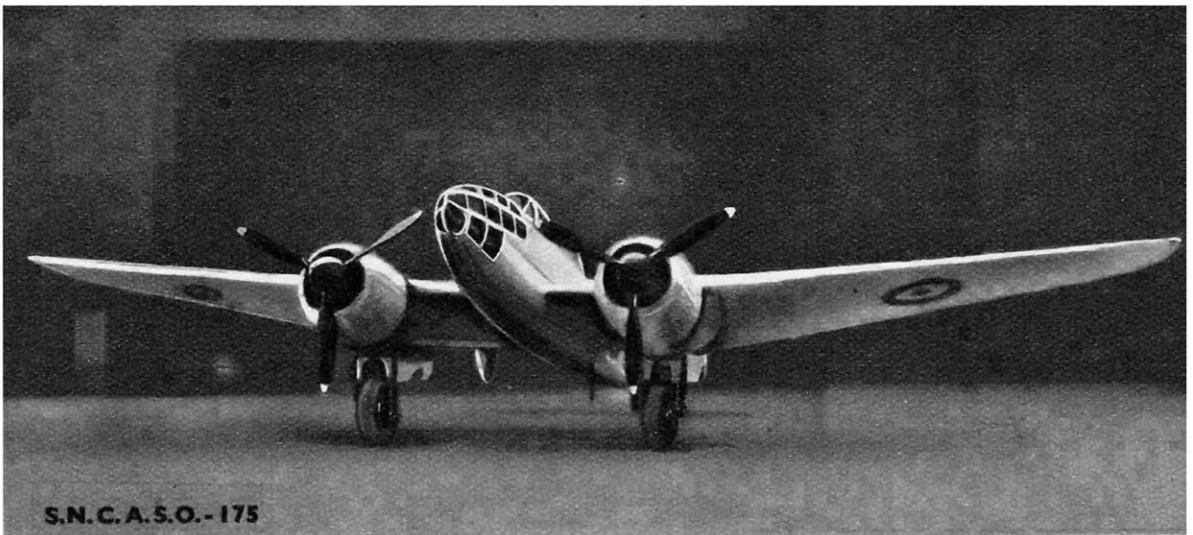
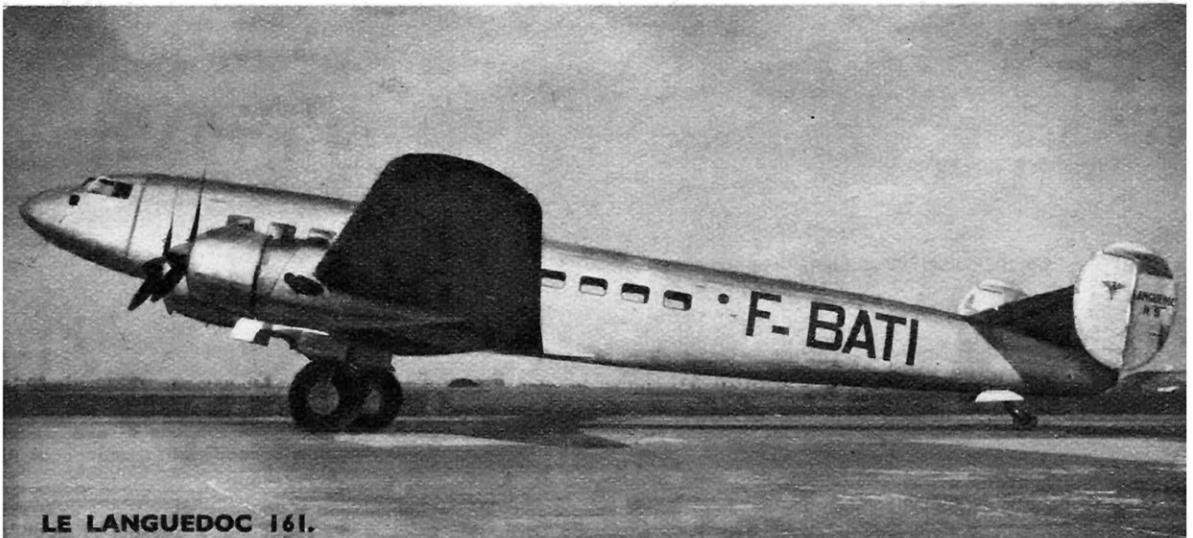
SO-93 — Version à train tricycle du SO-90, bimoteur rapide destiné au service postal. ⬆  
NC-3021 « BELPHEGOR » — Monomoteur stratosphérique expérimental à cabine étanche. ⬇



Avec le SO-30 R, la SNCA du Sud-Ouest présente un bimoteur de transport rapide à cabine étanche, pour 30 passagers, actuellement conçu en série de 30. Toute une série de bimoteurs postaux ou de transport léger dérive du SO-90 étudié pendant l'occupation, le SO-93, qui est la version à train tricycle ; le SO-94, commandé à 75 exemplaires ; le SO-95, commandé à 50 exemplaires ; les SO-94 M et SO-95 M, destinés à l'entraînement de l'aviation navale. Le SO-7010, bimoteur, avion de grand tourisme et taxi aérien, transportera 6 passagers sur 1500 km. Le rayon des avions militaires comprend deux chasseurs à réaction, les SO-6020 et SO-6020 M (version pour porte-avions), dérivés de l'avion expérimental SO-6000 ; deux chasseurs avec moteur à explosion, à long rayon d'action, les SO-8000 et SO-8000 M de 1700-1800 ch ; un bombardier à réaction, le SO-4000, mû par deux turboreacteurs Rolls-Royce.

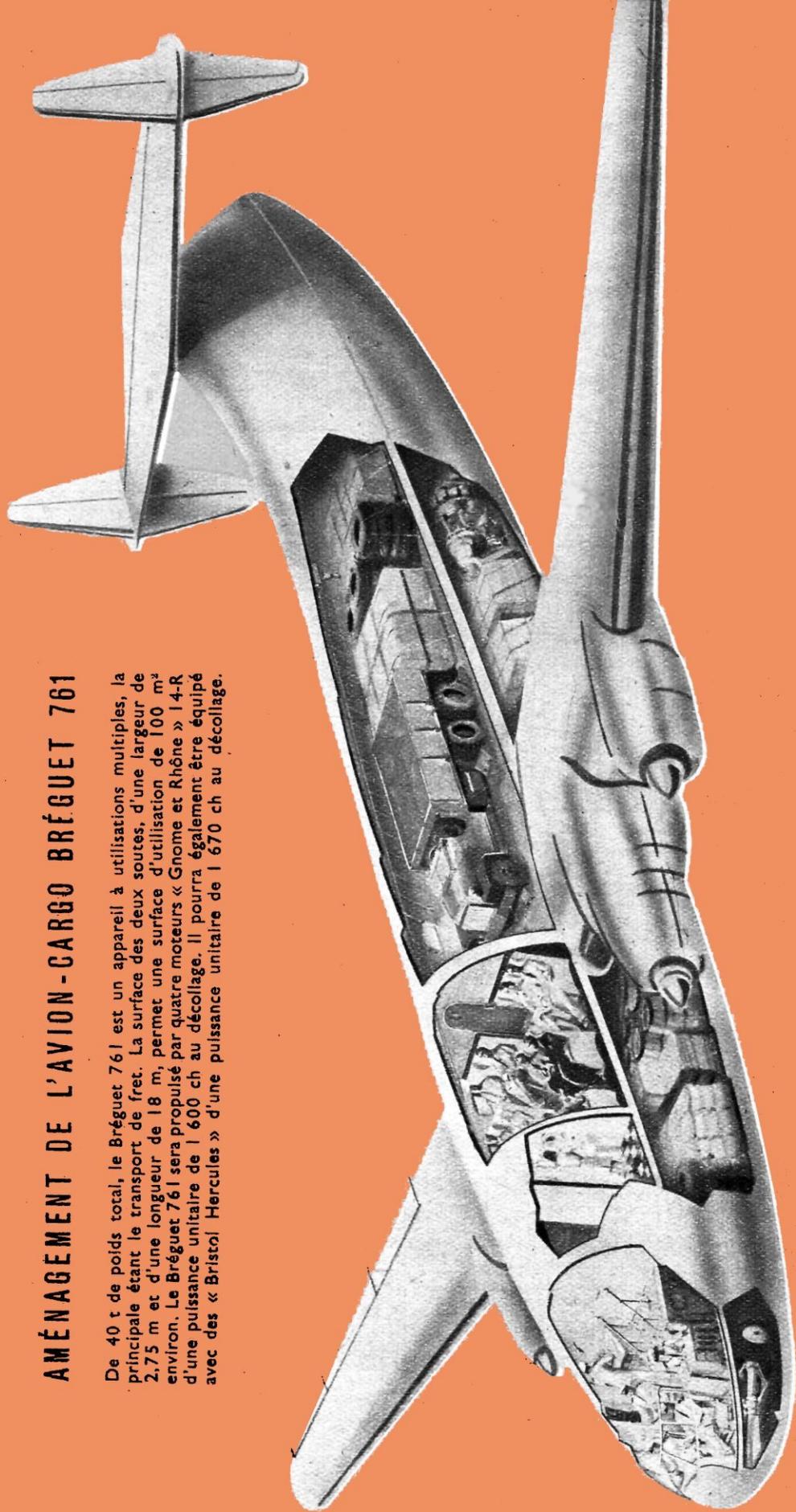
En avions légers, la SNCA du Centre (Aérocentre) construit en série, depuis la Libération, les bimoteurs pour 8 passagers NC-701 et NC-702, dérivés du Siebel Se 204 D. Elle étudie, comme appareil postal ou de transport léger, pour 6 passagers, les NC-800, 810 et 820 à hélice propulsive. Dans le domaine des gros avions de transport, elle construit le NC-211, avion-cargo quadrimoteur de 41 t. Enfin, le NC-3021 « Belphegor » est un gros avion expérimental d'altitude.

Plus encore que la SNCAC, la SNCA du Nord (Aéronord) s'est spécialisée dans les appareils légers pour l'aviation civile. Elle achève une très importante série de biplaces biplans Stampe SV-4 ; elle construit également en série deux quadriplaces dérivés du Messerschmitt Me-108 « Taifun » et de sa version à train tricycle le Me-208, le Nord 1002, appareil de liaison pour l'Armée de l'Air, et le Nord 1100. Avec le Nord-1201, com-



## AMÉNAGEMENT DE L'AVION-CARGO BRÉGUET 761

De 40 t de poids total, le Bréguet 761 est un appareil à utilisations multiples, la principale étant le transport de fret. La surface des deux soutes, d'une largeur de 2,75 m et d'une longueur de 18 m, permet une surface d'utilisation de 100 m<sup>2</sup> environ. Le Bréguet 761 sera propulsé par quatre moteurs « Gnome et Rhône » 14-R d'une puissance unitaire de 1 600 ch au décollage. Il pourra également être équipé avec des « Bristol Hercules » d'une puissance unitaire de 1 670 ch au décollage.



# AVIATION PRIVÉE FRANÇAISE

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	NOMBRE DE PLACES	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS EN CHARGE (kg)	MOTEURS	PUISANCE (ch)	VITESSE DE CROISIÈRE (km/h)	VITESSE D'ATTERRISSAGE (km/h)	RAYON D'ACTION (km)	OBSERVATIONS
<b>ATALANTE</b>	GB-10	2	8,63	6,80	580	Régnier 4 D-2	70	170	65	700	
<b>AUBERT</b>	P. A.-201 « Cigale » P. A.-204 « Cigale Major »	2 4	9,50 9,50	7,15 7,15	710 1 000	Mathis G 4 r Renault	100 140	190 230	55 60	1 100 1 000	double commande
<b>CARMIER</b>	10	1	8	5	410	Train	40	144	55	520	
<b>QUERCHAIS ROCHE</b>	T-35 T-30	2 2	9,30 10,50	7,25 7,95	800 820	Renault Bengali Ford V-8	140 90	220 170	60 70	1 100 580	double commande
<b>LINDRE-36FFORT</b>	L.B.20 « Elytropolan »	2	9,40	4,10	700	Régnier	90	180	60	1 000	hélice propulsive
<b>LEOPOLD OFF</b>	L. 6	2	6,90	6,10	550	Régnier	75	150	45	650	biplan
<b>MATRA</b>						2 Mathis	350				bimoteur, bipoutre
<b>MAUBOUSSIN</b>	M. 128	2	11,75	7	620	Mathis G-4 R	95	165		620	
<b>MAX HOLSTE</b>	M. H. 52 M. H. 60	2 4-5	9,76	7,28	870	Renault 2 Potez 4-D	140 280	200 250	75	600 1 400	
<b>MORANE</b>	M. S. 560 M. S. 570 M. S. 571 M. S. 660	1 2 3 1	8,55 10,47 10,47 7,20	7,23 8,50 8,63 5,60	585 864 1 016 360	Train 6 D-01 Renault 4-PEI Renault 4-PEI Train 4 E-01	140 140 140 50	208 235 230 127	73 80 80 70	1 000 1 000 1 000 500	égalemont avion postal montage par l'acheteur biplan
<b>POURRAZ</b>	Club JP-01	1	5,60	5		Régnier	70				
<b>S. C. A. N.</b>	20	4	15	11,98	2 500	Béarn ou Gipsy	350	200		1 000	hydravion
<b>S. E. C. A. N.</b>	Suc 10 « Courlis »	4	11,50	8,81	1 400	Mathis 8 c ou Renault 6	200 ou 220	230		1000 ou 1400	hélice propulsive
	LD-45	1	5,86	4,80	250	Train	40	140	60	400	
	RG-60	1	5	4,95	285	Train	40 ou 50	175	45	500	biplan
	RG-75	2	10	7	500	Régnier 4 D-2	70	170	50	800	
	S-4	2	9	5,50	550	Train	75	140	50	500	
<b>S. N. C. A. C.</b>	N. C. 830 N. C. 840		11,20 11,20	7,23 7,23	1 040 650	Régnier Renault Bengali	98 140	190		700	existe en 3 versions
	A. L. 06	2	10,40	7	1 580	Régnier	70	180	60	600	hélice propuls. bipoutre
	Nord 1101 « Noralfa » Nord 1200 « Norécritin »	4 3	11,50 10,20	8,75 6,85	875 875	Renault 6 Q-10 Renault	220 140	270 230	100	1 200	
<b>S. N. C. A. N.</b>	SV 4 B « Stampe »	2	8,40	6,56	750	Renault 4 PEI ou Gipsy	140	170		510	biplan
	SE-2 100		9,89	4,92	800	Renault Bengali	140	200	90	500	sans queue, hélice prop.
	SE-2 300	3	10,20	7,18	900	Renault Bengali	140	200	75	800	
<b>S. N. C. A. S. E.</b>	SE-2 310	3	9,20	7,40	1 084	Renault Bengali	140	200	75	900	
<b>S. N. C. A. S. O.</b>	SO-3 050	2	10,20	7,04	800	Renault	140	215	80	750	
	AS-57	2	8,80	6,45	600	Régnier	75	185	50	800	existe en 3 versions
<b>STARCK</b>	AS-70	1	7,40	5,35	310	AS. 70 JAC	60	185	45	370	existe en 2 versions

# AVIONS DE TRANSPORT — FRANCE

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	ENVERG. (m)	LONG. (m)	NOMBRE DE PASSAGERS	VOLUME DES SOUTES (m <sup>3</sup> )	CHARGE PAYANTE (kg)	POIDS TOTAL (kgf)	MOTEURS	PUISS. (ch)	VITESSE DE CROISIÈRE (km/h)	PLAFOND DE CROISIÈRE (m)	RAYON D'ACTION (km)	OBSERVATIONS
<b>BREGUET</b>	761	41,00	28,70	78	184	11 580	38 000	4 G. et Rhône 14-R de 1 600 ch	6 100	365	3 000	4 800	Version fret Version passagers Version mixte
	870			80	30	12 242	90 000	6 Arsenal H-24 de 3 000 ch	18 000	650	11 000		
<b>CAUDRON</b>	« Godland » 449	17,55	13,30	6		1 010	3 700	2 Renault 6 Q-20 et 21 de 300 ch	600	270	5 600	1 100	Transport léger
	631	57,43		40	86	8 250	72 000	6 Wright Cyclone 14 de 1 600 ch	9 600	350		6 000	Hydravion long courrier
<b>S.N.C.A. CENTRE</b>	NC-210	54	34,25		201	28 300	57 000	4-G. et Rhône 18-R de 2 150 ch	8 600	325		2 000	Fret
	NC-211	44	30,60		126	15 600	40 900	4-G. et Rhône 14-R de 1 500 ch	6 360	290	3 000	1 000	Fret
	NC-702	21,28	12	8-10		2 235	5 500	2 Renault 12-S-00 de 450 ch	900	325		1 700	Dérivé du Siebel Si-204
	NC-800	12,75	9,88	4		390	2 500	2 Renault 6-Q-21 de 300 ch	600	365	7 900	900	
	NC-810	12,75		6		570	2 930	2 Renault 6-Q-21 de 300 ch	600	330	7 500	1 500	
<b>S. N. C. A. SUD-EST</b>	NC-820	15	12,85			800	3 250	2 Renault 6-Q de 300 ch	600	275	7 000	1 250	Avion postal
	SE-200	52,20	40,15	82	74,450		72 000	6 G. et Rhône 14 R de 1 600 ch	9 600	305	2 500	6 060	Hydravion
	SE-1 000	31	20		20	1 130	25 000	4 G. et Rhône 14-R de 1 600 ch	6 400	480	10 000	7 000	Avion postal
	SE-2 010	48	39,60	160		7 360	62 335	4 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 250 ch	13 000	420	3 000	1 000	
	« Languedoc » 161	29,39	24,26	24	10	3 970	20 500	4 G. et Rhône 14-N de 1 000 ch	4 000	350	3 000	1 500	Long-courrier
<b>S. N. C. A. SUD-OUEST</b>	SO-30-N	24	18	21		4 600	12 700	2 G. et Rhône 14-N de 1 000 ch	2 000	410	6 000	2 000	
	SO-30-R « Bellatrix »	25,61	18,43	30	12,5	4 500	16 400	2 G. et Rhône 14 R de 1 600 ch	3 200	440		2 000	
	SO-80	16	12		12	1 200	4 900	2 Béarn 6-D-03 de 325 ch	650	360	2 600	1 200	
	SO-93	16	12			1 200	5 160	2 Renault 12-S-00 de 600 ch	1 200	385	1 500	1 200	Avion postal
	SO-94	16,2	12,35	10		2 000	6 200	2 Renault 12-S-00 de 600 ch	1 200	370	1 500	1 200	Avion postal
	SO-85					1 500	5 600	2 Renault 12-S-00 de 600 ch	1 200	390		1 200	Avion postal
	SO-7 010	14,7	11			800	2 600	2 Mathus G-8-R de 200 ch	400	300	5 000	800	Il existe une version à 6 passagers

mencent les avions légers étudiés par la SNCAN elle-même ; il a été choisi après concours comme bi-triplane à construire en grande série. Dans le domaine des avions militaires, il faut signaler le Nord 1400, un hydravion d'exploration bimoteur à deux moteurs Gnome et Rhône 14 R de 1 600 ch ; le Nord 1500, un bimoteur torpilleur et de bombardement en piqué ; le Nord 1600, un biplan expérimental mû par deux turboréacteurs « Derwent ».

L'Arsenal, sous la direction de l'ingénieur général Vernisse, a sorti le VB-10, bimoteur de chasse en tandem.

Parmi les constructeurs privés, Morane continue l'importante série de ses MS-500, dérivés du Fieseler Fi-156 « Storch », et la non moins importante série de ses appareils d'entraînement à la chasse MS-470 et MS-472. Il a également réalisé le MS-560, avion de tourisme monoplace, les MS-570 et 571 bi-triplaces de tourisme et d'école, et enfin le MS-660 monoplace pour amateurs, livré en pièces détachées.

Bréguet, qui continue la livraison à la Marine d'un hydravion d'exploration étudié en 1939, construit, d'autre part, un avion-cargo de 38 t, le Bréguet 761, l'avion expérimental Leduc à tuyères thermopropulsives et étudie un gros hexamoteur de 90 t. Signalons également le gyroplane Bréguet type 11 E, à deux rotors tripales, prévu pour 2 passagers et 1 pilote.

Un grand nombre de constructeurs, dont la plupart sont mentionnés dans le tableau de la page 8, se sont signalés par des modèles nouveaux d'avions privés.

Signalons enfin, en dehors de la production en France des appareils mentionnés précédemment, dérivés de modèles allemands et belges, et qui est un legs de l'occupation, que certains constructeurs français vont débiter incessamment par celle de quelques appareils britanniques réputés, les Miles « Aerovan », « Messenger » et « Gemini », dont la licence a été acquise par la Société des avions Atalante, et le Bristol « Freighter », que doit sortir Bréguet.

## LES MOTEURS

En 1939, la situation de l'industrie française des moteurs était plus grave que celle des cellules. Dans la marche continue vers les grandes puissances, nous marquons le pas depuis plusieurs années. Nous n'avions encore rien à opposer aux moteurs de 1 500 à 1 600 ch qui entraient en service, avec des cylindrées inférieures à celles dont nous tirions moins de 1 000 ch.

Malgré les études poursuivies dans la clandestinité, notre situation relative s'était encore aggravée à la Libération. Les progrès du moteur à explosions n'ont pas cessé. Les 36 litres, dont nous tirions moins de 1 000 ch en 1939 et que nous visions à porter à 1 200 ou 1 500 ch, donnent près de 2 500 ch sur un Rolls-Royce « Griffon ». Les moteurs à refroidissement

direct en étoiles multiples portent aujourd'hui à plus de 3 500 ch la puissance qu'on peut demander à un seul vilebrequin.

En un sens, les progrès de la réaction simplifiaient notre nouveau départ vers la classe internationale dans le domaine du moteur. Si ces moteurs de 2 500 à 3 500 ch devaient rapidement céder la place à des turbo-propulseurs de même puissance et à des turboréacteurs de puissance double ou triple, nous nous trouverions sensiblement au même point que nos concurrents.

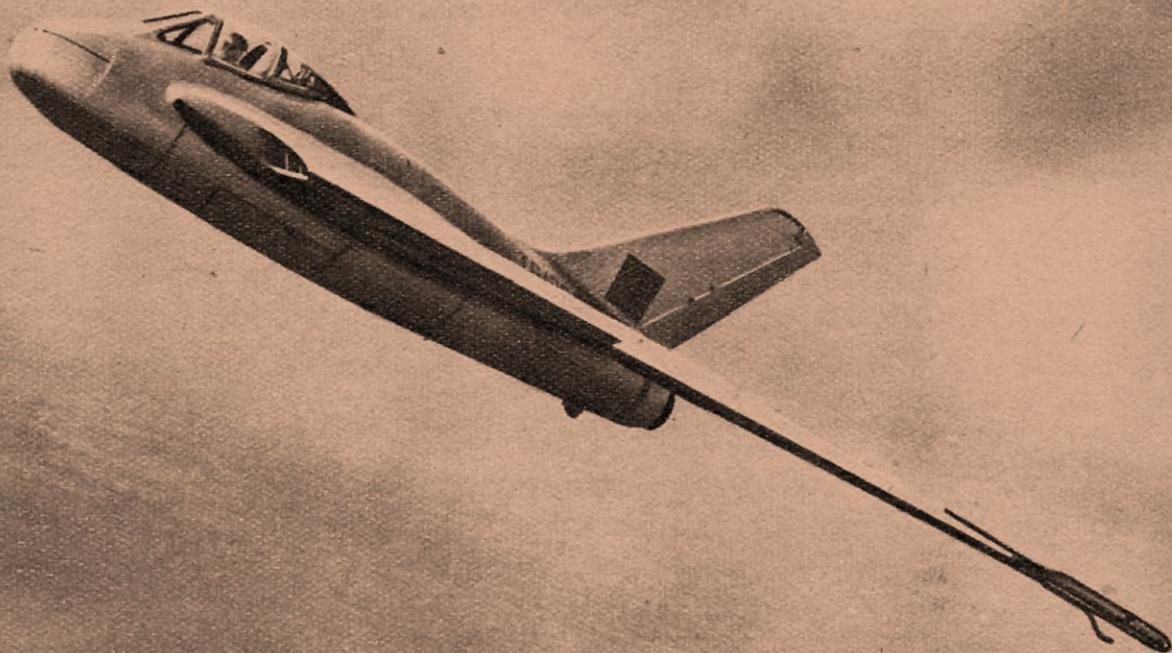
Fallait-il concentrer tous nos efforts sur les études de turbines à combustion en nous contentant, pour nos besoins actuels, des moteurs à explosions déjà au point, ou poursuivre à tout prix les travaux destinés à porter en quelques années la production française des moteurs d'avions de type classique au niveau des réalisations étrangères ? C'est cette seconde solution qui a prévalu. La disparition du moteur à explosions, même pour les grandes puissances, n'est pas immédiate ; il doit conserver longtemps encore sa place en aviation de transport ; il n'est même pas question de le remplacer en aviation privée.

La SNECMA (Société Nationale d'Etudes et de construction de moteurs d'avions) qui groupe, autour de l'ancienne usine Gnome et Rhône du boulevard Kellermann, six autres usines, est actuellement de beaucoup le plus important de nos constructeurs de moteurs. Son programme de fabrications comporte, dans les grandes puissances, le moteur Gnome et Rhône 14-R, qui donne actuellement 1 600 ch ; dans les moyennes puissances, le Renault 125 (Argus 410) ; dans les petites puissances les Renault 4-PEI de 140 ch et 6-Q de 220 ch, que l'on compte remplacer bientôt par des moteurs Régnier de puissance équivalente. Le programme d'études comporte essentiellement un moteur de 36 cylindres en 4 étoiles, dont on attend 4 000 ch.

L'Arsenal, utilisant des pièces de Junkers « Jumo » disponibles en grande quantité à la Libération, a, d'autre part, mis au point un moteur à 24 cylindres en H qui doit donner également 4 000 ch.

Hispano-Suiza poursuit la mise au point du 12-Z et du 24 cylindres en H de même cylindrée unitaire. Mais, pour être assuré de résultats immédiats, il a acquis la licence française des Rolls-Royce « Merlin » et de l'ensemble des turbo-réacteurs et turbo-propulseurs (« Derwent », « Nene »...) du même constructeur.

Dans le domaine du petit moteur, un gros effort a été fait par Mathis avec le G-2-F de 40 ch, le G-4-F de 75 ch, le G-4-r de 100 ch, le G-7 de 135 ch et le G-7-r de 175 ch, le G-8 de 150 ch et le G-8-r de 200 ch ; le même constructeur a également produit deux 14 cylindres de 350 et 500 ch, le G-14-r et le G-14-s et étudie un 42 cylindres de très grande puissance. Régnier produit une gamme de trois moteurs à 4 cylindres, le 4-JO de 75 ch, le 4-KO de 100 ch, le 4-LO de 150 ch ; Train un 4 cylindres de 50 ch et un 6 cylindres de 75 ch.



DE HAVILLAND  
DH-108 « Swallow »

# L'AÉRODYNAMIQUE DES GRANDES VITESSES

L'AÉRODYNAMIQUE des grandes vitesses ne date pas de cette guerre, puisqu'il y a des siècles qu'on tirait des boulets à des vitesses « supersoniques ». Mais on ignorait alors aussi bien les lois de l'écoulement théorique en fluide parfait que les corrections à lui apporter en fonction du nombre de Reynolds dans les fluides visqueux, et du nombre de Mach dans les fluides compressibles. Si bien qu'en 1911, Eiffel estimait à 0,176 le coefficient de traînée des sphères, pendant que les mesures de Göttingen, en 1912, donnaient 0,44. On découvrit alors l'existence de deux régimes d'écoulement, ainsi que le rôle de la viscosité et de la compressibilité dans le passage de l'un et l'autre. Quelques années d'études de laboratoire firent plus, pour notre connaissance de l'aérodynamique de la sphère, que des siècles de tir au canon par des balisticiens.

Ce n'est pas davantage de cette guerre que date l'entrée dans le même domaine supersonique ou tout au moins transsonique (on réserve le nom de « transsoniques » aux vitesses comprises entre 0,8 et 1,2 fois la vitesse du son), des projectiles à sustentation et des avions pilotés. On a tiré des flèches, puis des obus empennés, puis des bombes, mais sans connaître véritablement l'aérodynamique des empennages aux vitesses où on les employait. On a mis en piqué des avions, qui se sont trouvés freinés par le « mur de traînée », à moins qu'ils ne se soient brisés en vol, ou que les pilotes aient été incapables de les redresser, bien avant d'avoir élucidé les phénomènes rencontrés.

Il n'est pas douteux que l'aérodynamique des avions aux grandes vitesses a fait, au cours de cette guerre, des progrès équivalents à ceux qu'Eiffel, Prandtl et Lord

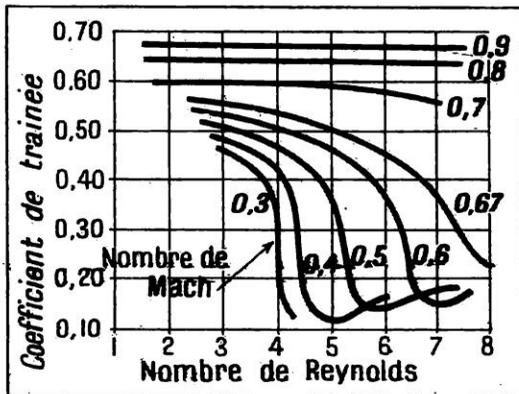


Fig. 1. - TRAÎNÉE DE LA SPHÈRE EN FONCTION DU NOMBRE DE REYNOLDS ET DU NOMBRE DE MACH.

Ce réseau de courbes, gradué en nombre de Mach, donne, en fonction du nombre de Reynolds porté en abscisse, le coefficient de traînée de la sphère, d'après les essais italiens faits à Guidonia. Aux faibles nombres de Mach, l'influence du nombre de Reynolds est prépondérante (courbes très inclinées sur l'axe des abscisses). Aux grands nombres de Mach, l'influence du nombre de Reynolds devient négligeable : à  $M = 0,8$  et  $M = 0,9$ , le coefficient de traînée est rigoureusement constant dans tout le domaine exploré. Ces conclusions sont générales pour des corps de forme quelconque. Dans le cas de la sphère, l'onde de choc apparaît pour  $M = 0,8$ , mais on voit que les phénomènes soniques, représentés par l'influence du nombre de Mach sur la traînée, sont déjà très sensibles pour la valeur  $M = 0,5$ .

Rayleigh imprimaient à l'aérodynamique de la sphère à la veille de 1914. Malheureusement pour leur exposé, ces progrès ont surtout servi à améliorer la vitesse des avions à réaction et des avions-fusées, ou la portée des V-2. Aussi sont-ils restés cachés autant qu'on le pouvait et le restent-ils encore en grande partie. Le comportement de la couche limite aux vitesses soniques est un secret militaire au même titre que la désintégration atomique et les temps ne sont pas encore jugés convenables à sa divulgation. Il faut donc s'en tenir, sur bien des points, aux résultats obtenus en Allemagne et publiés par les Alliés qui les ont saisis.

L'aérodynamique des vitesses entre 500 et 600 km/h, où l'on se tenait en 1939, était celle du fluide « visqueux » ; entre 800 et 1 000 km/h, elle devient celle du fluide « compressible ».

Le fluide parfait, sans viscosité, ni compressibilité, est une vue de l'esprit. Tous les fluides réels sont visqueux et compressibles. Mais la considération de ce fluide idéal n'en suffit pas moins pour calculer avec assez d'exactitude pressions et vitesses dans toute la zone perturbée par la présence d'un corps en mouvement, sauf au voisinage immédiat de ce corps. La zone où intervient la viscosité est la « couche limite » et le sillage qui la prolonge. Dans le cas le plus simple,

celui d'une plaque plane infiniment mince, parfaitement polie, animée d'une vitesse parallèle à son plan, l'expérience montre que le fluide ne frotte pas directement sur la paroi. Il est progressivement ralenti à son approche, et, au contact même, les molécules fluides adhèrent à la plaque. Cette pellicule, de quelques dixièmes à quelques millimètres d'épaisseur, joue un rôle capital.

Au voisinage du bord d'attaque de la plaque, la couche limite est d'abord « laminaire », les trajectoires des molécules étant parallèles à la plaque ou très faiblement inclinées sur elle. Après un certain parcours, l'écoulement dans la couche limite devient « turbulent », la vitesse de chaque molécule, tout en restant en moyenne parallèle à la plaque, variant d'une manière désordonnée en grandeur et en direction. Le passage de l'écoulement laminaire à l'écoulement turbulent correspond à une augmentation importante de frottement, d'où l'importance du « point de transition » entre l'un et l'autre.

Sur une aile, où les phénomènes ne sont pas très différents de ceux qu'on observe sur une plaque mince, c'est de l'emplacement du point de transition que dépend la traînée de frottement, très supérieure à la traînée de forme. C'est par son action sur cet emplacement que joue la turbulence de l'atmosphère, très faible en général, ou de la soufflerie, beaucoup plus élevée ; ce n'est pas autrement qu'intervient en général la rugosité de l'aile. Tous ces phénomènes, assez compliqués d'ailleurs, ont été l'objet d'études très poussées depuis une trentaine d'années et sont relativement bien connus.

Des que la vitesse d'ensemble atteint une valeur voisine de la moitié de la vitesse du son, les phénomènes liés à la compressibilité commencent à apparaître ; ils se superposent à ceux qui dépendent de la viscosité et prennent très rapidement une importance prépondérante.

## PROPAGATION D'UNE PERTURBATION

La différence essentielle entre l'écoulement « subsonique » (de vitesse inférieure à celle du son) et l'écoulement « supersonique » (de vitesse supérieure à celle du son) tient à la façon dont une perturbation quelconque se propage autour du corps dans un cas et dans l'autre. Toute perturbation se propage, en effet, dans un fluide à une vitesse qui dépend de la nature et de l'état du fluide, mais pas de la perturbation. Qu'elle soit créée par la vibration d'une corde vocale, ou par le braquage d'un aileron, sa vitesse est la même, c'est la « vitesse du son ». (Le terme de « célérité du son » est quelquefois employé pour marquer qu'il s'agit de la propagation d'un ébranlement, et non pas d'une vitesse de molécule du fluide.)

Si un corps se déplace dans l'air à une vitesse inférieure à celle du son, l'ébranlement qu'il provoque se propage plus vite

que lui, donc aussi bien devant lui que derrière. Si la vitesse du corps est supérieure à celle du son, la propagation ne peut se faire qu'en arrière, plus exactement dans un cône axé sur la vitesse et d'autant plus étroit que celle-ci est plus élevée par rapport à la vitesse du son.

Un exemple montrera clairement les conséquences de cette différence. Sur une aile qui se déplace à une vitesse très inférieure à celle du son, braquons un aileron : l'effet de cette « perturbation » se fera sentir aussi bien en amont (vers le bord d'attaque) qu'en aval. Tout le champ des vitesses et des pressions autour de l'aile s'en trouve modifié ; on transforme en quelque sorte l'aile en une autre à plus forte courbure. Il en résulte une surpression sur l'ensemble de l'intrados et une dépression sur l'ensemble de l'extrados.

Si, au contraire, la vitesse de l'écoulement, dans la région où l'on braque l'aileron, est supérieure à la vitesse du son, l'effet de cette perturbation ne se fera pas sentir en amont ; les pressions et les vitesses resteront ce qu'elles étaient, sauf sur l'aileron lui-même. Il en résulte pratiquement, une réduction considérable de l'efficacité de l'aileron.

Le phénomène est évidemment le même pour les gouvernes de direction et de profondeur, à l'arrière de la dérive et du plan fixe. Il explique, en partie, la diminution

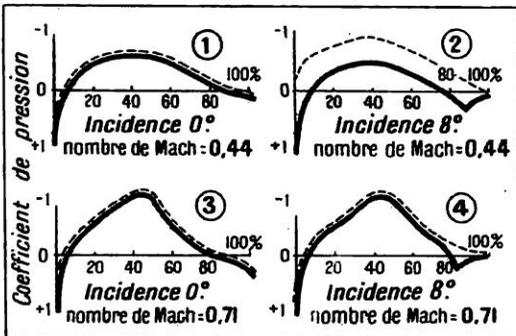


Fig. 2. — INFLUENCE DU NOMBRE DE MACH CRITIQUE SUR L'EFFICACITÉ DE L'AILERON.

La figure donne, pour deux nombres de Mach, l'un au-dessous, l'autre au-dessus du nombre critique, la répartition des pressions sur un profil symétrique épais (épaisseur relative 19 %), suivant que l'aileron n'est pas braqué ou est braqué de 8°. Les abscisses sont graduées en % de la corde du profil, compté à partir du bord d'attaque. Le trait plein représente les coefficients de pression locaux sur l'intrados, le trait interrompu sur l'extrados. Aileron non braqué, les courbes coïncident (profil symétrique). Aileron braqué, la dépression diminue sur toute la longueur de l'intrados et augmente sur toute celle de l'extrados, au nombre de Mach  $M = 0,44$  (II) ; elle ne se modifie que vers le bord de fuite pour  $M = 0,71$  (IV). La portance totale étant proportionnelle à l'aire comprise entre les deux courbes, on voit la réduction d'efficacité de l'aileron au nombre de Mach dépassant la valeur critique.

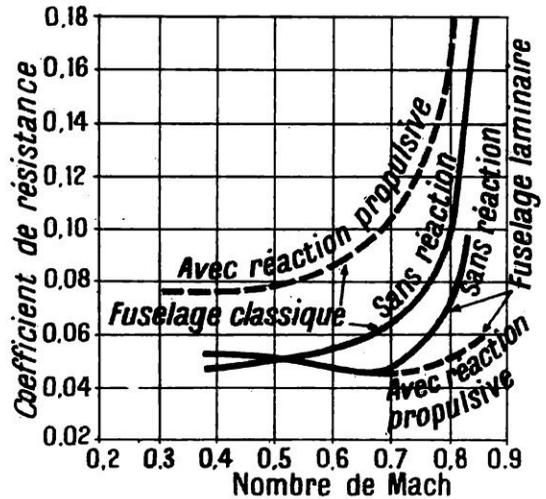


Fig. 3. — COEFFICIENTS DE TRAÎNÉE DE FUSELAGES CLASSIQUES ET LAMINAIRES.

La figure donne, d'après des essais allemands de 1944, la variation, en fonction du nombre de Mach, du coefficient de traînée d'un fuselage classique et d'un fuselage laminaire. On voit (courbes en traits pleins) que le premier est supérieur au second pour les nombres de Mach de moins de 0,5, mais lui devient ensuite inférieur. On voit également (courbes en tirets) que l'emploi à l'arrière du fuselage d'un jet propulsif accentue la différence, le fuselage laminaire devenant alors 4 à 5 fois moins résistant aux nombres de Mach compris entre 0,7 et 0,8.

générale de maniabilité constatée aux grandes vitesses.

Mais comment se fait-il que l'approche de la vitesse du son se fasse sentir bien avant sa rencontre ?

L'hypothèse du fluide parfait, sans viscosité ni compressibilité permet, avons-nous dit, de calculer d'une manière suffisamment exacte le champ des vitesses et des pressions autour d'une aile. Ces vitesses, dans toute la région troublée par le passage de l'aile, ne sont évidemment pas uniformes : elles sont, en certains points, nettement supérieures à la vitesse d'ensemble de l'aile. On démontre même, sous certaines hypothèses, que la survitesse maximum est égale à l'épaisseur relative maximum.

Ce n'est pas tout. La compressibilité équivaut à une augmentation d'épaisseur du profil (dans le rapport  $\frac{1}{1-M^2}$ , si  $M$  est le nombre de Mach), la survitesse maximum en est relevée d'autant.

Finalement, en certains points voisins de l'aile, la vitesse locale peut atteindre la vitesse du son, alors que la vitesse d'ensemble de l'aile n'en est, par exemple, que les 7/10. On dit que l'aile a atteint la « vitesse critique » où les phénomènes soniques commencent à se faire sentir.

# NOMBRE DE REYNOLDS ET NOMBRE DE MACH

Dans un fluide parfait, l'écoulement autour de deux corps semblables est semblable, quelle que soit la vitesse.

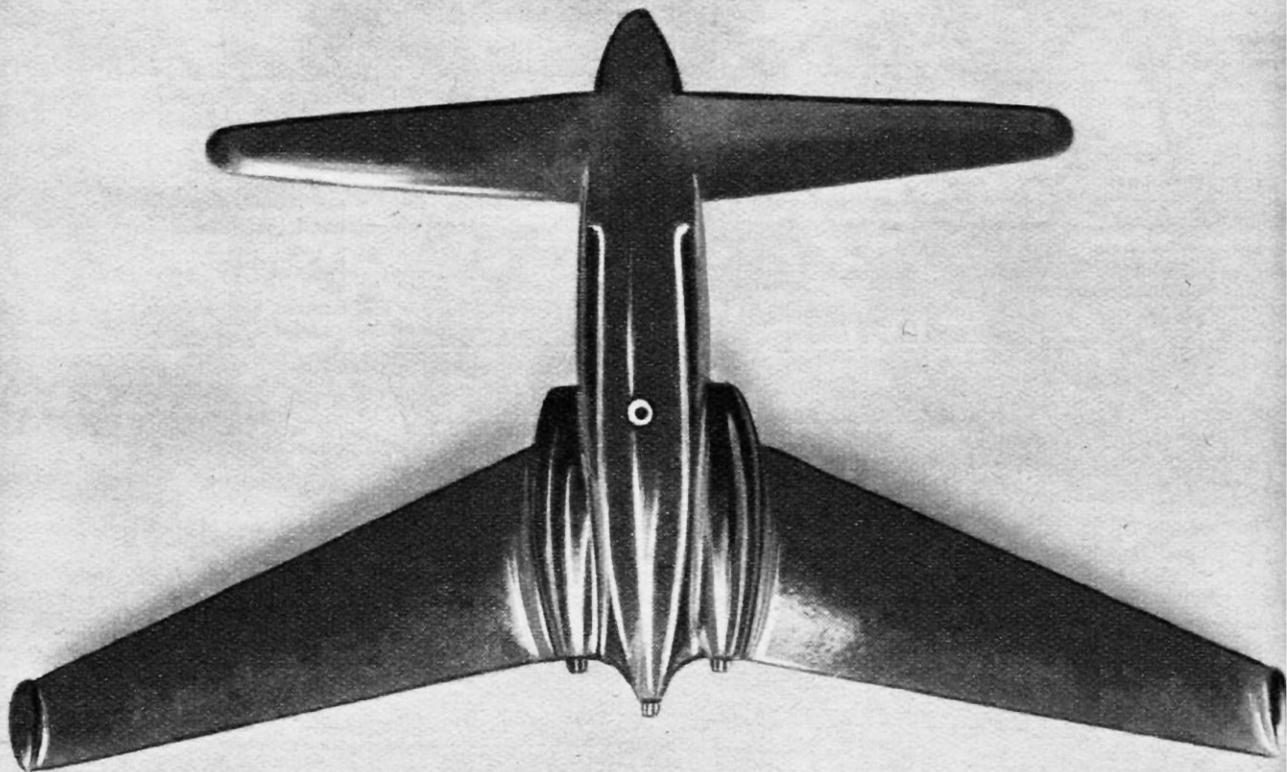
Des qu'intervient la viscosité, cette similitude ne subsiste plus ; il faut une certaine relation entre les vitesses et les dimensions pour qu'elle se maintienne. Des 1913, Lord Rayleigh découvrit, en comparant les résultats d'essais de sphères, que les divergences disparaissaient lorsque le produit du diamètre par la vitesse était constant. Cette loi est générale, tous les éléments de la couche limite, épaisseur, point de transition, coefficient de frottement, dépendent du produit longueur et vitesse : l'écoulement, couche limite comprise, autour de deux plaques planes ou de deux ailes, n'est semblable que si le produit de la vitesse par la corde est le même. Une mesure sur une maquette au 1/4 ne sera correcte que si elle est faite à une vitesse 4 fois plus grande que celle du vol réel. Les souffleries à grande vitesse étaient nécessaires, même pour les avions lents.

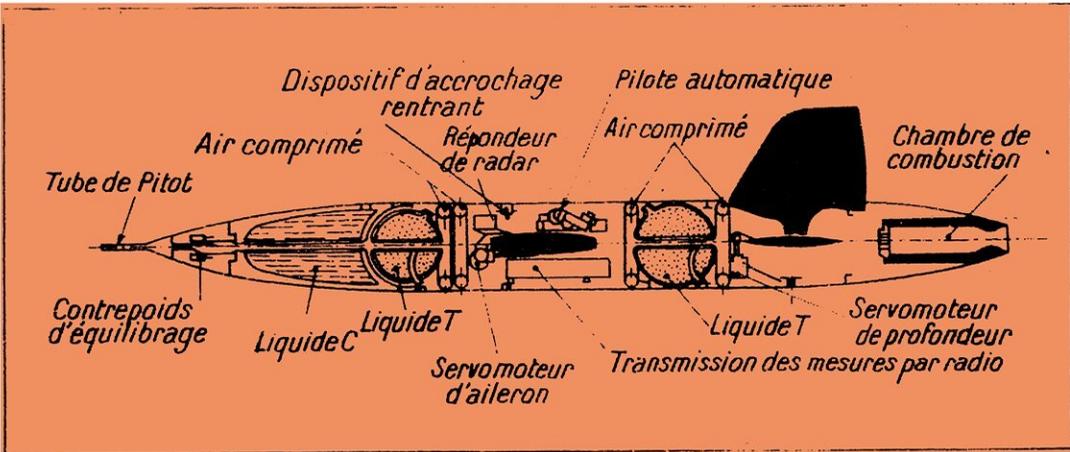
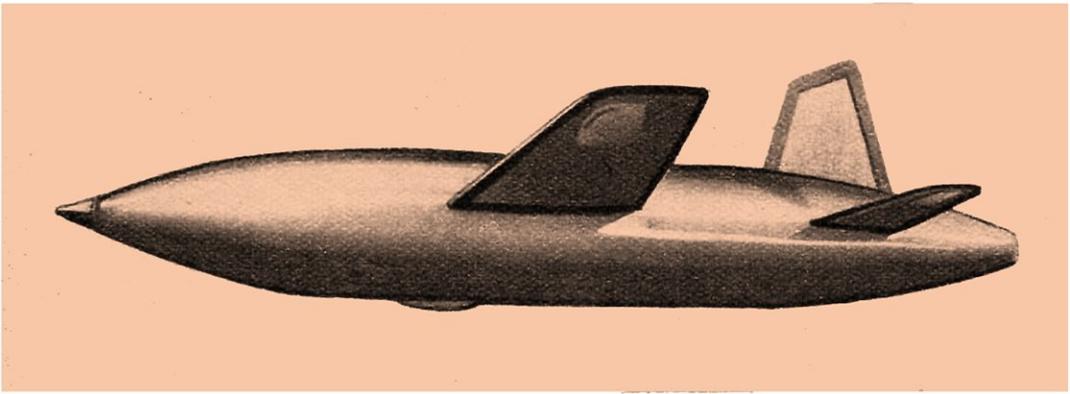
La viscosité du fluide apparaît sous forme d'un « coefficient de viscosité cinématique », fonction à la fois de sa nature, de sa température et de sa densité ; il est, par exemple, de  $145 \times 10^{-7}$  dans l'air au sol (système M. K. S.) et de  $385 \times 10^{-7}$  à 11 000 m à l'entrée dans la stratosphère. Lorsque ce coefficient varie, la condition de similitude devient la constance du produit longueur  $\times$  vitesse par l'inverse du coefficient de viscosité, appelé « nombre de Reynolds ». C'est l'explication

des souffleries sous pression ; le coefficient de viscosité variant en raison inverse de la densité, il revient au même de multiplier la vitesse par 10 ou de faire l'essai dans de l'air 10 fois plus dense. La soufflerie à grande vitesse, sous pression et de grande section, permettait l'étude de la maquette au même nombre de Reynolds que celui de l'avion.

Des qu'intervient la compressibilité, la condition de similitude devient la constance du rapport de la vitesse à la vitesse du son, appelé « nombre de Mach ». La vitesse du son dépend de la température (proportionnalité à la racine carrée de la température absolue) et non de la pression ; elle est de 341 m/s au sol et décroît jusqu'à la valeur de 297 m/s dans la stratosphère. Des artifices analogues à celui de la soufflerie à densité variable permettront l'essai au même nombre de Mach, mais à des vitesses différentes, en remplaçant l'air par un gaz où la vitesse du son (qui dépend de la densité et du rapport des chaleurs spécifiques) soit plus faible ; on a utilisé en Amérique à cet effet le « fréon » (le fréon est un dérivé du méthane dans la molécule duquel plusieurs atomes d'hydrogène sont remplacés par autant d'atomes de chlore ou de fluor) déjà employé dans certains frigorigères. Si l'on tient à diminuer la puissance de la soufflerie, on y fera un vide partiel, sans influence sur la vitesse du son qui ne dépend pas de la pression. On aboutit ainsi à ce résultat doublement paradoxal d'essais « supersoniques » vers 100 m/s dans une soufflerie à faible puis-

**MILES M-63 B** — Projet d'avion postal à réaction, de forme « canard », à ailes en flèche et grandes dérives. Équipé de trois turboréacteurs Rolls-Royce « Derwent » ; vitesse de croisière de 590 km/h.





**VICKERS « TRANSONIC »** — Maquette volante du Miles M-52, propulsée par réaction, destinée à l'étude des appareils volant à des vitesses soniques et supersoniques. Sa longueur est de 3,60 m et son aile, de 2,45 m d'envergure, présente un bord d'attaque laminaire en acier servant d'antenne d'émission. Les combustibles sont fournis sous pression élevée à la chambre de combustion (liquide C : 57 % de méthanol, 30 % d'hydrate d'hydrazine, 13 % d'eau; liquide T : 80 % de peroxyde d'hydrogène, 20 % d'eau). L'engin est abandonné à 11 000 m. d'altitude; après un piqué de quinze secondes, il vole en palier et atteint alors 1 280 km/h, puis il tombe à la mer. Les résultats sont transmis par radio.

sance, et d'essais « subsoniques » à plus de 200 m/s dans une soufflerie à grande puissance. Les résultats de tous ces essais confirment

l'influence prépondérante du nombre de Reynolds aux petites vitesses et du nombre de Mach aux grandes vitesses.

## LA RÉSISTANCE DES CORPS FUSELÉS

Le progrès principal dans le tracé des fuselages et des profils d'ailes a été le report vers le bord de fuite du point de diamètre ou d'épaisseur maximum.

La traînée d'un profil est la somme d'une traînée de pression (ou de forme), résultante des surpressions et dépressions, et d'une traînée de frottement qui est prépondérante aux grandes vitesses et faibles portances.

Cette traînée de frottement se décompose elle-même en deux termes représentant le frottement dans la couche limite laminaire et dans la couche limite turbulente, ce dernier étant beaucoup plus élevé que le premier.

Le report vers l'arrière du point d'épaisseur maximum a pour effet de maintenir sur la plus grande partie de la surface une pression croissante, donc un écoulement accéléré qui s'oppose à la transformation de la couche laminaire en couche turbulente. Au lieu des formes classiques, où le maître-couple était

à 30 % environ de l'avant, on a des formes nouvelles dites « laminaires » où il est reculé entre 40 et 65 % de l'avant.

Pour les fuselages, les essais ont montré la supériorité très nette de ces profils laminaires aux grands nombres de Mach. Alors que le nombre de Mach critique est voisin de 0,7 pour les fuselages normaux, on peut utiliser des fuselages ayant leur diamètre maximum à 45 % de la pointe avant jusqu'à des nombres de Mach de 0,8 et 0,9.

De plus, ces nouvelles formes conviennent beaucoup mieux que les anciennes aux faibles allongements ; le point de transition se maintient alors à 20 ou 25 % du bord de fuite, même aux nombres de Mach élevés, tandis qu'il avance pour se fixer au voisinage du maître-couple sur les formes anciennes. La résistance de pression, augmentée par la réduction de l'allongement, est compensée par une résistance de frottement moindre.

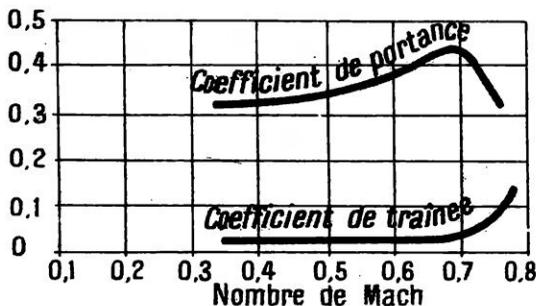


Fig. 4. — COMMENT VARIENT LES COEFFICIENTS DE TRAÎNÉE ET DE PORTANCE AVEC LA VITESSE.

Ces courbes ont été obtenues au cours d'essais, déjà anciens, portant sur un profil NACA, à incidence nulle, pour lequel le nombre de Mach critique était de 0,58. On voit que le coefficient de traînée reste sensiblement constant jusqu'à  $M = 0,64$  et se relève rapidement ensuite. Le coefficient de portance, qui augmentait progressivement depuis  $M = 0,3$  continue à croître jusqu'à  $M = 0,72$  et tombe brusquement ensuite. L'étude plus complète fait apparaître d'autres phénomènes représentés par les courbes ci-dessous.

Cependant, le danger des interactions à la jonction aile-fuselage s'accroît et peut faire rejeter ces fuselages gros et courts.

## L'AÉRODYNAMIQUE DE L'AILE AUX VITESSES SONIQUES

Le comportement des profils d'ailes est plus complexe que celui des corps fuselés de révolution ; les variations du coefficient de portance et du coefficient de « moment », qui représente la position de la résultante par rapport à l'aile, ont un intérêt au moins aussi grand que celles du coefficient de traînée.

L'étude de ces variations est déjà ancienne, puisque les premiers résultats d'essais américains ont été publiés en 1934. La figure 4, ci-dessus, les reproduit. On constate, assez au delà du nombre de Mach critique, un relèvement progressif de la traînée, qui devient considérable aux nombres de Mach compris entre 0,7 et 0,8 ; un relèvement progressif également de la portance, qui apparaît bien avant le nombre de Mach critique, se continue au delà et se transforme en une chute brusque entre 0,7 et 0,8.

Les études plus complètes poursuivies au cours de la guerre ont montré que la question était infiniment plus complexe.

Le premier résultat élucidé, qui apparaissait déjà, est qu'il ne se passe rien de particulier au nombre de Mach dit « critique »  $M_{cr}$ , celui où la théorie indique que la vitesse du son commence à être atteinte en un point de l'extrados ou de l'intrados. Ce n'est pas qu'il y ait désaccord sur ce point entre l'expérience et la théorie : on a effectivement vérifié que le nombre critique réel, en soufflerie, ne s'écartait pas de plus de 2 à 3 % de la valeur calculée et on a même trouvé l'explication

Enfin, un point nouveau est apparu qui a une très grande importance pour la propulsion par réaction sur des avions munis de fuselages ou de fuseaux-moteurs aux nouvelles formes. C'est l'effet favorable de l'interaction entre le jet de gaz et le fuselage. Le jet augmente la vitesse de l'écoulement dans la zone arrière, donc la dépression. Pour les corps fuselés à maître-couple en position ancienne, ce supplément de dépression est un supplément de traînée ; pour les corps fuselés à maître-couple reporté sur l'arrière, cette dépression se traduit en partie par une composante de traction.

L'application des formes nouvelles résout plus facilement le problème des grandes vitesses pour les fuselages que pour les voilures où les profils laminaires, les ailes en flèche et les faibles allongements posent de difficiles questions de centrage, de stabilité, de maniabilité et d'hypersustentation. Il reste cependant au passif des nouvelles formes, à maître-couple rejeté sur l'arrière, leur sensibilité aux défauts de surface dont on traitera plus longuement dans le paragraphe réservé aux profils ; le coefficient de traînée est multiplié par 2 à 3 pour des rugosités insignifiantes.

de la différence dans l'effet de paroi de la soufflerie. Si bien qu'on préfère aujourd'hui l'essai en vol, qui s'accorde beaucoup mieux avec le calcul.

Les photographies strioscopiques expliquent cette insensibilité de l'écoulement à la rencontre du nombre de Mach critique. De nombreuses petites ondes de choc prennent alors naissance, mais aucun décollement appréciable de courant ne se produit. Ce n'est qu'à une vitesse plus élevée que les petites ondes se combinent en un front stationnaire puissant, avec décollement net et changement corrélatif d'écoulement.

### EFFET DU NOMBRE DE MACH

La première discontinuité apparaît ensuite pour un nombre de Mach dit  $M_{zi}$ , l'indice  $z$  indiquant qu'elle est relative à la portance. C'est une brusque augmentation qui succède à la montée progressive qui précédait, et qui peut relever la portance du simple au double pour une variation de quelques centièmes du nombre de Mach.

Vient ensuite, en général, une discontinuité de traînée, notée  $M_x$  pour cette raison. C'est le « mur de traînée » des pilotes, le coefficient de traînée pouvant être multiplié par 2 ou 3 dans un faible intervalle de vitesses. Cette augmentation correspond à l'apparition d'un décollement local derrière l'onde de choc qui s'étend progressivement.

Pour une certaine valeur du nombre de Mach, le décollement atteint le bord de fuite. On la note  $Mz_2$ , car elle se traduit par une chute brusque de portance, pendant que la traînée continue de croître, mais sans discontinuité.

Une troisième cassure dans la courbe des portances se produit pour un nombre de Mach  $Mz_3$ , avec brusque relevement de portance. A la différence des autres valeurs, qui dépendent beaucoup du tracé du profil et de l'incidence, celle-ci ne varie guère autour de  $M = 0,85$ .

Il semble qu'ensuite traînée et portance se stabilisent autour de leurs valeurs balistiques, avec des variations beaucoup moins amples.

Les phénomènes ainsi classés ne se succèdent pas toujours dans cet ordre ; certains points peuvent se confondre. Ainsi, pour les profils à faible courbure ou à bord d'attaque aigu, aux faibles incidences,  $Mz_1$  se confond pratiquement avec  $Mx$ . D'ailleurs, quel que

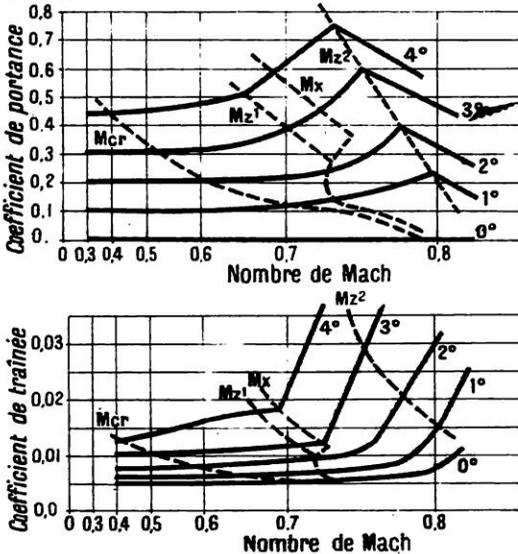


Fig. 5. — CE QUE RÉVÈLE L'ANALYSE POUSSÉE DES PHÉNOMÈNES AÉRODYNAMIQUES AUTOUR D'UN PROFIL D'AILE POUR DE GRANDES VITESSES.

Il s'agit ici d'essais effectués en 1944, par Helmbold, à la soufflerie Heinkel, sur un profil Günter 0 - 00 - 08 - 75 - 41,75 très bien adapté aux grandes vitesses. Les coefficients de traînée et de portance sont représentés en traits pleins pour les cinq incidences  $0^\circ$ ,  $1^\circ$ ,  $2^\circ$ ,  $3^\circ$ , et  $4^\circ$  ; les lieux des nombres de Mach caractéristiques  $Mcr$ ,  $Mz_1$ ,  $Mx$ ,  $Mz_2$  sont indiqués en tirets. On notera l'absence de tout phénomène apparent au nombre de Mach critique  $Mcr$  ; la séparation nette, aux incidences supérieures à  $3^\circ$ , des cassures de la courbe des traînées ( $Mx$ ) et de la courbe des portances ( $Mz_1$  et  $Mz_2$ ). L'échelle des abscisses est une échelle « fonctionnelle » qui reporte à l'infini la valeur 1 du nombre de Mach : les points  $Mz_2$  sont en dehors de la figure. La désignation allemande du profil Günter donne, par ses nombres successifs : la flèche (profil sans flèche), la position de la flèche maximum (profil sans flèche), l'épaisseur (8 %), le rayon de bord d'attaque (0,75 %), le point d'épaisseur maximum (à 41,75 % du bord d'attaque).

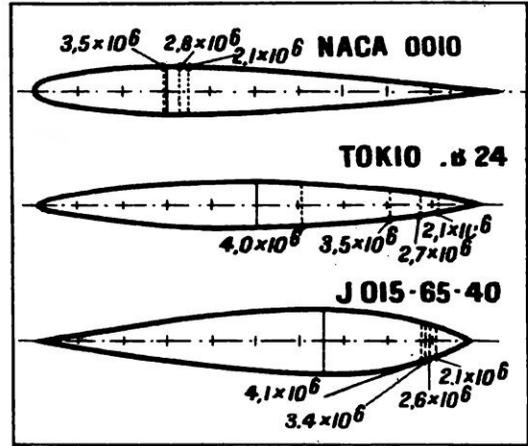


Fig. 6. — EMBLACEMENT DU POINT DE TRANSITION SUR DES PROFILS LAMINAIRES.

La figure donne, pour un profil normal pris à titre de comparaison (NACA 0010) et deux profils laminaires symétriques japonais (Tokio L B 24) et allemand (Joukovsky généralisé J 0 - 15 - 65 - 40), la position du point de transition entre l'écoulement laminaire et turbulent dans la couche limite pour différents nombres de Reynolds. On notera la sensibilité très différente de l'écoulement aux variations du nombre de Reynolds, dans le cas notamment des profils japonais.

soit le profil, il y a toujours une différence marquée entre le comportement aux très faibles incidences ( $0$  à  $2^\circ$ ) et aux incidences plus élevées comme le montre la figure 5, page 16 ; aux petits angles, en effet, l'onde de choc se forme vers le point d'épaisseur maximum et, aux grands angles, près du bord d'attaque.

Les variations de la position de la résultante aérodynamique (« coefficient de moment ») ont une importance considérable puisqu'elles interviennent dans toutes les questions de centrage, stabilité, maniabilité. Elles sont encore plus complexes, en ce qu'elles dépendent beaucoup plus du profil étudié.

## EFFETS DES PARAMÈTRES GÉOMÉTRIQUES

L'étude des profils aux vitesses soniques sera complète lorsqu'on aura élucidé l'effet des paramètres géométriques du profil, courbure et sa position, épaisseur relative et sa position, forme du bord d'attaque et du bord de fuite, sur les différents nombres de Mach critiques qui viennent d'être définis. Cette recherche avait été esquissée dans les essais américains de 1934, mais doit être reprise entièrement, la question n'ayant pas été analysée comme on l'a fait depuis. Il est probable que des résultats assez complets ont été obtenus, mais ils n'ont pas été publiés.

La courbure a un effet défavorable sur presque tous les points. Elle abaisse le nombre

de Mach critique  $M_{cr}$ , comme le « mur de traînée »  $Mz$  ; elle agit dans le même sens, mais d'une façon plus atténuée sur  $Mz_1$  et  $Mz_2$ . Elle n'a aucune influence sur  $Mz_3$  qui est presque insensible, comme on l'a déjà fait remarquer, à toutes les variations des paramètres géométriques et de l'incidence. Un autre inconvénient grave est la variation brusque et ample de la direction de portance nulle sur les profils courbes. Pour toutes ces raisons, les profils courbes sont de plus en plus abandonnés sur les avions rapides.

L'épaisseur a également un effet défavorable. Sur les profils habituels surtout, et au voisinage du coefficient de portance en vol normal, les nombres de Mach  $M_{cr}$ ,  $Mz_1$  et  $Mx$  décroissent quand l'épaisseur augmente. Le profil mince s'impose sur les avions rapides malgré ses graves inconvénients quant au poids de la voilure, au logement du train rentrant...

La position du maximum d'épaisseur est un des points qui ont été les plus étudiés au cours des dernières années. Le recul du maître-couple a le même effet favorable sur les ailes et les corps fuselés. Il n'améliore pas nécessairement le nombre de Mach  $M_{cr}$ , mais relève toujours le  $Mx$ . Il est à la base des profils laminaires, qui sont de plus en plus employés.

## LES PROFILS LAMINAIRES

Comme pour les corps fuselés, le principal progrès récent quant au tracé des profils pour grandes vitesses est le report à grande distance du bord d'attaque du maximum d'épaisseur, donc des points de transition entre écoulement laminaire et écoulement turbulent dans la couche limite ; d'une distance de 30 % du bord d'attaque, le maître-couple recule à 45, 50 et 60 %.

L'avantage recherché est la réduction de la traînée. Mais il se paye par de nombreux défauts : la sensibilité aux variations du nombre de Reynolds, la « fragilité » aux rugosités qui provoquent une transition prématurée, les difficultés d'hypersustentation.

Alors que pour les profils normaux, surtout s'ils ne sont pas très minces, le coefficient de traînée minimum ne varie guère ou décroît quand le nombre de Reynolds augmente dans

les limites de vitesse des avions rapides, les coefficients deux ou trois fois plus faibles qu'on obtient de certains profils laminaires ne conservent ces valeurs que dans une étroite zone de variations de nombres de Reynolds qui sont ceux d'avions petits ou lents. Lorsqu'on l'augmente, en passant à un avion gros ou rapide, le coefficient de traînée devient souvent plus mauvais que celui d'un profil normal. L'explication tient dans le déplacement vers l'avant du point de transition. La difficulté reste le maintien des qualités des profils laminaires aux nombres de Reynolds qui sont ceux des avions rapides de moyen ou gros tonnage.

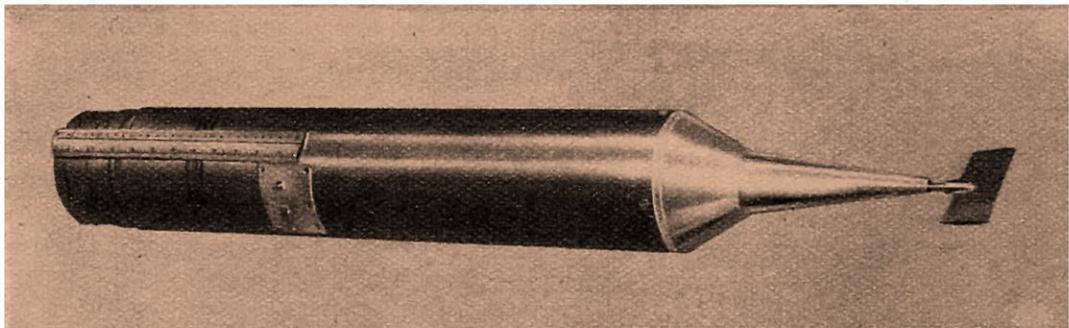
La fragilité aux rugosités, rivets, rayures, défauts de peinture, déformation d'un revêtement mince sous l'effet de la pression, est un très grave défaut des profils laminaires.

A vrai dire, la question n'est pas spéciale aux profils laminaires et des essais multipliés et concordants, en Angleterre, en Amérique et en Allemagne, à la veille de la guerre, avaient montré qu'on n'attachait pas assez d'importance à la perfection de l'état de surface des voilures, même sur des avions lents ; la « finition spéciale », que revendiquent certains constructeurs réputés pour leurs fabrications, est parfaitement justifiée par le bénéfice en traînée et en portance. Des augmentations de traînée de 100 % et des réductions de portance de 30 %, peuvent être constatées lorsque l'on passe du « poli aérodynamique » à des rugosités qu'il n'est pas rare de rencontrer dans la pratique.

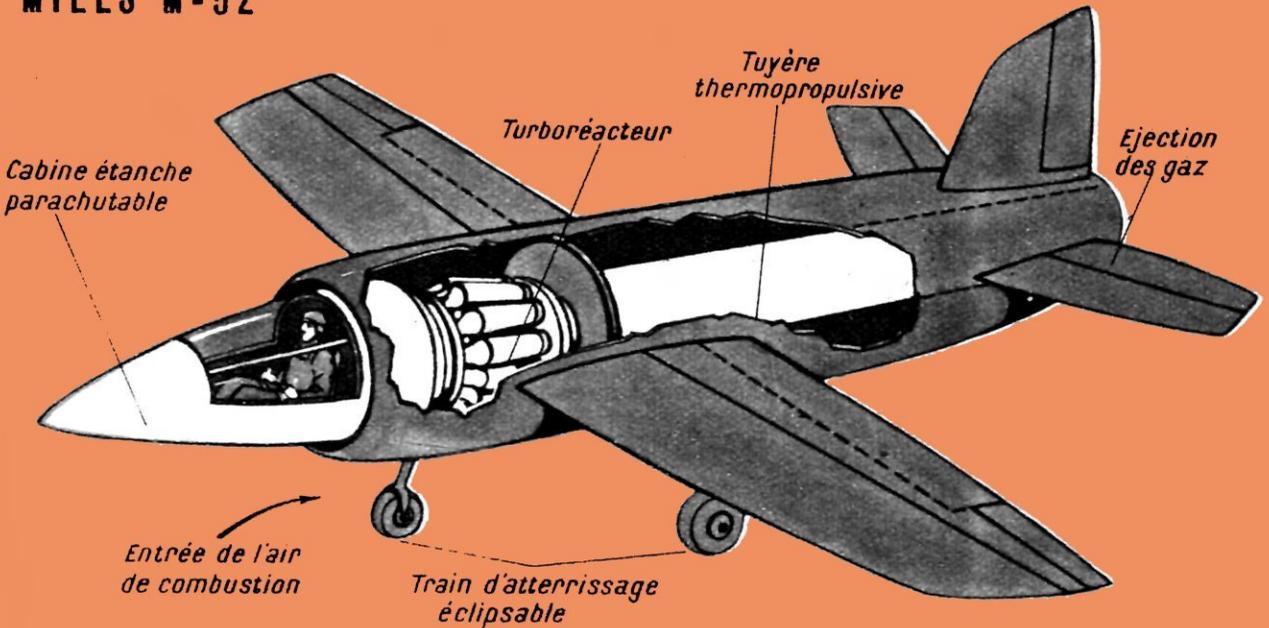
Mais, pour les profils laminaires, l'état de surface de l'ensemble de l'aile a une importance capitale. Sur les profils ordinaires, ce n'est guère qu'au voisinage du bord d'attaque que l'effet des aspérités se fait sentir, dans la zone où la couche limite est très mince ; on en est quitte en renforçant le revêtement et soignant l'exécution dans cette zone ; les aspérités de la couche limite turbulente ont moins d'importance. Sur les profils laminaires, où la couche limite laminaire intéresse la plus grande partie du profil, c'est l'ensemble de la voilure dont il faudra renforcer le revêtement et soigner l'exécution.

Les profils laminaires ont une faible portance maximum et se prêtent mal à l'hypersustentation.

**FUSÉE « RAFT » — Rocket Air Foil Tester — Obus-fusée destiné aux essais en vol portant à son extrémité un profil d'aile pour l'étude de son comportement aux vitesses supersoniques aux diverses altitudes.**



# MILES M-52



sustentation. Leur bord d'attaque relativement pointu provoque un décollement rapide dès que l'incidence augmente. On a cependant obtenu des résultats acceptables, en soufflerie du moins, avec un volet de bord d'attaque améliorant l'écoulement dans cette région, conjugué ou non avec un volet d'intrados au bord de fuite.

## AILES A FAIBLE ALLONGEMENT ET AILES EN FLÈCHE

La forme en plan de la voilure a même importance que celle du profil. Les lois de l'allongement établies en régime subsonique ne sont plus valables en régime transsonique ou supersonique.

Les deux progrès essentiels sont la réduction de l'allongement, et la disposition en flèche de la voilure. Ils ont été appliqués au cours de la guerre aux avions à réaction et aux avions-fusées allemands, et surtout aux projectiles-fusées à sustentation, télécommandés ou à direction automatique (voir *Science et Vie*, n° 341).

La forme en flèche du bord d'attaque retarde l'apparition des survitesses locales et des ondes de choc. Aux vitesses nettement subsoniques, l'aile en flèche est plus résistante que l'aile droite ; elle est moins résistante lorsqu'on approche de la vitesse du son ou qu'on la dépasse. Elle atténue considérablement l'effet de la vitesse critique sur la traînée et surtout la portance.

Les dispositifs hypersustentateurs habituels, volet avant, volet d'intrados, ne donnent à peu près rien sur l'aile en flèche. Il faut des combi-

naisons de volets et de fentes assez compliquées pour n'atteindre finalement que des coefficients de portance nettement inférieurs

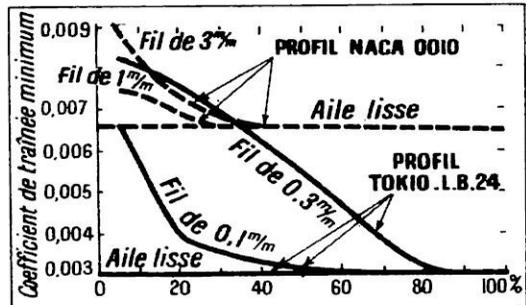


Fig. 7. — EFFET DES ASPÉRITÉS SUR DES PROFILS ORDINAIRES ET LAMINAIRES.

La figure représente, d'après des essais allemands de Bussmann en 1931 la comparaison d'un profil ordinaire (NACA - 0010) et laminaire (Tokio L B - 24) du point de vue sensibilité aux aspérités. On a employé la méthode habituelle qui consiste à tendre un double fil perturbateur, perpendiculairement à la vitesse, sur l'extrados et l'intrados du profil. La figure donne le coefficient de traînée minimum sur un profil de 1 mètre de corde, pour deux diamètres de fil de 0,1 et 0,3 millimètres, suivant l'emplacement du fil, mesuré en % de la corde à partir du bord d'attaque. On voit que le profil laminaire, malgré sa traînée deux fois plus faible lorsqu'il est lisse, ne conserve pas d'avantage sensible si on ne peut assurer son exécution au 1/10 de millimètre près dans la région voisine du bord d'attaque ; il devient même inférieur au profil ordinaire si les aspérités atteignent 3/10 de millimètre entre 15 et 35 % du bord d'attaque. Le nombre de Reynolds est de  $2,7 \times 10^6$ , qui correspond au minimum de traînée du Tokio L B - 24.

à ceux des ailes droites munies des mêmes dispositifs. La vitesse d'atterrissage des avions à aile en flèche s'en ressent.

Les voilures à très faible allongement jouissent des mêmes avantages que les voilures en flèche aux approches de la vitesse du son. Leur résistance devient très inférieure à celle que l'on obtient avec un allongement normal. Leur portance est alors très mauvaise, ce qui n'est pas sans inconvénient. Elles n'ont été jusqu'ici utilisées que pour des bombes-fusées.

## LA STABILITÉ ET LA MANIABILITÉ

Les problèmes de la stabilité et de la maniabilité aux vitesses soniques se sont posés en fait bien avant les vitesses actuellement réalisées en vol horizontal. Elles étaient en effet atteintes au cours des piqués sur avions de chasse, et il était indispensable qu'on puisse « sortir du piqué ». A cet égard, il faut considérer comme une performance remarquable les records de vitesse de piqué réalisés au cours de la guerre sur des avions américains tels que le **Republic Thunderbolt**, qui ont dépassé les 1 100 km/h à une altitude où cette vitesse est supérieure à la vitesse du son. Ce résultat fait la preuve de la connaissance et de la maîtrise entières des phénomènes qui apparaissent à ces vitesses.

Le problème de la stabilité longitudinale se pose d'une manière aiguë dès que le nombre de Mach critique est dépassé. Quand la vitesse croît au delà de cette valeur, l'angle de portance nulle augmente, et la pente de la courbe du coefficient de portance en fonction de l'incidence également, c'est-à-dire que de très grandes variations de portance apparaissent pour de faibles variations d'orientation de l'aile par rapport à la vitesse. Si l'avion est engagé dans un piqué rectiligne où sa vitesse va en augmentant, la diminution de la portance se traduit par une tendance au piqué, en même temps que la pente accentuée de la courbe du coefficient de portance diminue l'effet d'un braquage donné du gouvernail de profondeur. La combinaison de la tendance au piqué et de la diminution d'efficacité du gouvernail augmentent l'effort à exercer sur le manche pour redresser l'appareil, au point qu'il peut dépasser les forces du pilote, et que l'avion s'engage dans un piqué de plus en plus accentué.

Différents procédés ont été employés pour faciliter le redressement.

On peut faire appel au « flettner » pour obtenir la compensation nécessaire quand la réaction du manche à balaï devient excessive,

mais il faut prendre garde à la diminution rapide du nombre de Mach dans les piqués à grande pente, lorsque l'appareil se freine dans les basses couches de l'atmosphère et que la vitesse du son augmente ; la réponse à l'action des gouvernes devient alors normale et l'avion peut se redresser avec une accélération excessive, suffisante pour provoquer la rupture.

On peut également maintenir la maniabilité par réglage du stabilisateur en vol, par augmentation de la surface du gouvernail de profondeur, aux dépens de celle du stabilisateur, par un braquage de volets de courbure ou d'intrados de l'aile, qui modifient les variations de portance qui sont à l'origine de la difficulté.

Le problème de la maniabilité dans son ensemble est plus difficile encore que celui de la stabilité longitudinale. Toutes les questions habituelles : équilibrage, caractéristiques des moments de charnière, distributions des charges... sont compliquées par les changements brusques de répartition des pressions, l'extension du sillage, et le « buffeting » de l'empennage enveloppé dans l'écoulement perturbé, la perte d'efficacité des ailerons et gouvernes de direction et de profondeur signalée au début du chapitre.

## LES ESSAIS EN SOUFFLERIE ET LES ESSAIS EN VOL

L'un des aspects les plus curieux des recherches concernant les vitesses soniques est l'insuffisance des essais en soufflerie, qui sont à la base de l'étude des vitesses subsoniques et le retour aux essais en vol.

On a déjà signalé la divergence entre les essais en soufflerie d'une part, les essais en vol et le calcul théorique d'autre part, en ce qui concerne le nombre de Mach critique. L'explication tient aux effets de parois en soufflerie ; on peut y parer, soit avec des parois réglables, soit avec des souffleries de grande section, mais coûteuses.

Aussi plusieurs constructeurs ont-ils entrepris l'étude en vol des problèmes soniques. Tels sont, aux Etats-Unis, Lockheed disposant les profils essayés en enveloppe sur l'aile d'un **Lightning** ; Glenn Martin disposant les profils verticalement au-dessus du fuselage d'un **Baltimore** ; les essais avec **Raft** (Rocket Air Foil Tester), obus-fusée portant à son extrémité avant le profil à étudier ; en Grande-Bretagne, Vickers utilisant des maquettes remorquées abandonnées à grande vitesse.

# MOTOPROPULSEURS ET TURBORÉACTEURS

**A** PRES plus de trente-cinq années d'un règne ininterrompu du moteur à explosions conduisant une hélice, la propulsion de l'avion vient de s'enrichir en quelques années de trois autres systèmes de propulsion dont on ne doute pas qu'ils détronent sous peu le premier dans la plupart des applications civiles et militaires, ne lui laissant guère que l'aviation privée et l'aviation de transport à faible vitesse.

Au « motopropulseur », nom moderne du moteur à explosions conduisant une hélice, s'est opposé le « turboréacteur », turbine à combustion à effet de réaction directe, qui a relevé le record de vitesse de plus de 200 km/h. Puis est apparu le « turbopropulseur », turbine à combustion conduisant une hélice, qui vise à éliminer motopropulseurs et turboréacteurs dans tout le domaine du transport rapide. Enfin, la propulsion par fusée a étendu ses applications de l'engin non monté à l'avion piloté ; elle a remporté des succès remarquables avec les chasseurs allemands et les « avions-suicide » japonais ; elle doit se faire dans l'aviation militaire une place de tout premier plan

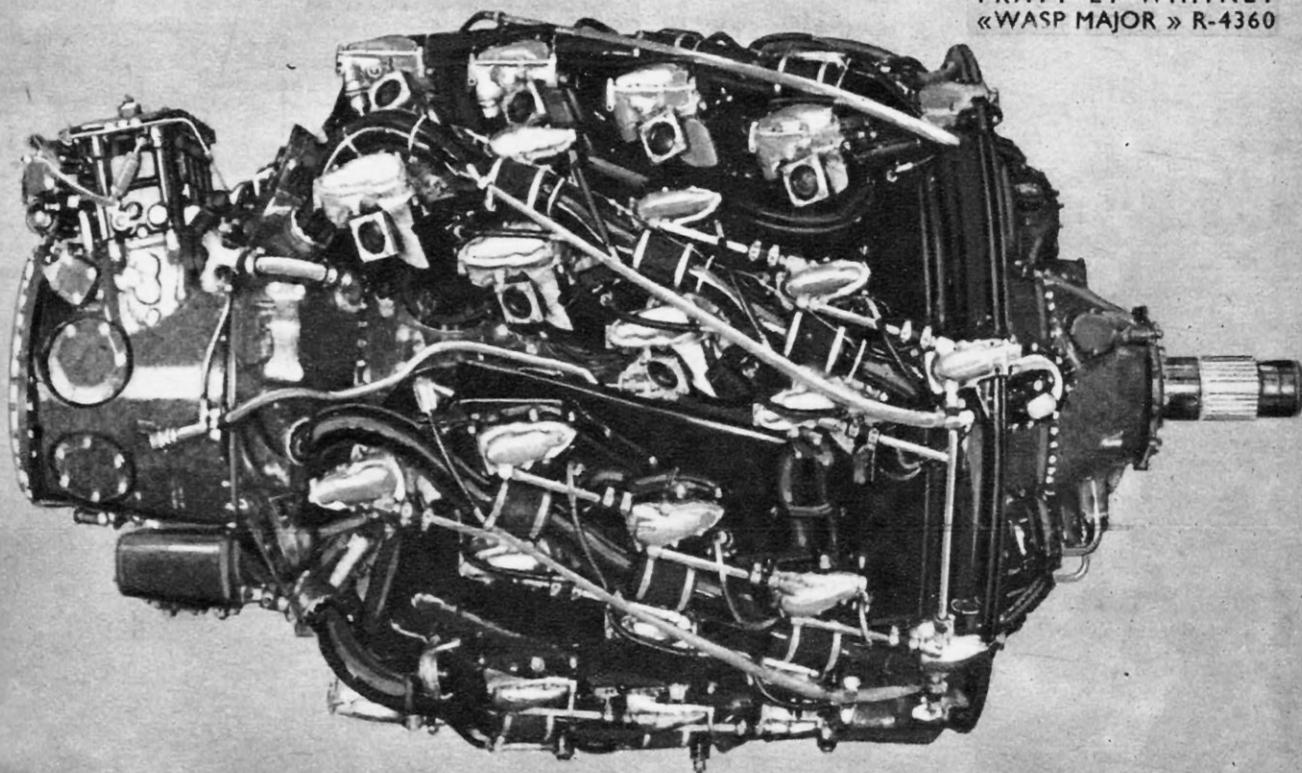
que nous examinons dans un autre chapitre.

Pour s'en tenir au motopropulseur, au turbopropulseur et au turboréacteur, la concurrence entre les trois types pose deux questions, celle de l'hélice ou de la réaction, celle du moteur à explosions ou de la turbine à combustion.

## HÉLICE OU RÉACTION ?

En un sens, tout système de propulsion aérienne est à réaction et fait avancer l'avion en rejetant vers l'arrière des masses gazeuses. Si l'on n'utilise pas l'air ambiant, le combustible et le comburant, séparés ou réunis, sont emportés l'un et l'autre à bord, et l'on a affaire à une « fusée ». Si l'on utilise l'air extérieur, la propulsion peut être obtenue par « réaction directe », c'est-à-dire par la seule éjection du flux actif à une vitesse supérieure à la vitesse de captation de l'air, ou par « réaction indirecte », c'est-à-dire au moyen d'une hélice qui imprime à l'air qu'elle brasse un supplément de vitesse vers l'arrière, sans qu'il participe à l'évolution thermodynamique du moteur.

PRATT ET WHITNEY  
« WASP MAJOR » R-4360



# CLASSIFICATION DES PROPULSEURS D'AVIATION

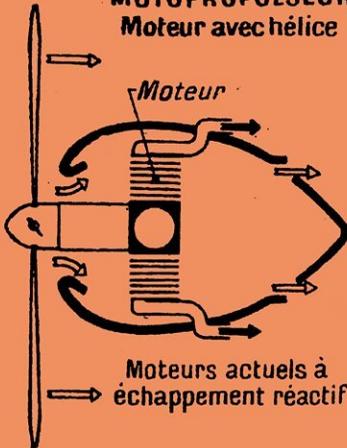
## SANS UTILISATION DE L'AIR AMBIANT



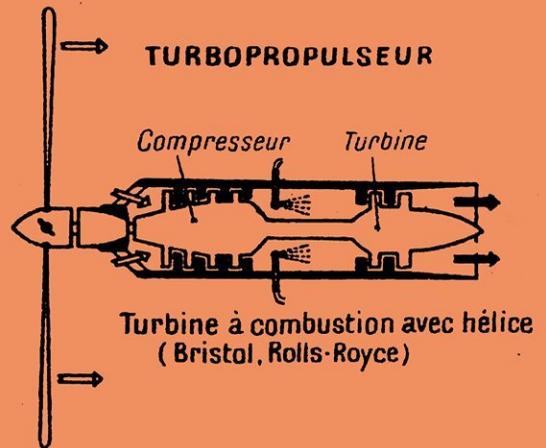
**FUSÉE** : Combustible et carburant solides ou liquides  
( V<sub>2</sub>, Me163, Henschel 293, Baka )

## AVEC UTILISATION DE L'AIR AMBIANT

### RÉACTION INDIRECTE MOTOPROPULSEUR Moteur avec hélice



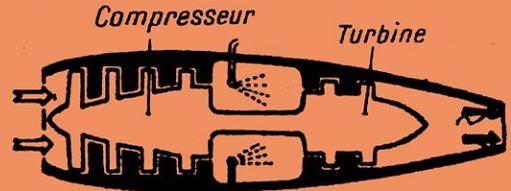
### TURBOPROPULSEUR



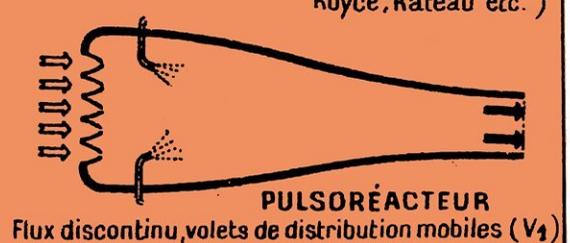
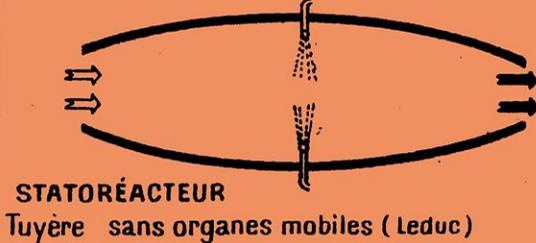
### RÉACTION DIRECTE



**MOTORÉACTEUR**. Compresseur entraîné par moteur alternatif (Caproni.)



**TURBORÉACTEUR** Compresseur entraîné par turbine à combustion (Whittle, Junkers, Rolls-Royce, Rateau etc.)



Avantageuse aux faibles vitesses grâce à son rendement élevé, l'hélice ne convient plus dès que l'avion approche de la vitesse du son. En effet, la vitesse relative de l'air et des extrémités de pales est la résultante de la vitesse de translation de l'avion et de la vitesse de rotation de l'hélice ; les phénomènes soniques apparaissent donc plus tôt sur les hélices que sur les cellules, avec baisse rapide de leur rendement.

On retardera cette baisse de rendement en agissant sur les deux composantes de la vitesse des extrémités de pales.

On peut réduire la vitesse de l'air arrivant à l'hélice en l'enveloppant dans un carénage dont le divergent avant forme diffuseur, et le convergent arrière tuyère de détente ; on parvient ainsi à maintenir la vitesse relative de l'air et des extrémités de pales à une valeur inférieure à la vitesse du son, même si la vitesse de l'avion lui est supérieure. C'est la solution de l'hélice en fuselage, appliquée sur l'avion italien « Stipa ».

On peut diminuer la vitesse périphérique de rotation tout en conservant la puissance à condition d'augmenter le nombre des pales

de l'hélice, qui est effectivement passé à quatre, puis à cinq (**Vickers Supermarine « Spitfire » XIV**), sur les avions rapides récents. On peut également monter plusieurs hélices sur un moteur, et on en est déjà aux hélices quadripales en tandem (**Northrop XB-35**).

A la limite, le carénage du propulseur, la multiplication des pales et des roues transforment l'hélice en un véritable compresseur axial ; il ne reste qu'à faire participer le flux d'air comprimé à l'évolution thermodynamique pour en faire un turboréacteur, qui apparaît ainsi comme l'aboutissement logique de la propulsion par hélice à grande vitesse.

Si le remplacement de l'hélice par le compresseur évite la chute de rendement du propulseur au voisinage de la vitesse du son, il faut payer cet avantage par un rendement beaucoup plus faible aux vitesses modérées.

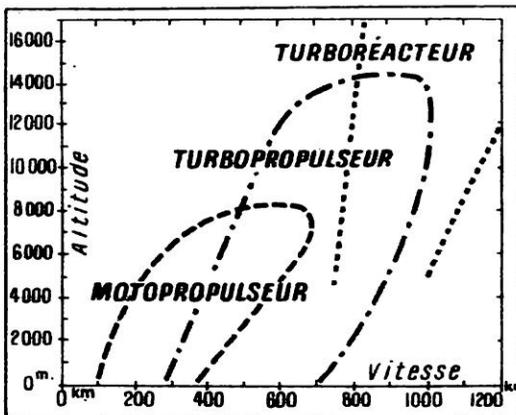
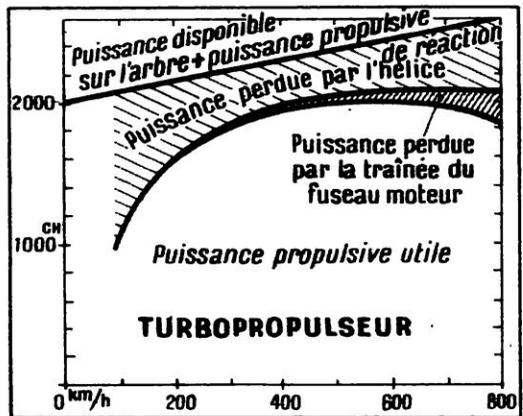
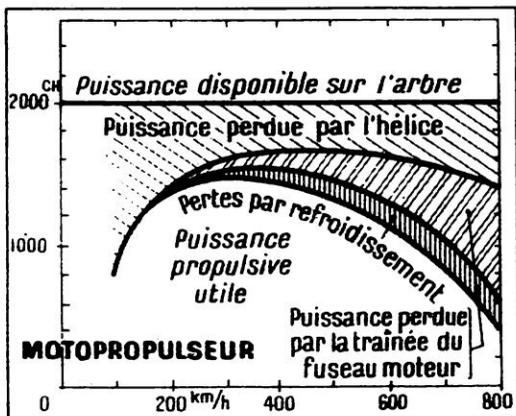
Conçue comme propulseur à réaction, l'hélice capte à chaque seconde une masse  $M$  d'air à la vitesse  $V$  qui est celle de l'avion, et lui imprime un supplément de vitesse  $v$  ; la traction  $Mv$  et la puissance  $MvV$  sont l'une et l'autre proportionnelles au supplément de vitesse  $v$ . Mais l'énergie perdue que l'hélice imprime à la masse d'air  $M$  est proportionnelle au carré de la vitesse qu'elle reçoit. Plus la vitesse d'éjection est grande et plus le rendement sera faible. Le rendement de propulsion élevé de l'hélice tient à ce qu'elle imprime à une grande masse d'air un supplé-

ment de vitesse qui est une faible fraction de la vitesse de l'avion. Pour que le compresseur ait même rendement de propulsion, il lui faudrait capter la même masse d'air ; il n'est pas besoin d'insister sur les inconvénients que présenterait alors un propulseur caréné de ce diamètre.

L'hélice, avec son rendement de 0,80 ou 0,85, reste donc le mode de propulsion indispensable aux vitesses faibles et modérées, où la réaction directe n'atteindra que le tiers ou la moitié de ce chiffre. Aux grandes vitesses, où le rendement de l'hélice tombe en raison des phénomènes soniques pendant que celui de la réaction se relève, celle-ci s'imposera.

## MOTEUR A EXPLOSIONS OU TURBINE A COMBUSTION ?

La propulsion par réaction n'est pas liée nécessairement à la turbine. Dans son brevet de 1908, Lorin utilisait directement, par sa détente dans une tuyère, toute la fraction d'énergie contenue dans les gaz de la cylindrée qui n'était pas absorbée par le travail de compression ; c'était le plus simple des « motoréacteurs », application au moteur à explosions du principe du turboréacteur où aucune énergie n'est disponible sur l'arbre commun de la turbine et du compresseur. Le **Caproni-Campini CC-2**, qui fit son premier vol le 27 août 1940, était mû par un moto-



## MOTOPROPULSEUR ET TURBOPROPULSEUR

— Les courbes ci-dessus figurent, pour un motopropulseur et un turbopropulseur donnant chacun 2 000 ch sur l'arbre à faible vitesse, la répartition des pertes dans l'hélice, dans la traînée du fuseau-moteur et éventuellement dans le refroidissement, à des vitesses variables jusqu'à 800 km/h et à l'altitude de 6 000 m. On voit la part considérable prise par la traînée du fuseau-moteur aux grandes vitesses. Il faut noter toutefois que la comparaison est faite avec un turbopropulseur à faible encombrement et qu'on n'a pas tenu compte de l'effet de l'échappement propulsif sur le motopropulseur. A gauche : domaine probable d'emploi des différents modes de propulsion.

# MOTEURS FRANCE

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	FORMULE	POUSSÉE MAXIMUM (HP ou cv)	ALÉAGE (mm)	COURSE (mm)	CYLINDRÉE (l)	RÉGIME MAXIMUM (t/min)	LONGUEUR (mm)	LARGEUR DU DIAMÈTRE (mm)	HAUTEUR (mm)	POIDS (kg)	POIDS AU CV (kg/cv)	Poids au litre (ch/l)
<b>BEARN</b>	6D	6 cyl. inversés en ligne refroidis par air	410	130	135	10,7	2 800	1 500	450	825	290	0,77	37,4
	14M-4	14 cyl. en double étoile refroidis par air	700	122	116	19	3 030	1 251	964		419	0,00	36,8
<b>GNOME ET RHONE</b>	14N-58	14 cyl. en double étoile refroidis par air	1 180	146	165	38,7	2 400	1 687	1 290		620	0,52	30,5
	14R-24	14 cyl. en double étoile refroidis par air	1 600	146	165	38,7	2 600	1 635	1 297		819	0,49	42,9
	18R-12	18 cyl. en double étoile refroidis par air	2 150	146	180	54,2	2 500	1 811	1 406		964	0,45	39,7
	28T-1	28 cyl. en quadruple étoile refroidis par air	3 200	146	165	77,4	2 600						41,3
	12V-50	12 cyl. en V refroidis par liquide	1 100	150	170	36	2 500	2 137	764	945	492	0,45	30,5
<b>HISPANO-SUIZA</b>	12Z-1	12 cyl. en V refroidis par liquide	1 800	150	170	36	2 800	2 384	744	1 074	620	0,34	50
	24Z-95	24 cyl. en H vertical	3 600	150	170	72	2 800	3 268	1 300	1 385	1 450	0,40	50
	64-R	4 cyl. inversés en ligne refroidis par air	100	100	96	3	3 500	1 241	630	402	92	0,92	33
<b>MATHIS</b>	67-R	7 cyl. en étoile refroidis par air	175	100	96	5,3	3 500	834	815		135	0,77	33,3
	68-R	8 cyl. inversés en V refroidis par air	200	100	96	6	3 500	1 265	700	750	155	0,77	33,3
	614-RS	14 cyl. en double étoile refroidis par air	500	100	96	10,5	3 500	1 097	815		290	0,56	47,6
<b>RÉGNIER</b>	4-JO	4 cyl. en ligne refroidis par air	74	92	110	2,9	2 480	1 090	416	587	78	1,05	25
	4-KO	4 cyl. en ligne refroidis par air	98	105	115	4	2 450	1 155	429	606	90	0,92	24,5
	4-LO	4 cyl. en ligne refroidis par air	145	120	140	6,3	3 000	1 316	485	698	135	0,93	23
<b>RENAULT</b>	4P-01	4 cyl. inversés en ligne refroidis par air	145	120	140	6,3	2 450	1 270	480	708	147	1,01	23
	6Q-20	6 cyl. inversés en ligne refroidis par air	300	120	140	9,5	2 500	1 909	463	923	253	0,84	31,5
	12R-00	12 cyl. inversés en V refroidis par air	500	120	140	19	2 500	2 072	680	929	439	0,88	26,3
<b>ATELIER INDUSTRIEL DE L'AIR</b>	H-24	24 cyl. en H	8 700										

## U. R. S. S.

AM-38 F	12 cyl. en V refroidis par liquide	1 700	160	190	45,9	2 400	2 000	770	1 000	850	0,47	39,2
---------	------------------------------------	-------	-----	-----	------	-------	-------	-----	-------	-----	------	------

# MOTEURS GRANDE-BRETAGNE

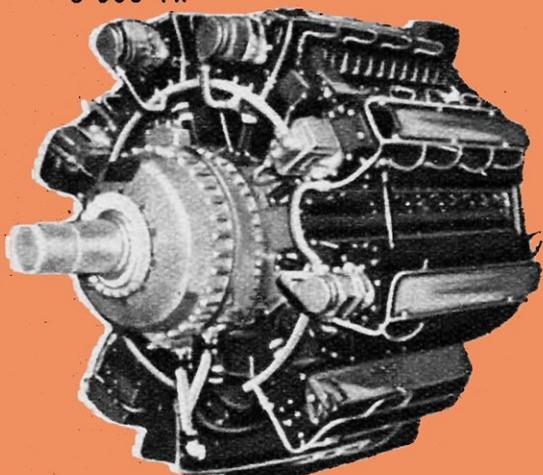
CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	FORMULE	PUISSANCE MAXIMUM (HP ou cv)	ALÉAGE (mm)	COURSE (mm)	CYLINDRÉE (l)	RÉGIME MAXIMUM (t/min)	LONGUEUR (mm)	LARGEUR OU DIAMÈTRE (mm)	HAUTEUR (mm)	Poids (kg)	Press. au cyl. (kg/cm <sup>2</sup> )	Press. au lit. (atm/l)
<b>ALVIS LEONIDES</b>	LE-1M	9 cyl. en étoile refroidis par air	500	122	112	11,8	3 000	1 341	1 054		337	0,65	43,7
<b>ARMSTRONG SIDDELEY</b>	<i>Cheetak 26</i>	7 cyl. en étoile refroidis par air	475	133	140	13,7	2 700	1 260	1 212		365	0,77	34,8
	<i>Cougar</i>	9 cyl. en étoile refroidis par air	850	140	140	19,3	2 800	1 308	1 258		463	0,54	44
<b>BLACKBURN</b>	<i>Cirrus Minor I</i>	4 cyl. inversés en ligne refroidis par air	90	95	127	3,60	2 600	960	440	635	94	1,05	25
	<i>Cirrus Minor II</i>	4 cyl. inversés en ligne refroidis par air	100	100	127	4	2 600	1 014	455	650	106	1,06	25
	<i>Cirrus Major III</i>	4 cyl. inversés en ligne refroidis par air	155	120	140	6,3	2 450	1 090	450	797	151	0,97	24,6
<b>BRISTOL</b>	<i>Mercury 131</i>	9 cyl. en étoile refroidis par air	820	146	165	24,9	2 650	1 194	1 308		483	0,55	35
	<i>Pegasus 38</i>	9 cyl. en étoile refroidis par air	1 050	146	180	26,7	2 600	1 340	1 404		535	0,50	36,7
	<i>Taurus XVI</i>	14 cyl. en double étoile refroidis par air	1 085	127	143	25,4	3 100	1 250	1 173		605	0,53	44,5
	<i>Hercules 200</i>	14 cyl. en double étoile refroidis par air	2 000	140	165	33,7	2 800	1 727	1 321		898	0,70	45,9
	<i>Centaurus 100</i>	18 cyl. en double étoile refroidis par air	3 000	146	178	53,6	2 700	1 820	1 404		1 260	0,48	52,4
	<i>Perseus 100</i>	9 cyl. en étoile refroidis par air	1 175	146	178	26,8	2 700	1 245	1 404		601	0,49	45,5
<b>DE HAVILLAND</b>	<i>Gipsy Major 51</i>	4 cyl. inversés en ligne refroidis par air	200	120	150	6,8	2 500	1 260	416	838	186	0,93	20,4
	<i>Gipsy Queen II</i>	6 cyl. inversés en ligne refroidis par air	210	118	140	9,1	2 400	1 454	482	838	228	1,09	22,8
	<i>Gipsy Queen 71</i>	6 cyl. inversés en ligne refroidis par air	330	120	150	10,2	2 800	1 788	304	848	290	0,91	32,3
<b>ROY FEDDEN</b>	<i>Flat 6</i>	6 cyl. opposés refroidis par air	135	101,6	95,25	4,62	2 500	903	791		120	0,95	29,3
<b>NAPIER</b>	<i>Sabre VII</i>	24 cyl. en H horiz. refroidis par liq.	3 000	127	121	36,7	3 850	2 108	1 016	1 283	1 152	0,37	83,2
<b>ROLLS-ROYCE</b>	<i>Merlin 130</i>	12 cyl. en V refroidis par liquide	1 645	137	152	27	3 000	2 253	780	1 014	778	0,43	67,8
	<i>Griffon 130</i>	12 cyl. en V refroidis par liquide	2 420	152	168	36,7	2 750	3 742	750	1 168	982	0,41	65,9

# MOTEURS U. S. A.

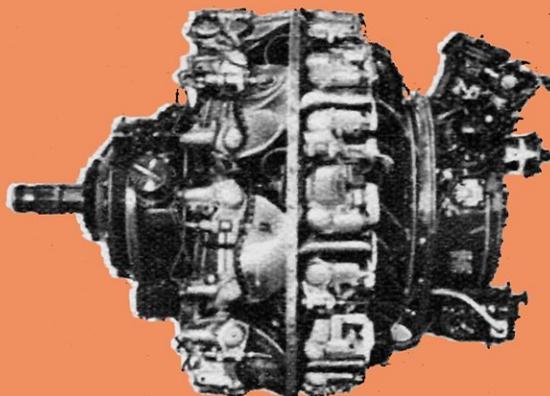
<b>ALLISON</b>	V-1 710-G3R	12 cyl. en V refroidis par liquide	1 600	140	152	28	3 200	2 362	745	983	669	0,42	57,1
	V-3 420-B10	24 cyl. en V refroidis par liquide	2 600	140	152	56	3 000	6 860	1 522	1 039	1 485	0,57	46,4
<b>CHRYSLER</b>	XI-2 220	16 cyl. inversés en V refroidis par liquide	2 500	147	133	36,4	3 400	3 101	850	850	1 102	0,44	68,7
<b>CONTINENTAL</b>	A-65-8	4 cyl. opposés refroidis par air	65	98	92	2,8	1 900	772	800	516	79	1,23	23,2
	A-100-1	6 cyl. opposés refroidis par air	100	98	92	4,2	2 350	1 018	800	628	100	1	23,8
	C-75-12J	4 cyl. opposés refroidis par air	85	103	92	3,1	2 575	800	802	462	85	1,13	27,4
	C-125-1	6 cyl. opposés refroidis par air	135	103	92	4,6	2 750	1 056	800	628	116	0,86	29,4
	E-185	6 cyl. opposés refroidis par air	185	127	102	7,7	2 300	1 170	848	685	147	0,80	24
	XI-1 430	12 cyl. inversés en V refroidis par liquide	1 600	140	127	23,3	3 300	2 316	702	1 018	658	0,31	68,7

# PRINCIPAUX TYPES DE MOTEURS D'AVIATION

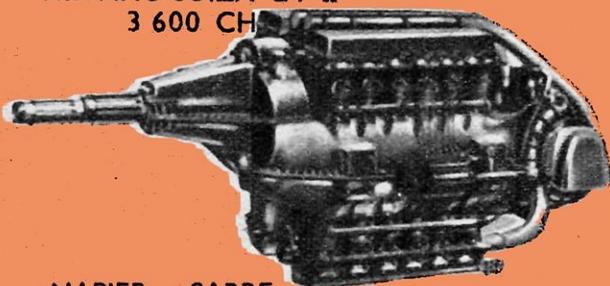
LYCOMING XR-7755  
5 000 HP



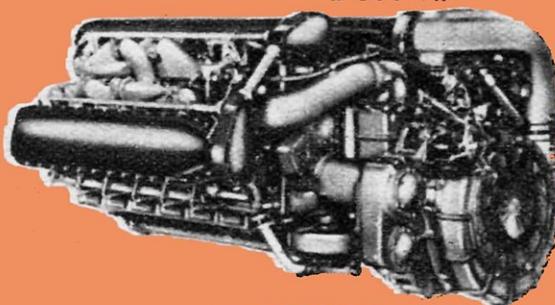
WRIGHT « CYCLONE » 18 R-3350  
2 800 HP



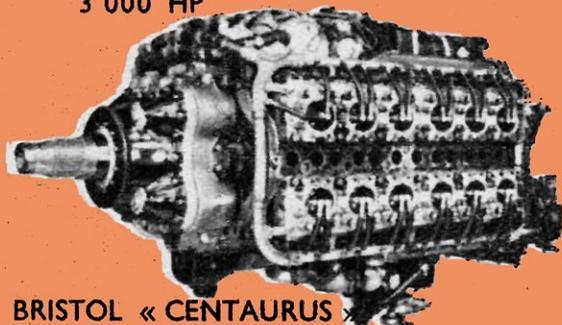
HISPANO-SUIZA 24 Z  
3 600 CH



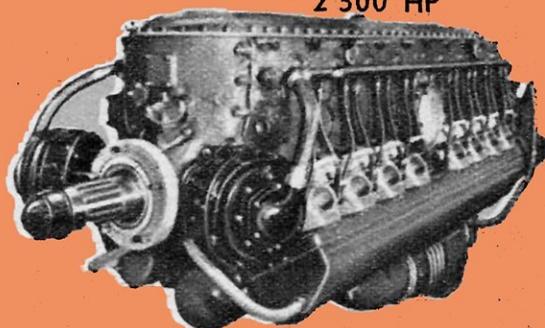
ALLISON V-3420  
2 600 HP



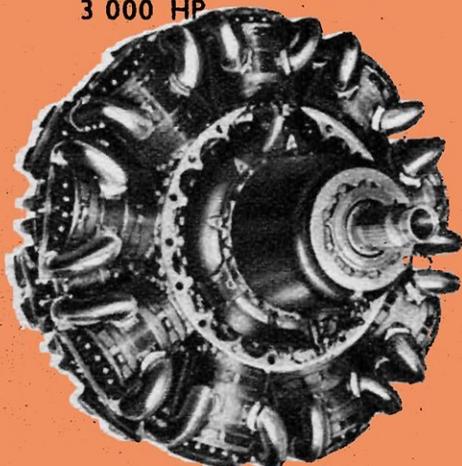
NAPIER « SABRE »  
3 000 HP



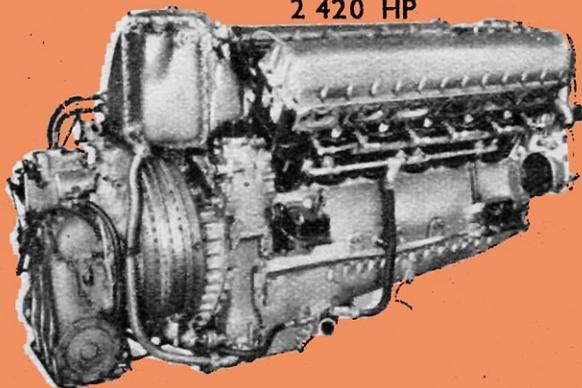
CHRYSLER XI-2220  
2 500 HP



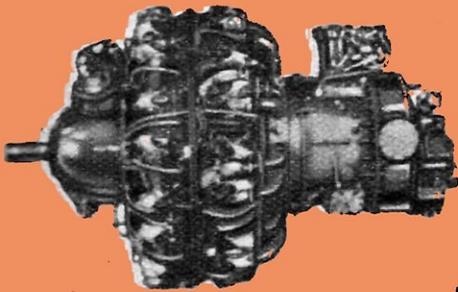
BRISTOL « CENTAURUS »  
3 000 HP



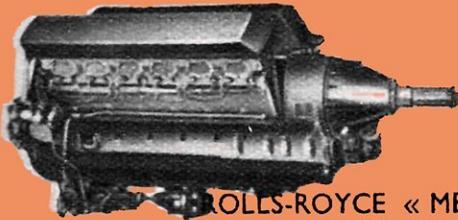
ROLLS-ROYCE « GRIFFON »  
2 420 HP



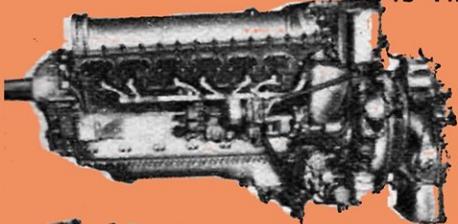
## PRATT ET WHITNEY 2 000 HP



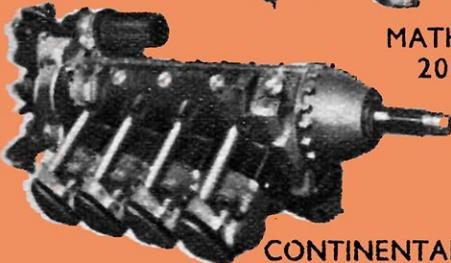
AM-38  
1 700 HP



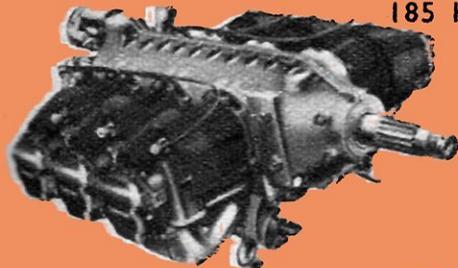
ROLLS-ROYCE « MERLIN »  
1 645 HP



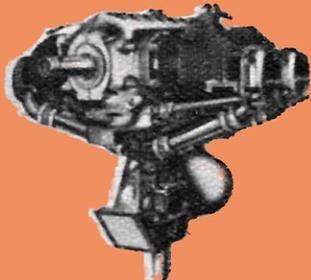
MATHIS G-8  
200 CH



CONTINENTAL E-185  
185 HP



CONTINENTAL A 65-8  
65 HP



reacteur un peu plus compliqué, où un moteur en étoile conduisait un compresseur centrifuge, alimentant une chambre de combustion, d'où les gaz chauds étaient éjectés par une tuyère ; c'était, au remplacement près de la turbine par le moteur à explosions, la propulsion par réaction des derniers chasseurs.

La turbine à combustion présente sur le moteur à explosions, soit pour les grandes puissances, soit pour les grandes vitesses, un ensemble d'avantages qui tendent à lui assurer un monopole pour ces applications.

Le poids du moteur à explosions croît avec la puissance. Si l'on augmente la cylindrée unitaire, on ne peut guère relever la vitesse linéaire du piston ; le régime admissible diminue donc la puissance par litre de cylindrée ; si l'on multiplie le nombre des cylindres, il faut ajouter le poids des dispositifs d'accouplement, les exigences en rigidité des vilebrequins plus longs, etc. Ce relevement de poids est souvent masqué par la comparaison de moteurs nouveaux et de moteurs anciens de même cylindrée et de puissance moindre, mais le sens de la variation n'en est pas moins certain. En admettant qu'un moteur à explosions de 1 000 ch pèse 0,500 kg/ch, sir Roy Fedden évalue le poids du moteur de 3 000 ch à 0,525 kg/ch ; celui du moteur de 6 000 ch à 0,600 kg/ch. Avec la technique actuelle, on conçoit d'ailleurs difficilement des moteurs à explosions de plus de 6 000 ch.

La turbine à combustion permet de dépasser très largement ce chiffre, et la zone de puissance où le poids spécifique augmenterait est loin d'être atteinte. Le plus puissant des turboréacteurs, le Rolls-Royce « Nene », est également le moins lourd au cheval, avec moins de 0,100 kg/ch. De plus, la différence de poids entre le groupe installé et le groupe nu est très faible, les besoins de graissage sont réduits et il n'y a pas à prévoir d'organes de refroidissement.

La traînée considérable du moteur à explosions, aux grandes puissances réclamées par les grandes vitesses, est plus grave encore que son poids. Si, aux faibles vitesses, la part du moteur dans la traînée totale est petite, aux grandes vitesses, elle peut dépasser celle du fuselage. Elle s'augmente de celle qui tient au refroidissement direct, ou à la circulation de l'air dans les radiateurs. Malgré les progrès récents des moteurs à plans de cylindres multipliés et à radiateurs carénés, il n'apparaît pas qu'on puisse jamais concurrencer la turbine à combustion qui, dans les solutions les moins encombrantes, donne la même puissance pour un diamètre moitié, sans besoin de refroidissement.

Même du point de vue consommation, le parallèle entre le moteur à explosions et la turbine à combustion ne peut donc pas se faire uniquement d'après les essais au banc. Il faut examiner la consommation réelle en vol après adaptation de chaque moteur sur l'avion. Le poids, l'encombrement, les exigences de refroidissement, la facilité d'ins-

# MOTEURS U. S. A. (suite)

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	FORMULE	POUSSANCE MAXIMUM (HP en ch)	ALÉPAGE (mm)	COURSE (mm)	CYLINDRE (l)	RÉGIME MAXIMUM (t/min)	LONGUEUR (mm)	LARGEUR OU DIAMÈTRE (mm)	HAUTEUR (mm)	POIDS (kg)	CONSOMMATION (kg/ch)	PUIS. au litre (ch/l)
<b>FRANKLIN</b>	4AL-225	4 cyl. opposés refroidis par air	100	114	89	3,7	2 550	780	782	556	104	1,04	27
	6AL-335	6 cyl. opposés refroidis par air	150	114	89	5,5	2 600	950	782	548	139	0,93	27,3
	6ACV-298 (Hélicoptère)	6 cyl. opposés refroidis par air	160	108	89	4,9	3 250		777	927	142	0,89	32,6
	6ACV-403 (Hélicoptère)	6 cyl. opposés refroidis par air	245	117	102	6,6	3 275		856	1 102	208	0,85	37,1
<b>JACOBS</b>	R-755A1	7 cyl. en étoile refroidis par air	300	133	127	12,4	2 200	1 021	1 118		229	0,76	24,2
	L-6MB.	7 cyl. en étoile refroidis par air	330	140	140	15	2 200	1 018	1 158		252	0,76	22
<b>KINNER</b>	R-56	5 cyl. en étoile refroidis par air	160	127	140	8,8	1 850	853	1 158		159	0,91	18,2
<b>LYCOMING</b>	O-145-B2	4 cyl. opposés refroidis par air	85	92	89	2,4	2 550	780	523	625	74	1,14	27,1
	O-235-C	4 cyl. opposés refroidis par air	104	111	98	3,8	2 600	764	821	640	94	0,90	27,3
	GO-290-A	4 cyl. opposés refroidis par air	145	124	98	4,7	3 000	764	820	676	146	1,01	30,8
	GO-435-A	6 cyl. opposés refroidis par air	200	124	98	7,5	3 400	1 212	820	752	209	0,80	34,6
<b>PRATT ET WHITNEY 4.800</b>	Wasp Junior R-985	9 cyl. en étoile refroidis par air	450	132	132	16,1	2 300	1 094	1 172		309	0,68	27,9
	Wasp R-1 340	9 cyl. en étoile refroidis par air	600	146	146	22	2 250	1 214	1 315		425	0,71	27,2
	Twin Wasp R-1 830	14 cyl. en double étoile refroidis par air	1 200	140	140	30	2 700	1 553	1 224		665	0,55	40
	Advanced Twin Wasp R-2 000	14 cyl. en double étoile refroidis par air	1 450	146	140	32,8	2 700	1 549	1 247		723	0,50	44,3
	Double Wasp R-2 800	18 cyl. en double étoile refroidis par air	2 400	146	152	45,9	2 700	2 247	1 334		1 070	0,45	52
	Wasp Major R-4 360	28 cyl. en quadruple étoile refroidis par air	3 000	146	152	71,5	2 700	2 457	1 334		1 538	0,61	42
	6-440C-5	6 cyl. inversés en ligne refroidis par air	200	105	140	7,2	2 450	1 351	556	850	170	0,85	27,8
<b>RANGER</b>	SG-V-770D-1	12 cyl. inversés en V refroidis par air	620	102	130	12,7	3 500	2 025	846	777	388	0,63	48,6
	Super Scarab 165	7 cyl. en étoile refroidis par air	175	117	108	8,2	2 250	775	945		155	0,88	21,3
	Super Scarab 185	7 cyl. en étoile refroidis par air	200	124	108	9,1	2 475	775	945		156	0,78	22
<b>WARNER</b>	Whirlwind R-760	7 cyl. en étoile refroidis par air	350	127	140	12,4	2 400	1 078	1 143		258	0,70	28,1
	Cyclone 7R-1 300	7 cyl. en étoile refroidis par air	700	155	160	21,3	2 600	1 224	1 323		431	0,62	32,9
	Cyclone 9R-1 820	9 cyl. en étoile refroidis par air	1 425	155	175	29,9	2 700	1 212	1 445		617	0,48	47,7
	Cyclone 14R-2 600	14 cyl. en double étoile refroidis par air	1 900	155	160	42,7	2 800	1 678	1 374		927	0,48	44,5
<b>WRIGHT</b>	Cyclone 18R-3 350	18 cyl. en double étoile refroidis par air	2 800	155	160	64,9	2 800	1 994	1 412		1 308	0,47	51

## TCHÉCOSLOVAQUIE

<b>ZLIN OTROKOVICE</b>	Percy III	4 cyl. en ligne refroidis par air	65				2 500						
	Mikron III	4 cyl. inversés refroidis par air	65	90	96	0,6	2 600	828	357	530	59	0,91	26,6
<b>WALTER</b>	Minor 4 III	4 cyl. inversés refroidis par air	105	105	115	1	2 500	1 082	399	630	90	0,86	26,4

tallation et de carenage entrent en ligne de compte pour déterminer l'économie réelle de chaque type.

Lorsque le moteur à explosions entraîne une hélice, il transforme l'énergie chimique du combustible en énergie mécanique sur l'arbre avec un excellent rendement. Mais le résultat est tout différent dans ses applications comme motoréacteur. Le rendement élevé tient, dans le premier cas, à ce qu'il travaille sur une faible quantité d'air, avec un taux de compression élevé et une proportion de combustible assez grande pour le porter à haute température. Ces conditions ne conviennent pas à la propulsion par réaction directe telle que l'envisageait Lorin ; la masse des gaz est trop faible et leur vitesse trop élevée.

Le moteur à explosions réchauffe bien un débit d'air beaucoup plus important que celui qui traverse les cylindres ; c'est l'air de refroidissement, direct ou indirect. Il lui transmet même une quantité de chaleur sensiblement équivalente à celle qu'il transforme en énergie mécanique. Mais l'échauffement est faible ; la compression également, lorsqu'on utilise seulement la vitesse de l'avion pour fournir la pression dans un divergent. Si bien que, malgré l'espoir mis dans le radiateur caréné « propulsif », on doit s'estimer heureux lorsque sa poussée compense sa traînée propre.

Pour que la température à l'entrée de l'ailetage ne dépasse pas les 800° à 850° C qu'il peut supporter, la turbine à combustion doit admettre un très gros excès d'air, 4 à 6 fois plus que le moteur à explosions pour la même quantité de combustible. C'est un inconvénient en ce sens que le rendement thermique de cette évolution à taux de compression modéré (moitié environ jusqu'ici de celui de moteurs à explosion) et température maximum également modérée ne peut être que faible. Mais, d'un autre côté, c'est un avantage du point de vue rendement propulsif que

d'éjecter une grosse masse de gaz à vitesse modérée.

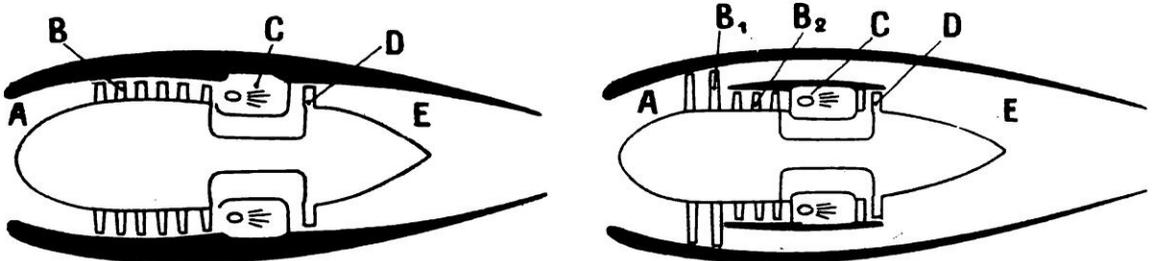
Il y a donc compensation, d'une part entre le rendement propulsif faible et le rendement thermique élevé du moteur à explosions utilisé en motoréacteur, d'autre part entre le rendement propulsif élevé et le rendement thermique faible de la turbine à combustion utilisée en turboréacteur. Le moteur à explosions ne bénéficie plus alors de la moins discutée de ses supériorités, qui est le bon rendement thermique.

Le moteur à explosions convient donc seulement aux vitesses faibles ou modérées des avions privés et de certains avions de transport, qui excluent l'emploi de la réaction avec un rendement acceptable. Aux vitesses très élevées où la réaction s'impose, la turbine à combustion s'impose également. Aux vitesses intermédiaires qui seront, entre autres, celles des avions de transport rapides de demain, la combinaison de l'hélice et de la turbine doit se généraliser.

Il ne faut cependant pas exclure les combinaisons de moteurs à explosions conduisant une hélice et utilisant à la fois son échappement et son air de refroidissement à un appoint de réaction. Certaines réalisations, à partir du moteur Pratt et Whitney, avec entraînement de l'air de refroidissement par l'échappement, ont déjà donné des résultats intéressants. La combinaison de l'échappement propulsif avec le refroidissement sous pression devrait, croyons-nous, faire mieux encore et étendre vers les grandes vitesses le domaine que le moteur à explosions continuera à se réserver.

## RENDEMENT THERMIQUE ET RENDEMENT PROPULSIF, POUSSÉE ET PUISSANCE

Dans tout système de propulsion, motoréacteur, turbopropulseur, turboréacteur



**TURBORÉACTEUR A FLUX UNIQUE ET TURBORÉACTEUR A DILUTION** — A gauche, l'air capté est comprimé par ralentissement dans le divergent A, puis dans le compresseur B, réchauffé dans la chambre de combustion C, détendu au travers de la turbine D, puis dans la tuyère convergente E ; à droite, l'air capté est comprimé par ralentissement dans le divergent A, puis dans le compresseur basse pression B<sub>1</sub> ; une partie passe dans le compresseur haute pression B<sub>2</sub>, est réchauffée dans la chambre de combustion C, détendue au travers de la turbine D ; elle est mélangée alors avec l'autre partie qui n'a traversé aucun de ces derniers organes, et l'ensemble est détendu dans la tuyère convergente E.

ou fusée, il faut distinguer entre le rendement thermique et le rendement propulsif. Le premier caractérise le rendement propre du moteur, le deuxième celui de la propulsion.

Le cas le plus simple est celui de la fusée.

La combustion dans la fusée correspond à la transformation d'énergie chimique en énergie cinétique ; cette transformation se fait avec un « rendement thermique », rapport de l'énergie cinétique des gaz éjectés à l'énergie chimique de la poudre, qui dépend de la pression dans le corps de fusée, de la pression ambiante, du tracé de la tuyère, des pertes de chaleur qu'on ne peut éviter ou qu'il faut tolérer pour maintenir le corps et la tuyère à une température qui ne compromettra pas leur résistance mécanique.

La propulsion de la fusée par réaction des gaz éjectés correspond à la transformation d'énergie cinétique en travail utile ; cette transformation se fait avec un « rendement propulsif », rapport du travail utile de propulsion, qui est lui-même le produit de la traînée de la fusée par son déplacement, à l'énergie cinétique des gaz éjectés ; il dépend essentiellement des vitesses respectives de ces gaz et de la fusée (1).

Le produit du rendement thermique et du rendement propulsif donne le « rendement global », rapport du travail utile de propulsion à l'énergie chimique de la poudre, d'où est éliminé cet intermédiaire qu'est l'énergie cinétique des gaz éjectés.

Le cas du turboréacteur est un peu plus compliqué en ce sens que l'air participant à l'évolution est emprunté à l'atmosphère au lieu d'être emporté avec l'avion ; il faut déduire de l'énergie cinétique des gaz éjectés celle que l'air possédait à son entrée dans le circuit.

Dans le cas du motopropulseur, le rendement thermique s'évaluera en rapportant le travail sur l'arbre à l'énergie chimique du combustible, et le rendement propulsif en rapportant le travail utile au travail sur l'arbre ; le rendement thermique est celui du moteur, le rendement propulsif celui de l'hélice.

Dans le cas enfin du turbopropulseur, la définition serait exactement la même que pour le motopropulseur, si la vitesse des gaz à l'échappement et leur effet de réaction pouvaient être négligés vis-à-vis de la traction fournie par l'hélice. D'ailleurs, même pour le motopropulseur avec échappement propulsif, cet effet de réaction n'est pas négligeable et peut donner à grande vitesse et altitude élevée jusqu'à 10 % de la puissance utile. Pour les turbopropulseurs construits jus-

qu'ici, 20 % environ de la puissance utile viennent de l'échappement. Dans les deux cas, il faudra donc, en toute rigueur, prendre comme intermédiaire auquel rapporter les rendements thermique et propulsif, la somme du travail sur l'arbre d'hélice et de l'énergie cinétique des gaz d'échappement.

La puissance d'un moteur à explosions s'exprime en chevaux, celle d'une fusée ou d'un turboréacteur s'évalue au contraire par la poussée qu'ils exercent, celle d'un turbo-propulseur s'exprime, comme celle du motopropulseur, en chevaux, sans qu'il soit possible d'ailleurs de supprimer la difficulté qui tient à la puissance à l'échappement, qu'il faudrait en toute rigueur exprimer par une poussée. Pourquoi ces différences et comment passer d'une évaluation à une autre ?

Là encore, le cas le plus simple est celui de la fusée. L'éjection des gaz de la poudre exerce une poussée absolument indépendante de la vitesse de la fusée ; c'est le produit de la masse de gaz éjectée à la seconde par la vitesse d'éjection. L'effet utile de ce mode de propulsion ne saurait s'exprimer autrement que par cette poussée. La puissance utile, produit de cette poussée par la vitesse de la fusée, prend toutes les valeurs possibles ; elle est nulle si on fait fonctionner la fusée au repos, très élevée si la vitesse de la fusée est très grande.

Le cas du turboréacteur ne diffère du précédent que par la constance seulement approchée de la poussée quelle que soit la vitesse. C'est ainsi que le Junkers « Jumo 004 » donne au sol une poussée de 910 kg au point fixe et de 795 kg à 900 km/h. Dans la mesure où l'on admet cette constance, le turboréacteur sera défini par cette poussée, la puissance qui lui correspond étant alors sensiblement proportionnelle à la vitesse. Il est aisé de passer de l'une à l'autre. Si l'on estime à 80% le rendement d'hélice du motopropulseur équivalent, 1 kg de poussée correspond à 2 ch de puissance à la vitesse de 432 km/h (1). A la vitesse double de 864 km/h, 1 kg de poussée correspondrait à 4 ch.

La constance approchée de la poussée du turboréacteur, quand la vitesse varie, ne s'étend pas à l'altitude. La poussée devrait diminuer sensiblement comme la densité de l'air ; en réalité, la chute est plus faible, parce que la baisse de température, quand l'altitude s'élève, permet d'accroître l'intervalle entre les températures extrêmes du cycle thermodynamique, et d'en améliorer le rendement. Néanmoins, le comportement en altitude reste l'une des grosses différences entre le moteur à explosions et la turbine à réaction ; le premier seul peut « rétablir » sa puissance, la turbine ne se prête pas à la suralimentation.

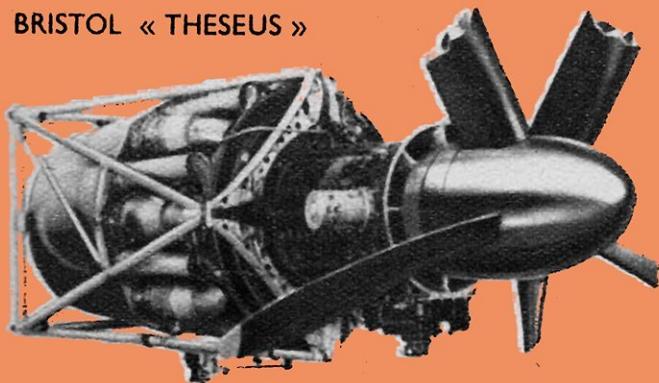
Si la puissance du turbopropulseur, comme celle du motopropulseur, s'évalue en chevaux,

$$(1) \quad \frac{1}{75} \times \frac{1 \times \frac{432\,000}{3\,600}}{0,8} = 2.$$

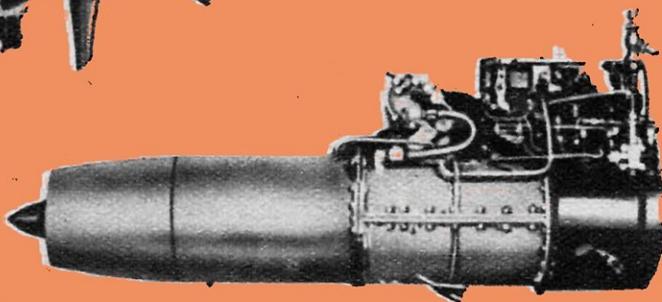
(1) Aux grandes vitesses que peut atteindre la fusée, il est préférable de définir le rendement thermique comme le rapport de l'énergie cinétique des gaz éjectés à l'énergie totale du combustible (somme de son énergie chimique et de son énergie cinétique). On évite ainsi le paradoxe d'un rendement de propulsion et d'un rendement global plus grand que l'unité. La correction est à faire, en toute rigueur, pour le combustible emporté dans les systèmes de propulsion utilisant l'air ambiant.

# TURBOPROPULSEURS ET TURBORÉACTEURS

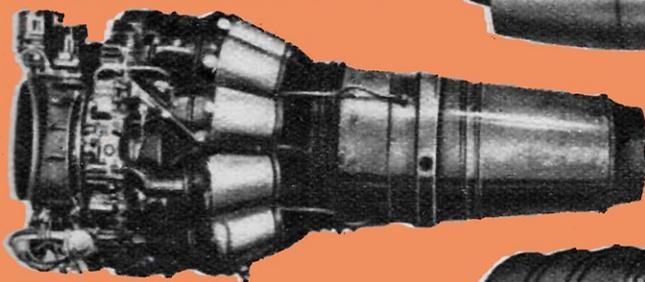
BRISTOL « THESEUS »



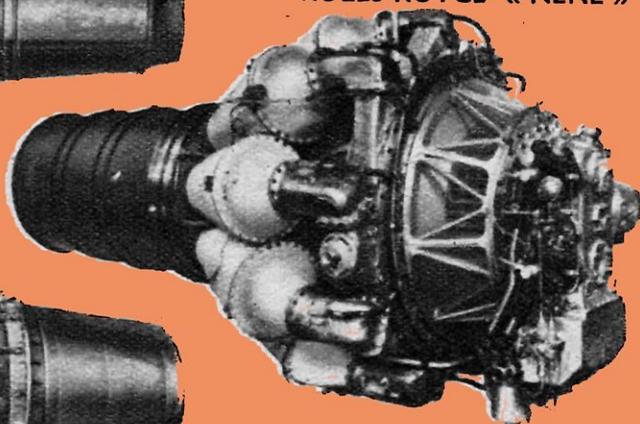
WESTINGHOUSE 9-5



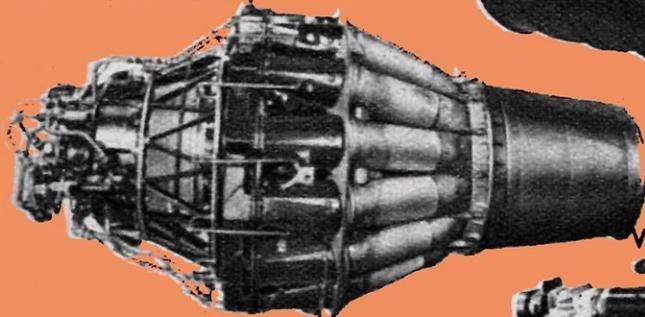
DE HAVILLAND « GHOST »



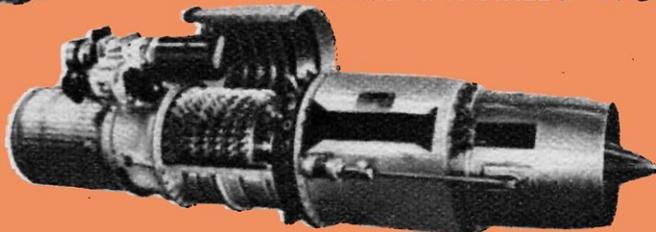
ROLLS-ROYCE « NENE »



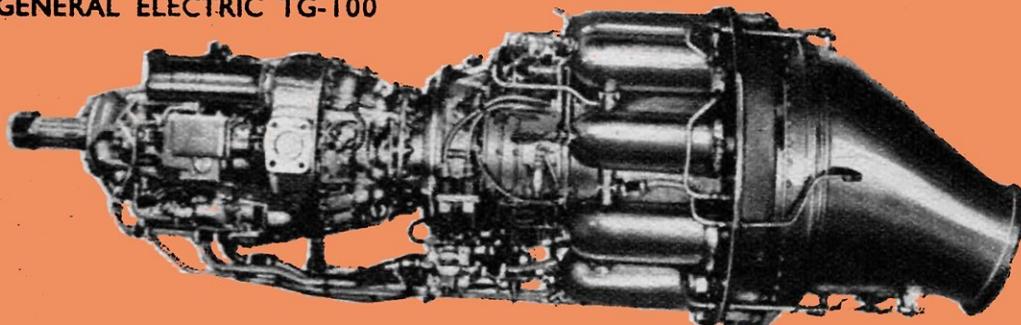
GENERAL ELECTRIC I-40



WESTINGHOUSE « YANKEE » 19-B



GENERAL ELECTRIC TG-100



une correction assez importante doit être faite pour tenir compte de l'effet de réaction à l'échappement, et l'estimation exige, pour être précise, l'indication de la vitesse à laquelle est fait le calcul. Par exemple, un turbo-réacteur qui transmet 2 000 ch à l'arbre d'hélice et 250 kg de poussée à l'échappement aura une puissance de 2 500 ch à 432 km/h, et une puissance de 3 000 ch à 864 km/h. La variation en fonction de la vitesse serait encore plus accentuée si, au lieu de cette répartition de puissance qui est à peu près celle d'un turbopropulseur pour avion de transport rapide, on considérait la répartition la plus favorable pour un avion militaire, où la part de la réaction est plus grande.

### LE DOMAINE DU MOTOPROPULSEUR, DU TURBOPROPULSEUR ET DU TURBORÉACTEUR

La figure page 23 donne la répartition généralement admise des domaines respectifs des trois types de propulsion.

Dans l'ordre des vitesses croissantes, le classement est le suivant : motopropulseur, turbopropulseur, turbo-réacteur ; la séparation se fait, au sol, vers 350 km/h, entre les deux premiers, vers 750 km/h entre les deux derniers. Le classement est le même dans l'ordre des altitudes croissantes ; le motopropulseur devrait être remplacé par le turbopropulseur dès que l'altitude dépasse 8 000 m, et le turbopropulseur par le turbo-réacteur dès qu'elle dépasse 14 000 m. Comme la vitesse augmente avec l'altitude, le motopropulseur peut atteindre près de 700 km/h à 8 000 m, vitesse qui est à peu près celle des

meilleurs types de monomoteurs et de bi-moteurs de chasse réalisés au cours de la guerre ; le turbopropulseur releverait la vitesse jusque vers 1 000 km/h et l'altitude vers 14 000 m ; le turbo-réacteur se réserverait le domaine dépassant ces chiffres.

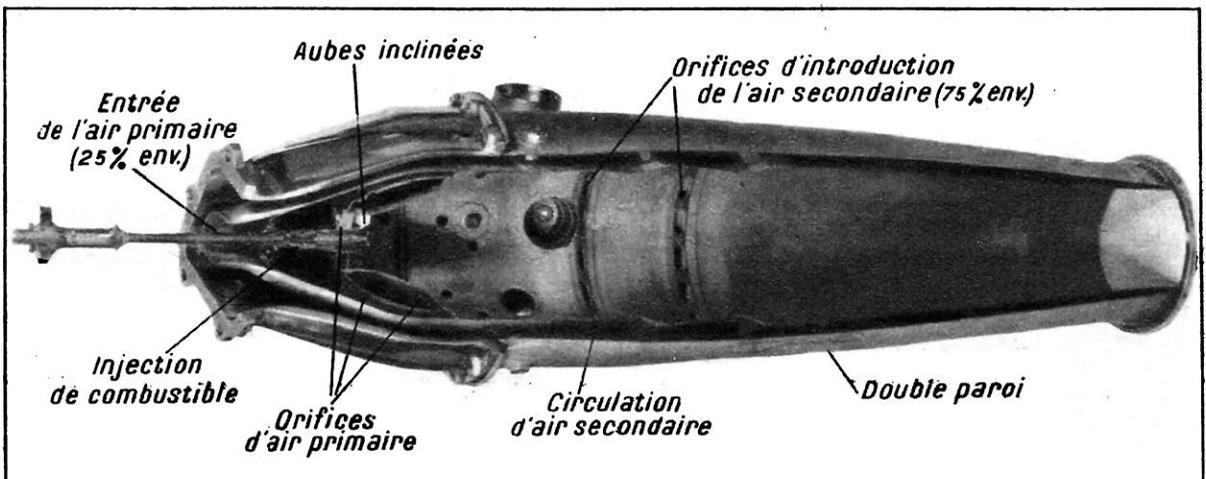
Le recouvrement est d'ailleurs très ample, toute la gamme de vitesses des avions de transport rapides peut être exploitée par le turbopropulseur comme par le motopropulseur ; celle des 800 à 1 000 km/h des avions militaires récents peut l'être aussi bien par le turbo-réacteur que par le turbopropulseur, comme le montrent les succès du **Lockheed « Shooting-Star »** dans la traversée de l'Amérique à ces vitesses.

Ces conclusions sur le domaine réservé aux différents types d'appareils propulsifs traduisent les conditions actuelles de leur fonctionnement, elles sont essentiellement révisables avec leurs progrès respectifs en rendement, en poids, en encombrement. N'est ce pas ceux des dix dernières années en compresseurs et en métallurgie des alliages résistants à haute température, qui viennent d'ouvrir à la turbine à combustion le champ de ses applications aéronautiques ?

Les progrès les plus limités seront vraisemblablement ceux du moteur à explosions. Le taux de compression a atteint une valeur qui ne laisse guère d'espoir d'améliorer beaucoup la consommation, même avec des carburants nouveaux. Encore faudrait-il, pour leur extension à l'aviation civile, qu'ils ne fussent pas trop coûteux or le prix du gasoil est un des gros avantages économiques des turbines.

Comme nous l'avons déjà indiqué, le progrès principal du motopropulseur serait le

**LA CHAMBRE DE COMBUSTION DU « GOBLIN »** comporte, comme toutes les chambres de combustion, une double paroi à l'intérieur de laquelle circule une partie de l'air qui se mélange progressivement à la flamme. L'air primaire arrive autour du brûleur, où des aubes lui impriment un mouvement tourbillonnaire qui contribue à la stabilité de la combustion en évitant les extinctions ; une autre partie pénètre radialement pour brasser les gaz de la flamme. L'air secondaire arrive tangentielllement pour éviter à la paroi interne de la chambre de combustion le contact de la flamme.



relèvement de l'effet de réaction à l'échappement, par combinaison avec le refroidissement direct, surtout avec le refroidissement sous pression. On peut espérer alors maintenir la place du moteur à explosions sur les parcours de 1 200 à 1 500 km, où son poids est payé en partie par l'économie de consommation et aux vitesses de croisière voisines de 500 km/h qui ne réclament pas des moteurs trop puissants. Telle est la voie où s'engagent les derniers bimoteurs de transport américains.

Les progrès possibles de la turbine à combustion sont beaucoup plus variés. Il y a d'abord ceux de la métallurgie, dont on attend toujours qu'elle livre des alliages résistant à 50° C de plus que ceux des dernières années, et qui satisfait ce désir de temps à autre. Il y a ceux de la turbine elle-même, dont Whittle évaluait le rendement à 70 % pour ses premiers essais et qui paraît bien devoir plafonner quelques années aux 88 à 90 % atteints sur les derniers modèles britanniques. Il y a ceux du compresseur qui ont été déterminants dans les premiers succès de la réaction ; bien qu'on ne soit pas tout à fait d'accord sur leur rendement, il semble qu'on atteignait dans les 85 % sur les meilleurs compresseurs axiaux allemands.

Dans le cas du compresseur, le gain réalisable est d'ailleurs double. On peut se borner à conserver le taux de compression et à relever le rendement d'ensemble dans le rapport où l'est celui du compresseur. On peut, mieux encore, relever le taux de compression optimum, donc le rendement du cycle. Le rendement du compresseur dépend, en effet, beaucoup du taux de compression ; il peut atteindre 92 % sur un étage alors que le rendement record ne dépasse pas 88 % pour un taux de compression de 3 à 4 avec neuf étages. C'est dans cette voie que se sont engagés successivement les techniciens allemands et britanniques depuis les premières réalisations, qui sont partis d'un taux de compression de 3 à 4 et qui envisagent aujourd'hui de le porter à 8 ou 10.

Un autre gain, plus important encore, sur le

rendement de cycle, serait la récupération de la chaleur perdue à l'échappement, qui apparaît sur le Bristol « Theseus ». L'échangeur entre l'échappement et l'air frais a d'ailleurs un autre avantage : le taux de compression optimum tombe alors à moins de 5, avec rendement élevé pour le compresseur.

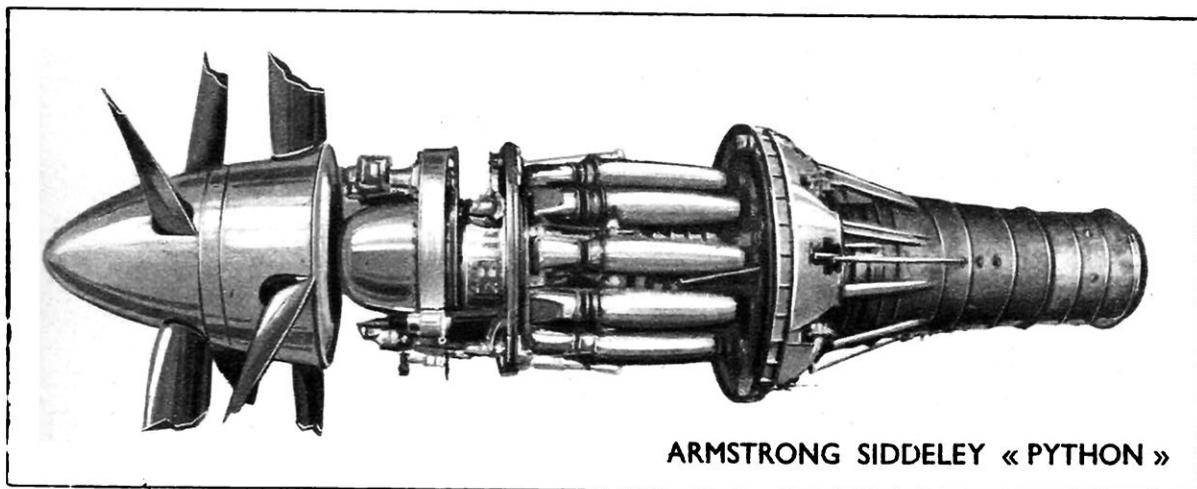
Des progrès importants ont été réalisés en matière de chambres de combustion ; les imbrûles, qui dépassaient 10 % sur les turbos allemands, descendent à moins de 2 % sur les dernières réalisations britanniques.

La séparation entre la vitesse accessible au turbopropulseur et celle qui serait réservée au turboréacteur dépend essentiellement des progrès de l'hélice. Si évidente qu'apparaisse la barrière du son au voisinage des 1.000 km/h pour une hélice où cette vitesse se compose avec la vitesse périphérique, on n'en a pas moins réalisé des hélices à rendement fort acceptable où les extrémités de pales fonctionnent sous un nombre de Mach supérieur à 1.

La répartition de la puissance entre l'hélice et la réaction dans le turbopropulseur pose un problème de même nature. Elle dépend dans de très grandes limites de la vitesse désirée, du rendement admis pour l'hélice, du rendement thermique de la turbine. Aux vitesses de 600 à 700 km/h, qui seraient à peu près exclusivement réservées au turbopropulseur, la part de l'hélice devrait atteindre les 90 %. Entre 800 à 900 km/h, zone où nous croyons que le turbopropulseur peut encore pénétrer, elle peut tomber à 50 % avec des hélices spéciales à grand nombre de pales et faible diamètre.

## LA TURBINE A FLUX UNIQUE ET LA TURBINE A DILUTION

Le plus simple des turboréacteurs est l'appareil « à flux unique » que représente la figure page 29. L'air, comprimé par ralentissement dans le divergent d'entrée du carénage, passe en totalité dans le compresseur axial, puis dans les chambres de combustion



ARMSTRONG SIDDELEY « PYTHON »

## TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS GR.-BRETAGNE

CONSTRUCTEURS	MODÈLE	DIAMÈTRE (mm)	LONGUEUR (mm)	POIDS (kg)	POUSSÉE (kg) ET PUISSANCE (HP)	CONSUMMATION
ARMSTRONG SIDDELEY	AS-X	1 067	4 267	862	1 180 kg	1,03 kg/kg/h
	« Python » (turbopropulseur)	1 385	3 454	1 365	1 219 HP + 520 kg	225 g par ch-h équivalent
	« Mamba »	675		337	1 000 HP + 150 kg	
BRISTOL	« Theseus » I (turbopropulseur)	1 245	2 692	1 048	1 950 HP + 230 kg	225 g par ch-h équivalent
DE HAVILLAND	« Goblin » II	1 270	2 553	680	1 360 kg	1,18 kg/kg/h
	« Ghost »	1 346	3 098,7	884,39	2 267 kg	1,05 kg/kg/h
ROY FEDDEN	(turbopropulseur)	680	1 870	340	1 305 HP 120 HP équiv.	300 g par ch-h équivalent
METROPOLITAN-VICKERS	F24	965	4 040	794	1 588 kg	1,05 kg/kg/h
ROLLS-ROYCE	« Derwent » V	1 092	2 110	567	1 814 kg	1,02 kg/kg/h
	« Nene » I	1 258	2 458	726	2 208 kg	1,06 kg/kg/h
	« Trent » I (turbopropulseur)			567	750 HP + 567 kg	

### U. S. A.

GENERAL ELECTRIC	I-16	1 054	1 829	385	725 kg	1,20 kg/kg/h
	I-40	1 321	2 616	839	1 814 kg	1,18 kg/kg/h
	TG-180			1 043	1 814 kg	
	TG-100			907	2 200 HP + 272 kg	
WESTINGHOUSE	« Yankee » 9-5	241	1 402	65	125 kg	1,7 kg/kg/h
	« Yankee » 19-B	483	2 655	367	685 kg	1,28 kg/kg/h

où il se réchauffe, dans la turbine où il se détend en travaillant et, enfin, dans le convergent de sortie qui l'éjecte à grande vitesse.

La figure représente également un deuxième système de turboréacteur dit « à deux flux » ou « à dilution », dont le principe présente quelques avantages sur celui du premier à la vitesse limite ou turboréacteur et turbopropulseur se concurrent.

L'air, qui s'est comprimé par ralentissement dans le divergent d'entrée, passe d'abord dans un premier compresseur basse pression. Il se divise à la sortie. Une partie suit le circuit habituel : compresseur haute pression, chambres de combustion, turbine ; une autre la rejoint directement à la sortie de la turbine. Le mélange est alors éjecté dans le convergent de sortie.

On reconnaît dans cette disposition une combinaison du turboréacteur normal et de l'hélice carénée transformée en compresseur telle que nous l'avons définie dans la première partie de ce chapitre. On peut donc espérer, par cette voie, conserver le bon rendement de l'hélice, jusqu'à des vitesses dépassant nettement la vitesse du son.

On peut se rendre compte autrement de

l'intérêt du turboréacteur à dilution. Le rendement thermique de la turbine dépend essentiellement, comme celui du moteur à explosions d'ailleurs, du taux de compression et nous avons indiqué que l'évolution vers les taux élevés est une des raisons principales de leurs progrès dans les toutes dernières réalisations. Mais, dans la turbine à flux unique, ce gain de rendement thermique se traduit par une éjection des gaz à vitesse accrue ; on perd en rendement de propulsion une bonne partie de ce qu'on gagne en rendement thermique.

Dans le turboréacteur à dilution, au contraire, on bénéficie à la fois du rendement thermique élevé, qui tient à la haute compression, et du bon rendement de propulsion, qui tient à l'éjection d'une grande masse de gaz et d'air à vitesse modérée. Le calcul montre que l'avantage est encore sensible aux vitesses d'avion de 1 000 à 1 200 km/h, à condition de diminuer la proportion d'air de dilution à mesure que la vitesse augmente.

La solution du turboréacteur à dilution a été proposée à plusieurs reprises. Elle a été réalisée pour la première fois sur le turboréacteur Metropolitan Vickers.



HANDLEY PAGE "HERMES"



CONSOLIDATED "CONVAIR" 37

# L'AVIATION DE TRANSPORT

**L'**ACCROISSEMENT des vitesses est un caractère commun à tous les moyens de transport. Mais, en aviation, loin de s'atténuer avec le temps, il semble s'accroître. Sur terre et sur mer, les vitesses ont atteint assez rapidement des valeurs ou elles plafonnent, et qui sont même parfois en regression ; dans les airs, la vitesse, la vitesse payante et non pas seulement celle d'un record, continue de croître plus rapidement entre 1940 et 1950 que dans la décade précédente, où l'on s'étonnait cependant de ses progrès par rapport à 1920 et 1930.

La vitesse commerciale des trains de voyageurs n'a guère varié depuis un demi-siècle, et, si les chemins de fer se décident à une amélioration qui est possible depuis longtemps, c'est à la concurrence de l'avion qu'on le devra. Il y aura bientôt un siècle que les paquebots ont dépassé les 20 nœuds ; ils atteignaient les 27 nœuds des 1910, et, après la pointe à 32 nœuds des « Normandie » et « Queen Mary », voici qu'on revient aux vitesses de 1900 avec les nouveaux programmes ; le paquebot réagit à la concurrence aérienne en sens inverse du chemin de fer.

L'avion poursuit au contraire sa course obstinée vers des vitesses de plus en plus élevées, sans augmenter ses tarifs et souvent même en les abaissant. Aux 300 km/h de 1939 succèdent les 450 km/h de 1946. En ce moment même, on achève des appareils à 650 km/h

de vitesse de croisière, sur des parcours de 6 000 km sans escale. Les projets d'avions de transport à 800 km/h se multiplient. Ces chiffres sont largement dépassés pour l'avion postal, et les prévisions du « Naca » (« National Advisory Committee for Aeronautics », principal organisme de recherches aéronautiques des Etats-Unis) pour les prochaines années portent sur 1 000 milles à l'heure, soit plus de 1 600 km/h.

L'aspect le plus curieux de l'évolution à laquelle nous assistons, c'est qu'au moment même où le relèvement des vitesses commerciales se généralise, un deuxième courant se manifeste qui vise à l'économie du transport par leur réduction. Si bien que, dans quelques années, aux **Douglas DC-3** et aux « **Clipper** » à 300 km/h, qui satisfaisaient également en 1939 la clientèle des petits parcours et celle des traversées transatlantiques, nous verrons se substituer les **Miles « Aerovan »** à 200 km/h, les **Lockheed « Constellation »** à 450 km/h, les **Republic « Rainbow »** à 640 km/h, en attendant les avions de 800 à 1 600 km/h.

La faculté d'adaptation aux grandes vitesses est donc en réalité, pour l'avion, une faculté d'adaptation à une gamme très étendue de vitesses, sans grosse différence d'économie entre l'avion lent et l'avion rapide. Telle est la principale caractéristique du transport aérien, et c'est en quoi il diffère beaucoup des transports terrestres et maritimes

## L'ACCROISSEMENT DES VITESSES

Aux plus fortes des vitesses commerciales réalisées à ce jour, la résistance aérodynamique de l'auto et du train commence à prendre le pas sur la résistance de roulement. Si l'on entreprenait de lancer les voitures à 150 km/h sur autostrades et les trains à 180 km/h sur voies spécialement établies, et si l'on supposait résolus les difficiles problèmes d'infrastructure, la résistance de l'air serait un obstacle sérieux qui imposerait des puissances de moteurs et des consommations de combustible incompatibles avec une exploitation économique.

Pour le navire, l'obstacle qu'est la résistance de l'eau apparaît bien avant celui de la résistance de l'air. Il impose à la fois les très gros tonnages, car la résistance du navire très rapide dépend avant tout de sa longueur, les très grosses puissances et les très grosses consommations. A 32 nœuds, les longueurs

de près de 300 m, les tonnages de 80 000 t. et les puissances de 150 000 ch conduisent à des navires de la classe des « Normandie » et « Queen Mary », déjà coûteux de construction et d'exploitation. On a présenté des projets en 35 nœuds, mais sans leur donner suite ; les 40 nœuds sont économiquement irréalisables, et ce n'est là cependant qu'une vitesse dix fois inférieure à celle des derniers projets d'avions transatlantiques.

Le caractère commun de la résistance rencontrée par les véhicules terrestres et maritimes dans le fluide où ils se déplacent, est d'être sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse ; la consommation de combustible variera de la même manière, pendant que la puissance devra croître comme le cube de la vitesse. Ce qui s'oppose à son augmentation, c'est à la fois le poids du moteur, son prix et sa consommation, quand la loi

de croissance est aussi rapide. Le coût des transports terrestres et maritimes s'éleve beaucoup trop rapidement avec leur vitesse.

Au contraire, la résistance aerodynamique de l'avion se compose de deux termes dont le rôle comme la loi de croissance sont tres différents.

La résistance de la voilure est inseparable de sa sustentation. Mais cet élément de la résistance totale, qui en est la fraction la plus importante, décroît à mesure que la vitesse croît et que diminue l'incidence de l'aile nécessaire pour obtenir une sustentation égale au poids, cela du moins jusqu'à l'incidence du maximum de finesse. C'est seulement ensuite que la résistance de voilure augmente, suivant une loi moins rapide que le carré de la vitesse, avec une croissance assez lente au début. Mais on s'arrange pour avoir à pénétrer le moins avant possible dans cette zone.

La resistance passive, celle du fuselage et des fuseaux moteurs, suit la même loi de proportionnalité au carré de la vitesse que celle des véhicules terrestres et maritimes. Elle n'a été jusqu'ici qu'une fraction faible de la résistance totale des avions de transport et son effet a relativement peu d'importance.

Dans une zone étendue qui va de la vitesse de decollage à la plus élevée des vitesses de croisière, inférieure d'environ 15 %, à la vitesse maximum, la résistance de l'avion

de transport ne varie guere ; elle décroît d'abord jusqu'au voisinage de la vitesse de croisière la plus économique (dont la valeur dépend également, pour une part plus faible, du rendement du moteur qui est fonction de son régime et de sa puissance) ; elle croît ensuite, mais sans s'éloigner beaucoup, dans l'ensemble, de la résistance minimum. La puissance est alors, dans toute cette zone, sensiblement proportionnelle à la vitesse en même temps que la consommation en est indépendante. C'est une loi très différente de celle qui régit résistance, puissance et consommation des moyens de transport terrestres et maritimes, et qui explique qu'on puisse faire varier, dans une large mesure, leur vitesse d'exploitation sans trop sacrifier l'économie.

L'affirmation que la resistance d'un fuselage d'avion vers 500 km.h n'est qu'une fraction peu importante de la résistance totale de l'appareil, quand celle d'une locomotive à 180 km/h serait prohibitive, peut sembler paradoxale. Elle s'explique en grande partie par le rôle de l'altitude de navigation, sur lequel nous allons revenir. Mais il n'en reste pas moins exact que le fuselage du gros avion de transport est beaucoup mieux dessiné que la plus aérodynamique des automobiles, et permet d'atteindre des vitesses qu'on ne saurait demander à celle-ci, du seul point de vue la forte résistance dans l'air.

## LE ROLE DE L'ALTITUDE

Le raisonnement précédent s'applique à un avion donne naviguant à vitesse variable et altitude constante, au voisinage du sol par exemple. La zone de vitesses ouverte à une exploitation économique s'étend des qu'on peut adapter l'altitude de navigation. En effet, sustentation et résistance varient comme la densité de l'air et le carré de la vitesse. Pour une incidence donnée de la voilure, une sustentation constante, égale au poids, exigera une vitesse d'autant plus grande que la densité de l'air sera plus faible, la vitesse augmentera avec l'altitude en raison inverse de la racine carrée de la densité.

Comme la variation d'incidence au voisinage du maximum de finesse, la navigation à plus grande altitude permet de relever la vitesse sans augmenter la résistance. Si celle-ci reste constante, à incidence donnée, quand l'altitude et la vitesse croissent, la consommation kilométrique et le rayon d'action ne varieront pas ; il en est ainsi, en particulier, pour l'incidence de plus grande finesse, qui donne la consommation minimum et le rayon d'action maximum. La navigation à plus grande altitude est donc un moyen d'augmenter la vitesse, sans modifier ni la consommation, ni le rayon d'action.

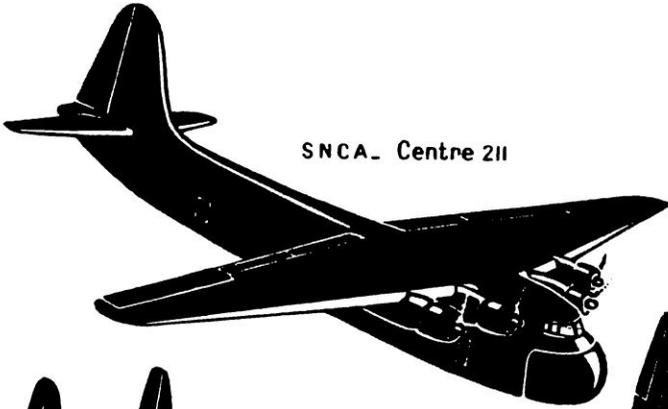
Mais la puissance, produit, au rendement d'hélice près, de cette résistance constante par une vitesse accrue, doit être augmentée dans le même rapport que cette vitesse.

L'altitude ne croîtra que jusqu'à la limite permise par la puissance installée à bord.

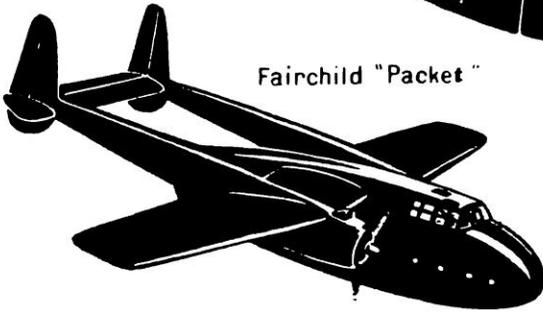
Le gain de vitesse avec l'altitude de navigation n'est pas aussi gratuit que semble l'indiquer le raisonnement précédent, qui suppose les poids, les caractéristiques aerodynamiques, la finesse et les rendements de moteur et d'hélice inchangés. Or, l'équipement de l'avion en vue du vol à grande altitude est assez lourd, de même que les compresseurs des moteurs ; les radiateurs ou les dispositifs de refroidissement direct de ceux-ci sont plus développés et plus résistants ; la finesse de l'avion décroît dès que la vitesse atteint la moitié de celle du son, en même temps que cette vitesse du son baisse quand l'altitude se relève, car elle varie comme la racine carrée de la température absolue (température comptée à partir du « zero absolu » — 273° C environ). Le rendement du moteur diminue en général, exception devant être faite en faveur de la turbine à gaz qu'on trouve avantage à alimenter avec un air plus froid ; le rendement de l'hélice baisse pour la même raison que la finesse de la voilure.

Le vol à grande altitude n'en est pas moins une caractéristique indispensable des avions rapides. C'est un des points où l'aviation de transport est longtemps restée en retard sur l'aviation militaire. Les moteurs à compresseur et leur application à la chasse, puis au bombardement, sont antérieurs à 1930, quand

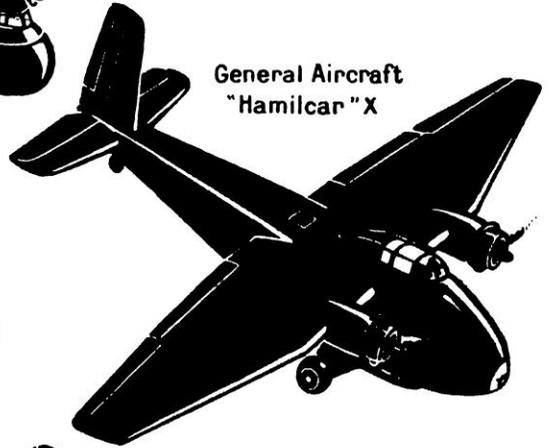
# AVIONS CARGOS



SNCA Centre 211



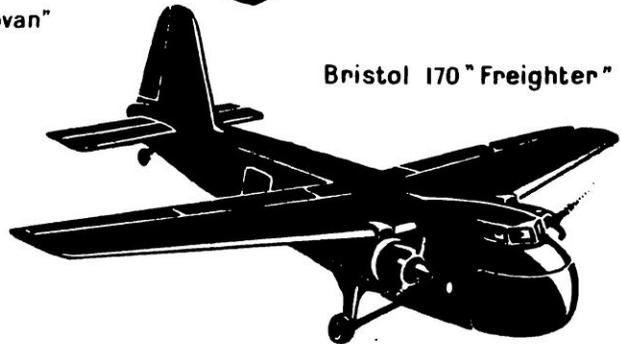
Fairchild "Packet "



General Aircraft  
"Hamilcar" X



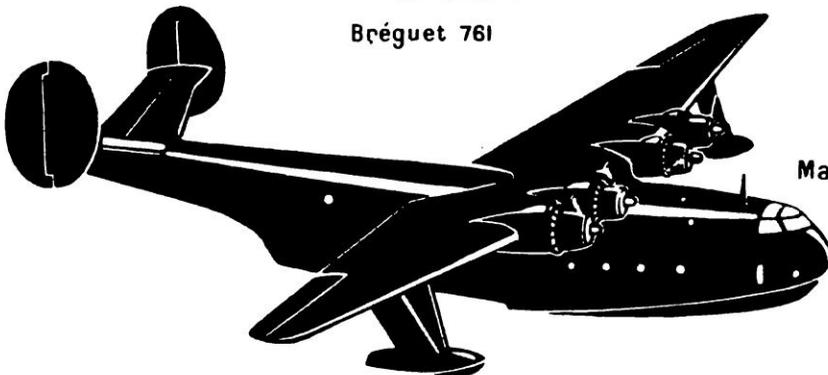
Miles "Aerovan"



Bristol 170 "Freighter"



Bréguet 761



Martin "Mars"

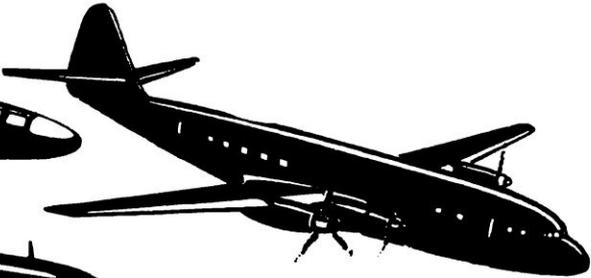
# AVIONS TRANSATLANTIQUES



Avro "York"



Republic "Rainbow"



SNCA-Sud-Est 2010



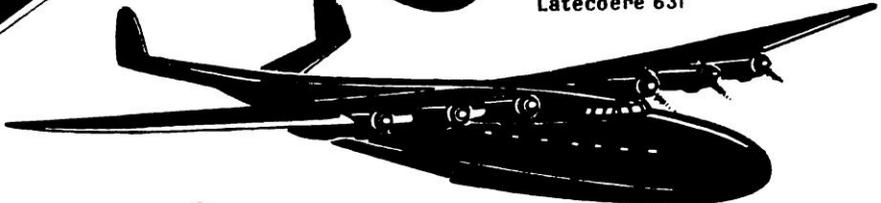
Boeing 377 "Strato cruiser"



Short "Shetland"



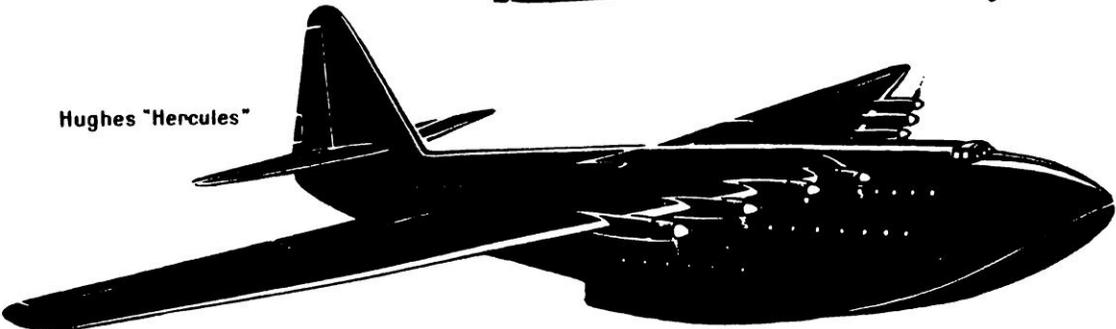
Consolidated-Vultee  
"Convair" 37



Latécoère 631

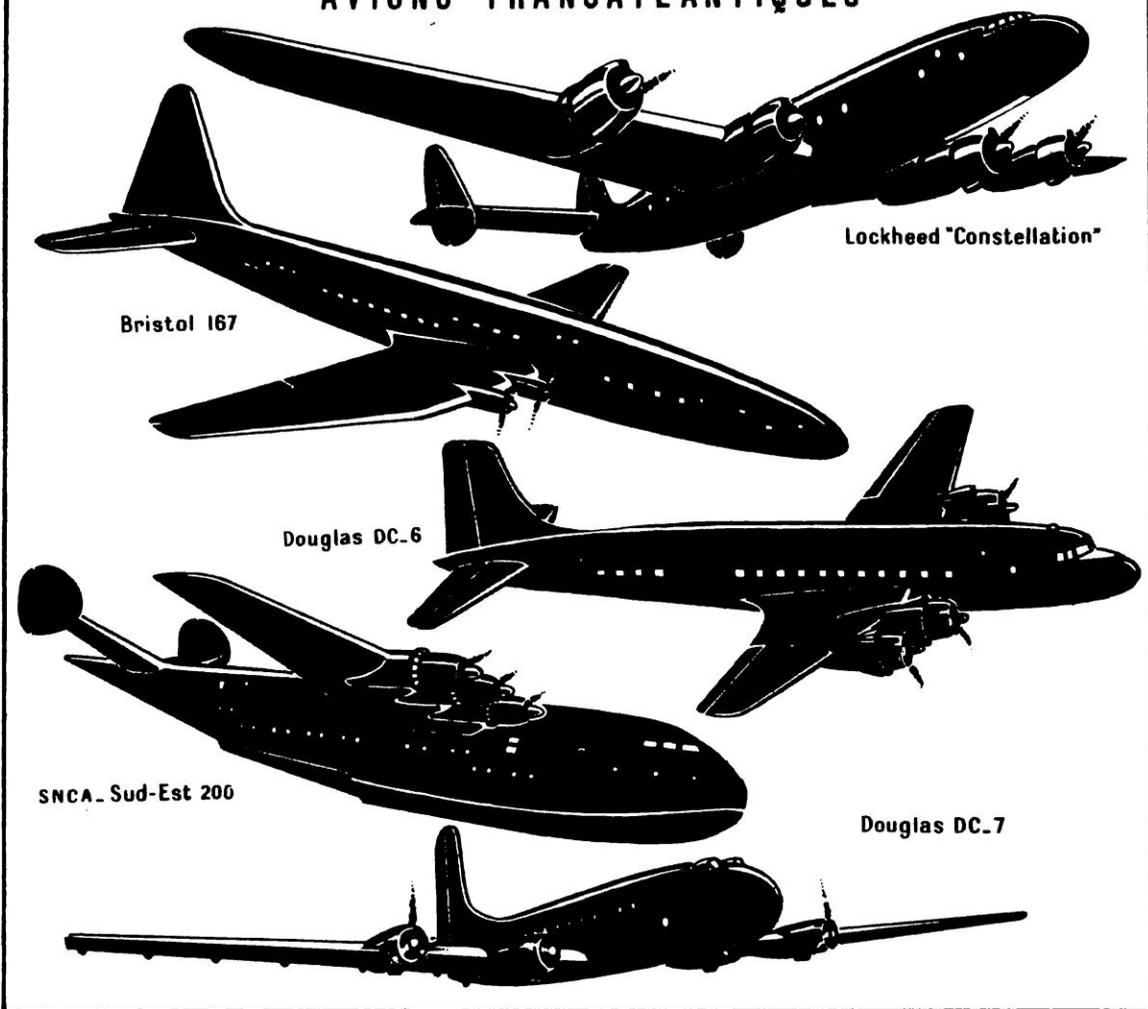


Douglas DC-4



Hughes "Hercules"

## AVIONS TRANSATLANTIQUES



les avions commerciaux les utilisant, adaptés au vol substratosphérique, puis stratosphérique, ne datent guère que de 1940.

Le rendement commercial du relevement d'altitude n'apparaît d'ailleurs que sur les

longs parcours à cause de l'influence relative des périodes de montée et de descente. D'autre part, l'intérêt de la vitesse pour le passager s'accroît notablement avec la distance

## LE RÔLE DE LA CHARGE ALAIRE

Le relevement de la charge alaire, pour une altitude de navigation et une incidence données, est un autre moyen d'augmenter la vitesse. La sustentation d'une voilure est en effet, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à sa surface ; c'est pourquoi, pour la maintenir constante et égale au poids, il sera nécessaire de relever la vitesse lorsqu'on réduira cette surface.

Comme pour les autres moyens d'augmenter la vitesse en laissant la résistance sensiblement constante, il est indispensable de relever la puissance. Cette nécessité apparaît plus impérieuse encore dans ce cas ; comme la vitesse de croisière, la vitesse de décollage augmente dans le rapport de la racine carrée de la charge alaire, le relevement de la

puissance est indispensable pour que l'avion décolle dans la limite de longueur fixée. Le même inconvénient se retrouve à l'atterrissage, mais sans remède cette fois ; il faut se résigner à atterrir plus vite, et réduire la longueur d'atterrissage par des freins sur roues ou des hélices réversibles. Pour les avions destinés à desservir des terrains exigus, cette seule considération limitera souvent la charge alaire.

L'augmentation de charge alaire n'a pas seulement des avantages au point de vue de la vitesse ; elle réduit le poids du planeur, elle augmente le tonnage optimum. Si des avions de 100 tonnes et plus sont aujourd'hui en construction, quand les avions de 40 tonnes étaient inutilement gros vers 1925,

c'est que les charges alaires acceptées ont été multipliées par quatre.

Si l'effet de ce relèvement sur la vitesse est favorable, il n'améliore pas nécessairement le rendement commercial. Le poids accru des moteurs joue en sens inverse de l'économie sur le planeur, et la charge payante peut diminuer. Au total, le prix de revient de la tonne kilométrique varie assez peu dans de très grandes limites, par exemple, de 3 à 4 % entre deux valeurs de la charge alaire différant du simple au double et encadrant la valeur optimum. Mais l'intérêt de la vitesse n'en subsiste pas moins, qui peut faire pen-

cher la balance en faveur de l'avion très chargé, notamment sur les longs parcours.

La forte charge alaire est donc, comme la navigation à grande altitude, une caractéristique essentielle des avions rapides. Les charges de 250 kg, 300 kg et plus au mètre carré sont aujourd'hui courantes. Sur ce point, les progrès des aviations commerciale et militaire ont marché de pair. Entre le **Douglas DC-3** et les bimoteurs légers pour petits parcours, qui font aujourd'hui entre 450 et 500 km/h, la différence essentielle est seulement une charge alaire accrue.

## L'ALLONGEMENT ET LA FINESSE

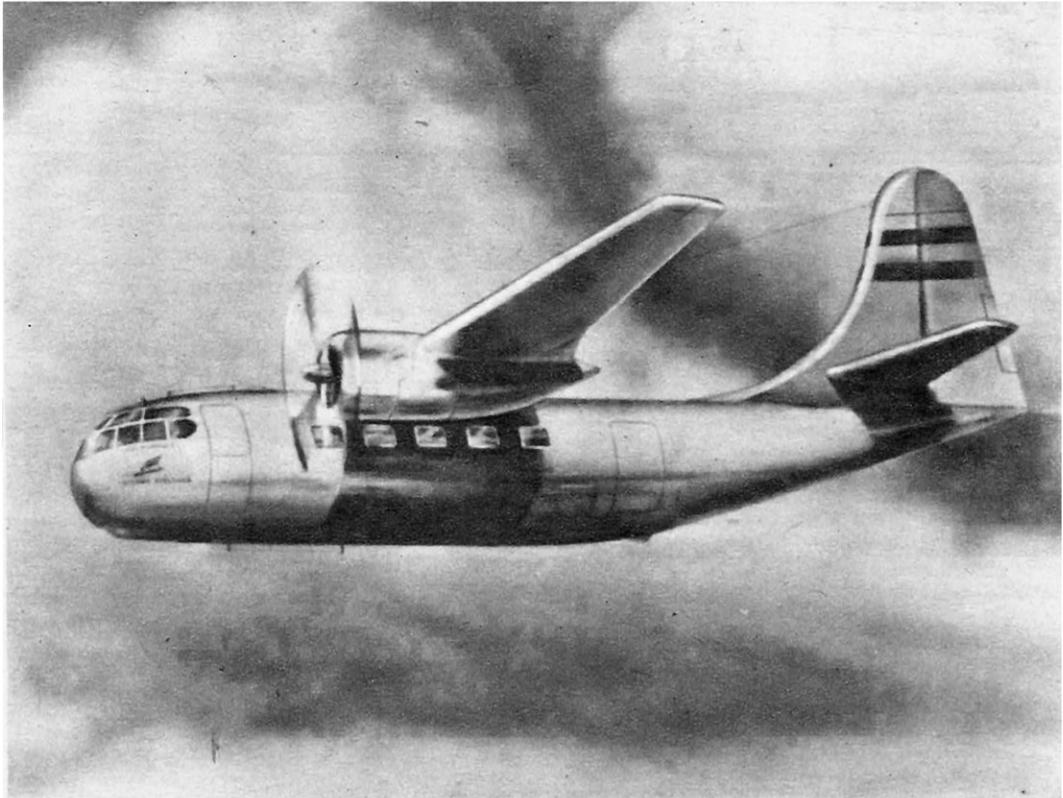
Tout ce qui contribue à améliorer la finesse en diminuant la traînée augmente la vitesse.

Trains rentrants et dispositifs hypersustentateurs sont utilisés depuis longtemps à cette fin, et l'aviation de transport a été sur ce point une initiatrice avec le **Douglas DC-2**. Parmi les progrès les plus récents, on doit signaler l'augmentation de l'allongement, qui a atteint sur quelques appareils récents des valeurs inusitées.

En augmentant l'allongement, on diminue la traînée, mais on augmente le poids de la voilure. Il y a donc une valeur optimum de cet allongement qui dépend de nombreux facteurs : vitesse et tonnage de l'appareil,

charge alaire, légèreté relative de la construction, longueur des étapes. Le succès des allongements élevés admis aujourd'hui tient à la variation de ces facteurs au cours des dernières années. L'augmentation des charges alaires, la réduction récente des coefficients de sécurité pour les avions de gros tonnage, qui diminuent toutes deux les poids de voilure, le relèvement moyen des longueurs d'étape qui augmente la part du combustible dans la charge utile et l'intérêt de son économie, favorisent les grands allongements. Certains constructeurs, Douglas notamment, les ont portés à des valeurs inusitées : le **DC-4** a un allongement de près de 10 ; le **DC-8**,

**BOEING 417 — Bimoteur de transport pour vingt à vingt-quatre passagers 300 km/h.**

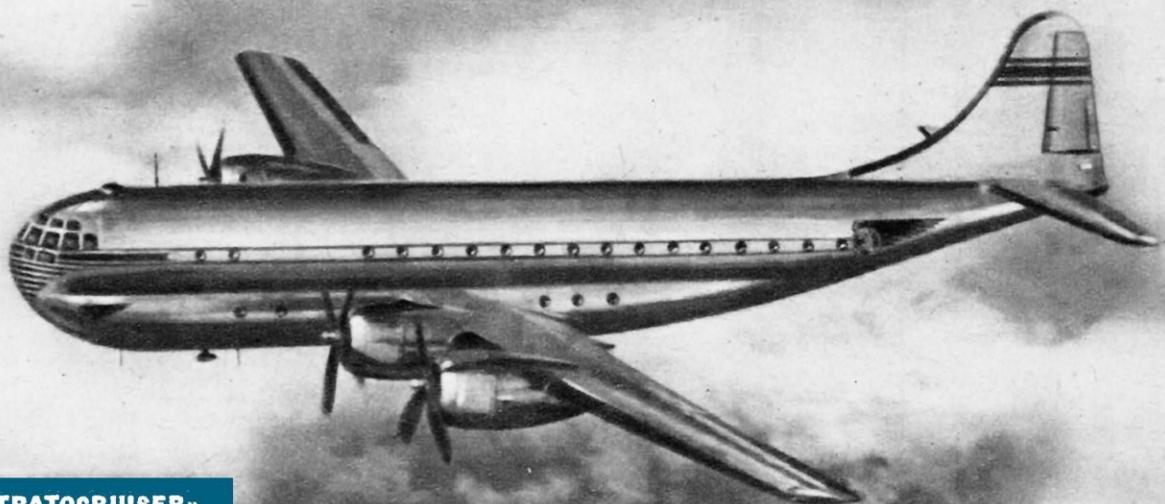




**CONSOLIDATED VULTEE**  
**« CONVAIR 240 »** — Bimo-  
teur pour quarante passag.



**MARTIN 202 « MERCURY »**  
Avion à trente passagers  
pour « lignes d'apport ».



**BOEING « STRATOCRUISER »**  
Version de transport des  
« Superfortress » B-29.

# AVIONS DE TRANSPORT - U. S. A.

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	ENTR. (m)	LONG. (m)	NOBRES DE PASSAGERS	VOLUME DES SOUTES (m <sup>3</sup> )	CHARGE PAYANTE (kg)	POIDS TOTAL (kg)	MOTEURS	PUISS. (ch)	VITESSE MAX. (km/h)	HAUTEUR DE VOL (m)	RAYON D'ACTION (km)	OBSERVATIONS
BEECHCRAFT	D-18 C	14,50	10,85	6		544,30	4 252	2 Continental 5-9A de 525 ch	1 050	360	2 600	1 500	
	D-18 S	14,50	10,85	6		544,30	3 650	2 Pratt et Whitney Wasp Junior SD-8 de 450 ch	900	340	3 050	2 000	
	377 "Stratocruiser"	48,08	23,80	70 à 105	25,50	12 000	61 250	4 Pratt et Whitney de 8 500 ch	14 000	565	6 100	6 400	
BOEING	417	26,42	18,30	20 à 24		2 494	8 324	2 Wright 744-4 BA-1 de 1 070 ch	2 140	328		1 300	
	431-17	30,79	22,15	30		4 900	18 600	4 Wright Cyclone de 1 200 ch	4 800	407	8 050	885	
	431-16	29,26	22,15	30		3 630	16 330	2 Pratt et Whitney Double Wasp de 2 100 ch	4 200	406	3 050	765	
	240	26,62	21,34	40			15 400	2 Pratt et Whitney Double Wasp de 2 100 ch	4 200	480	4 570	850	
CONSOLIDATED VULTEE	37	70,10	55,62	204		27 000	145 150			547		6 700	
	39 "Liberator Liner"	33,50	27,40	48		8 390	28 490	4 Pratt et Whitney Twin Wasp de 1 100 ch	4 400	320		4 000	Version de transport du "Liberator" R-24
	PBY-3 A			22		1 200	12 700					1 580	Version de transport de l'hydravion amphibie militaire PBV-3 A
DOUGLAS	DC-4	35,80	28,60	44			33 112	4 Pratt et Whitney R-2 000 de 1 100 ch	4 400	392	3 050	2 400	Version passagers
	DC-6	35,80	30,68	52	103,34	10 296		4 Pratt et Whitney R-2 800 de 2 100 ch	8 400	382		2 400	Version transport de fret
	DC-7	32,80	37,40	108			38 102	4 Pratt et Whitney Wasp Major R-4 360 de 3 000 ch	12 000	426	3 050	4 120	
	DC-8	33,58	23,72	48		7 057	17 920	2 Allison V-1 710 de 1 490 ch	3 260	435	3 050	4 200	2 hélices coaxiales propulsives; moteurs tandem

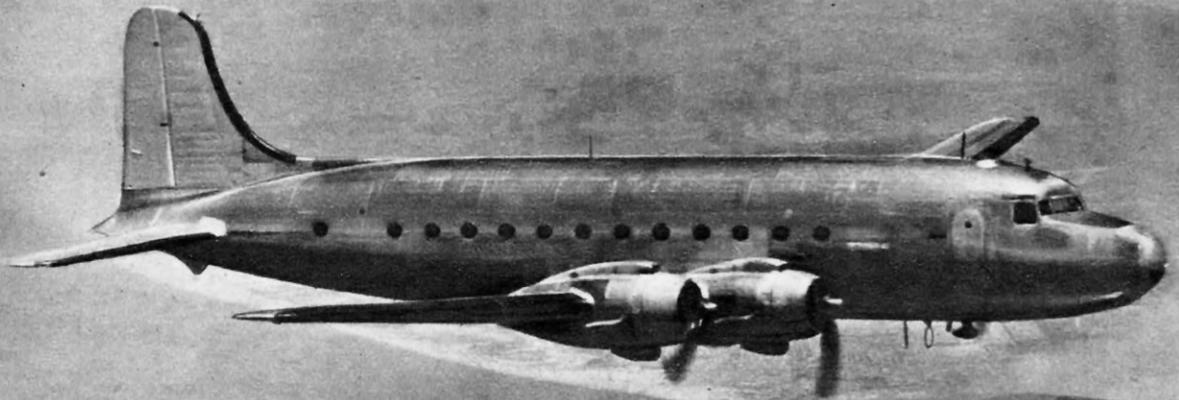
# AVIONS DE TRANSPORT - U. S. A. (suite)

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	EMBR. (m)	LONG. (m)	HAUT. (m)	VOLUME DES SOUTES (m³)	CHARGE PAYANTE (kg)	POIDS TOTAL (kg)	MOTEURS	PUISS. (ch)	PUISS. MAX. (hp/h)	PLAFOND (m)	RAYON D'ACTION (km)	OBSERVATIONS
FAIRCHILD	« Packet » G-82	82,10	23,70		80,50	5 900	22 680	2 Pratt et Whitney R-2 800 de 2 100 ch	4 200	820	3 050	2 450	
	« Mallard »	20,32	14,73	6		1 000	5 448	2 Pratt et Whitney de 600 ch	1 200	290		1 830	Hydravion amphibie
HUGHES		26,44	20,05	18		2 720	8 390	2 Pratt et Whitney Twin Wasp Junior R-1 855 de 825 ch	1 650	300	1 500		
	HK-1 « Hercules »	96	67	400		65 000	180 000	8 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 500 ch	28 000	280		5 680	Hydravion
	75 « Saturn »	22,56	15,16	14	5,50	1 298	6 125	2 Continental GRQ-A de 525 ch	1 050	822	3 000	640	
LOCKHEED	« Constellation »	37,49	28,98	60		9 100	45 370	4 Wright Cyclone de 2 500 ch	10 000	560		4 800	
	L-89 « Constitution »	60,96	47,24	180		35 000	84 650	4 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 500 ch	14 000	381			
	170 « Mars » JRM-1	60,96			113,60	9 980	65 800	4 Wright Cyclone de 2 000 ch	8 000	290		5 700	Hydravion
MARTIN						22 930	79 800	4 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 000 ch	12 000	329		3 841	
	202 Mercury	24,64	20,30	30	11,05	4 978	15 195	4 Pratt et Whitney Double Wasp de 2 100 ch	8 400	409	3 050	800	Version mixte
							15 558						Version mixte
REPUBLIC							15 558						Version mixte
	304	27,23	21,74	36			17 000	2 Pratt et Whitney Double Wasp de 2 400 ch	4 800	480	4 880		Version dérivée du 303
	RC-2 « Rainbow »	39,37	30,10	46		5 200	17 000	2 turbines à gaz G. E. avec hélices		595			
						3 850	51 870	4 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 250 ch	13 000	643	12 200	6 680	

**DE HAVILLAND « DOVE »**  
Bimoteur léger de transport  
pour huit à onze passagers.



**DOUGLAS DC-4** — Un des  
plus modernes quadrimoteurs  
de transport (44 pass).



**HANDLEY PAGE « HAL-  
TON »** — Version de  
transport du « Halifax ».





**DOUGLAS DC-6 — Dérivé du « Douglas » DC-4 avec quatre moteurs de 2 100 ch.**

bien qu'il soit fait pour des étapes moindres, a un allongement de 11,8. Une grosse part du rendement élevé de ces appareils tient principalement à ce choix.

En sens inverse, on doit noter sur certains appareils un retour à des solutions plus légères et moins coûteuses au détriment de la finesse. Le train fixe réapparaît sur les avions lents ; des dispositions assez résistantes destinées à l'amélioration du chargement des avions-cargos, par l'avant ou l'arrière, connaissent un certain succès.

Il est bien évident que l'intérêt de l'affinement dépend de la vitesse et que les solutions obligatoires sur l'avion rapide ne s'imposent pas nécessairement sur l'avion lent. C'est le cas, en particulier, de celles dont la contre-partie est un alourdissement, comme l'augmentation d'allongement que nous venons d'examiner, ou le train d'atterrissage escamotable. Cependant, il semble

bien que l'on soit allé un peu loin dans la voie de la simplification avec le retour au train fixe sur des avions qui doivent faire de 200 à 250 km/h de croisière, Il y a quelque illogisme à supprimer le train escamotable sur des avions de transport qui doivent voler douze ou quinze heures par jour, au moment où on l'introduit sur des avions privés moins rapides et dont la durée probable de vol se prête beaucoup moins à son amortissement.

La finesse paie même sur l'avion lent. Telle est, croyons-nous, la leçon des nombreux appareils de transport offerts à la clientèle à un prix assez élevé et dont une étude approfondie fait cependant ressortir l'économie. Les « finitions spéciales » des surfaces et les nombreux dispositifs hypersustentateurs, aussi onéreux que compliqués, se justifient très largement des qu'ils réduisent la traînée de quelques centièmes.

## DU CARGO LENT AU TRANSATLANTIQUE RAPIDE

Les possibilités ouvertes au relèvement des vitesses de croisière par l'augmentation de l'altitude de navigation, de la charge alaire, de la finesse de l'appareil, ne signifient pas que tous les avions de transport doivent participer à la course qui nous conduira demain

aux 600 à 800 km/h de croisière, pour ne rien dire des avions postaux à vitesse supersonique. Les remarques précédentes visent seulement à montrer que l'économie d'exploitation n'est pas très différente pour l'avion rapide et l'avion lent, et que les vitesses nou-

# AVIONS DE TRANSPORT - GRANDE-BRETAGNE

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	ENVERB. (m)	LONG. (m)	HAUT. (m)	VOLUME DES SOUTES (m <sup>3</sup> )	CHARGE PAYANTE (kg)	POIDS TOTAL (kg)	MOTEURS	PUISS. (ch)	VITESSE MAX. (km/h)	PLAFOND GÉNÉRAL (m)	RAYON D'ACTION (km)	OBSERVATIONS
<b>AIRSPEED</b>	« Ambassador » AS-57	35,05	24,45	3,6	8,54	4 263	20 412	2 Bristol Centaurus de 2 500 ch	5 000	386	6 096	1 609	
	« Consul »			2,6	9,27	4 940		2 Armstrong Siddeley de 375 ch	750	253	3 050	1 390	Version transport du bimoteur d'entraîne- ment « Oxford »
<b>AVRO</b>	« Lancaster »	31,09	23,42	9	9,3	2 200	29 500	4 Rolls Royce Merlin de 1 250 ch	5 000	466	6 096	5 150	Version de transport du bomb. « Lancaster »
	« York »	31,09	23,77	24			29 500	4 Rolls Royce Merlin de 1 250 ch	5 000	349	3 050	6 450	
	« Tudor » I	36,57	24,14	24	10,5	3 550	34 900	4 Rolls Royce Merlin de 1 850 ch	7 400	442	3 050	3 895	
	« Tudor » II	36,57	32,17	40	5	9 150	34 550	4 Rolls Royce Merlin de 1 770 ch	6 080	370	6 096	3 940	Version passagers
<b>BRISTOL</b>	170	30	21,60	32		3 216	16 600	2 Bristol Hercules 181 de 1 675 ch	2 350	290	1 520	804	Version fret Wayfarer », version passagers Freighter », vers. fret
	107	70	54	50 à 80	64,60	4 572	16 600	8 Bristol Centaurus de 2 500 ch	20 000	400		8 000	
<b>CUNIFFE OWEN</b>	« Concordia »	17,37	13,46	10		1 860	4 980	2 Alvis Leonides LE-2-M de 500 ch	1 000	805	2 180	1 980	
<b>DE HAVILLAND</b>	« Dove » DH-104	17,4	12	8	1,90	847	3 859	2 Gipsy Queen 71 de 380 ch	660	249	1 525	805	
	« Hermes »	34,44	24,88	50	6,2	8 200	34 000	4 Bristol Hercules de 1 675 ch	6 700	457	6 910	3 200	Version passagers
<b>HANDLEY PAGE</b>	« Halton »	31,69	22,35	11	89,32	5 500	29 483	4 Bristol Hercules de 1 675 ch	6 700	321	3 050	1 084	Version fret
	« Aerovan » M-57	15,24	10,97	10	15	820	2 631	2 Cirrus Major de 155 ch	310	174		644	Version passagers
<b>MILES</b>	« Marathon » M-60	19,8	15,90	14818	7,5	1 632	7 212	4 Gipsy Queen 71 de 380 ch	1 320	282	3 050	804	Version fret
	M-56	24,38	20,12	24	2,8		11 010	2 Rolls Royce Merlin de 1 620 ch	3 240	320	3 050	2 580	Bimoteur de trans- port pour passagers
	M-61	29,65			20	4 000	11 000	1 Wright Cyclone 6-R-2 600, 1 600 ch	1 600	260	2 500	1 600	Avion de fret citée- ment en bois
<b>PERCIVAL</b>	« Merganser »	14,50	12,00	6		7 700	20	2 moteurs de 300 ch	600	273	2 400		Avion de fret
							3 050			280		1 300	

## AVIONS DE TRANSPORT - GRANDE-BRETAGNE (suite)

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	ENVER. (m.)	LONG. (m.)	HAUTEUR (m.)	VOLUME DES SOUTES (m <sup>3</sup> )	CHARGE PAYANTE (kg)	POIDS TOTAL (kg)	MOTEURS	PUISS. (hp)	PLAFOND (m)	RAYON D'ACTION (km)	OBSERVATIONS
SAUNDERS-ROE	S-45	47,1		7,5				6 turbines à gaz				Hydravion
	"Shetland"	45,8	32,61	40	23,71	4 950	58 950	4 Bristol Centaurus VII de 2 400 ch	9 600	3 050	6 436	Ilydravion
SHORT	"Sandringham"	34,33	26,27	45	18,64	4 950	25 400	4 Bristol Pegasus 38 de 980 ch	3 920		1 400	Dérivé du "Sunderland" hydravion
	"Seaford" S-45	34,38	27,20	36	18	5 600	34 000	4 Bristol Hercules 130 de 1 675 ch	6 700	3 050	2 969	Dérivé du "Sunderland" hydravion
VICKERS	"Stirling V"	30,20	26,59	18	7,60	4 019	31 751	4 Bristol Hercules XVI de 1 600 ch	6 400	3 050	2 970	Dérivé du bombardier quadrimoteur "Stirling"
	VC-1 "Viking"	27,2	10,07	21 à 27	8,5	2 305	14 969	2 Bristol Hercules de 1 675 ch	3 350	3 050	2 400	
GENERAL AIRCRAFT	"Hamilear X"	38,52	20,72		40,32		17 741	2 Bristol Mercury			1 110	Dérivé du planeur militaire "Hamilear"

## AVIONS DE TRANSPORT ITALIE

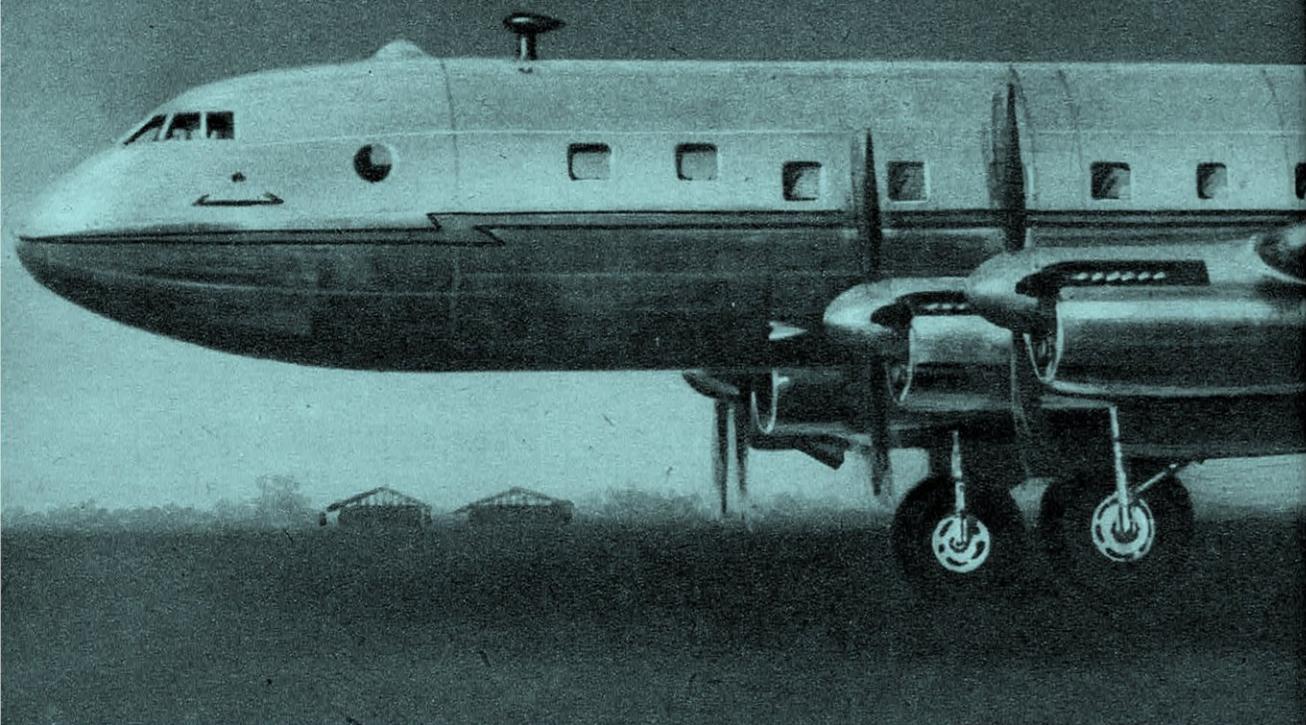
BREDA ZAPPATA	BZ-308	42,10	33,52	55			36 000	4 moteurs de 2 000 ch	8 000		5 000	
FIAT	G-212	29,34	23,38	24		2 800	16 000	3 Alfa Romeo de 980 ch	2 790		2 000	
SAVOIA MARCHETTI	SM-05	34,28	22,24	18		2 000	21 000	4 Alfa Romeo de 1 180 ch	4 540		3 400	
	SM-102	19,7	11,8	8 à 10			3 500	2 Menasco Super Buccaneer de 290 ch	580		1 100	
PIAGGIO	P-108			32		4 000	28 500	4 Piaggio de 1 500 ch	6 000		2 500	Version passagers
						6 200	28 500		400		2 000	Version fret

## AVIONS DE TRANSPORT PAYS-BAS

VAN KUYK	"Havik" 30.000	17,10	14,55	6 à 10			4 200	4 moteurs de 150 ch	600			
	"Havik" 60.000	43	29		70	10 700	30 000	2 moteurs de 2 500 ch	5 000		2 000	

## AVIONS DE TRANSPORT SUÈDE

SVENSK AEROPLAN	SAAB-90 "Scandia"	28	21,3	24			13 500	2 Pratt et Whitney de 1 450 ch	2 900		2 200	
-----------------	-------------------	----	------	----	--	--	--------	--------------------------------	-------	--	-------	--



velles du transport aérien sont obtenues par des procédés qui ne rappellent nullement les méthodes ordinaires du relèvement pur et simple des puissances proportionnellement au cube des vitesses dont se satisfont les transports terrestres et maritimes.

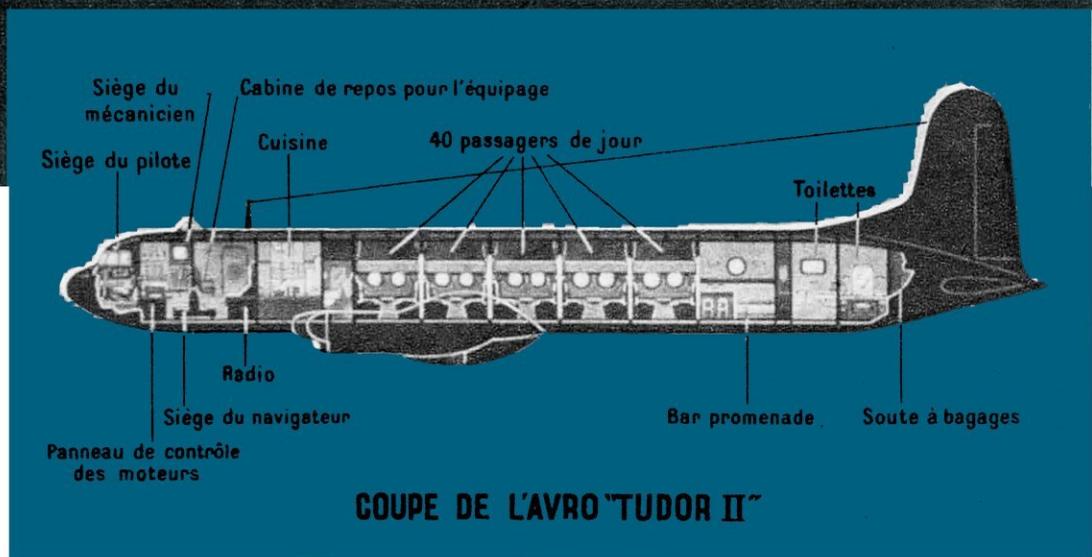
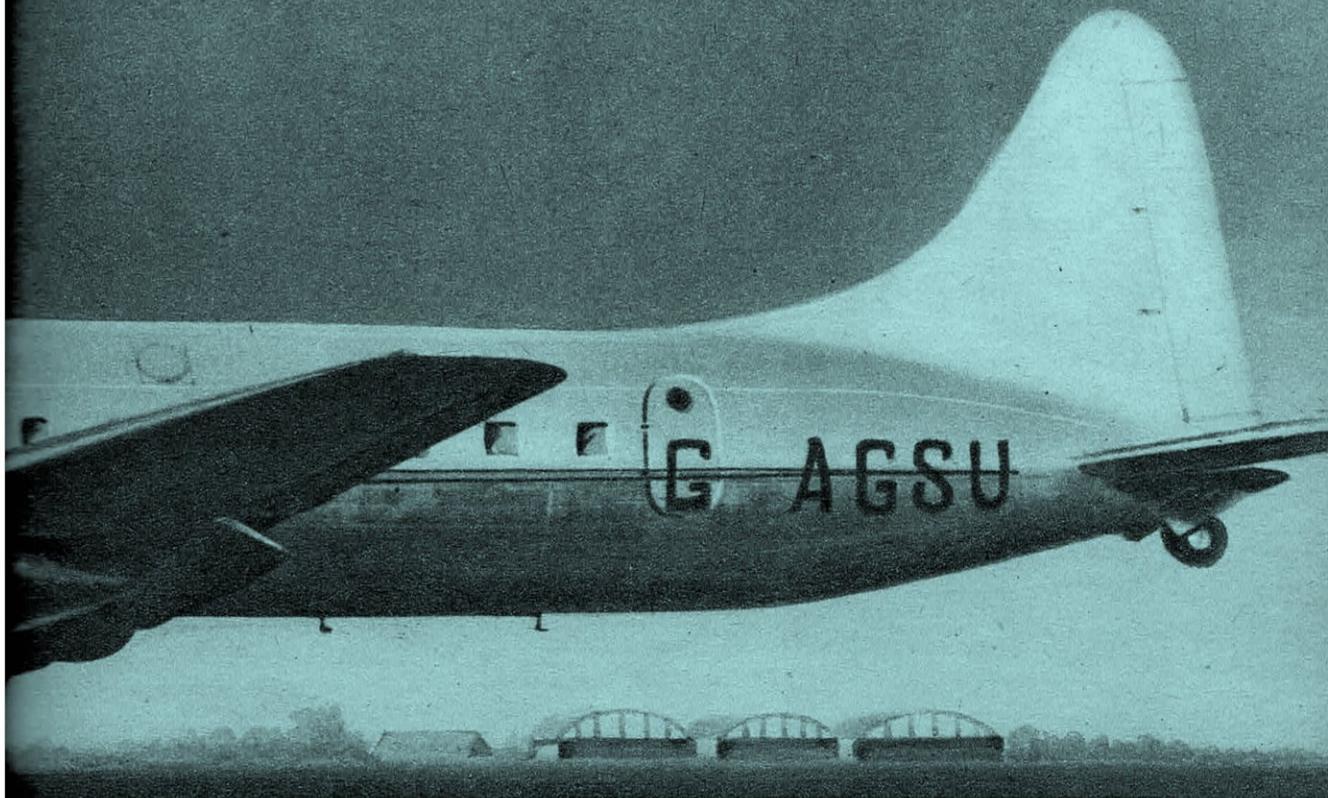
Le transport à vitesse modérée reste cependant moins coûteux que le transport à grande vitesse. Même si la résistance à vaincre n'était guère plus élevée, les moteurs de l'avion rapide, dont la puissance doit croître au moins comme la vitesse, sont encore assez lourds pour absorber un poids important qui devient disponible pour la charge utile sur l'avion lent. Le rendement en charge utile, combustible compris, et surtout en charge payante, s'améliore à mesure que la vitesse diminue ; le gain est assez élevé pour que le tonnage kilométrique horaire augmente.

## DIVERSITÉ DU TRAFIC

Or, les lignes sont nombreuses où l'intérêt de la vitesse n'est pas tel qu'il justifie un relèvement sensible des tarifs. Il y a d'abord tous les transports de marchandises à petite ou moyenne distance où, tout en appréciant

le gain sur le train, l'auto ou le navire, on n'en est pas à une demi-heure ou une heure près. Il y a les faibles parcours où la durée du voyage aérien proprement dit est inférieure à la durée du transport et des formalités entre les villes et les aéroports. A quoi servira-t-il d'emprunter des avions à 500 ou 600 km/h entre Paris, Londres et Bruxelles, si l'on perd de toute façon plus de deux heures au départ et à l'arrivée ? Est-il même bien indispensable de faire les 750 km d'Alger-Marseille en 1 h 40 m sur avion à 450 km/h, au lieu de 2 h 30 m sur avion à 300 km/h quand le voyage demandera de toute façon une demi-journée, et qu'une famille partant en vacances pourra économiser le salaire mensuel de son chef pour deux séjours de cinquante minutes de plus en avion, le jour où le prix du passage sera calculé sur le prix de revient ?

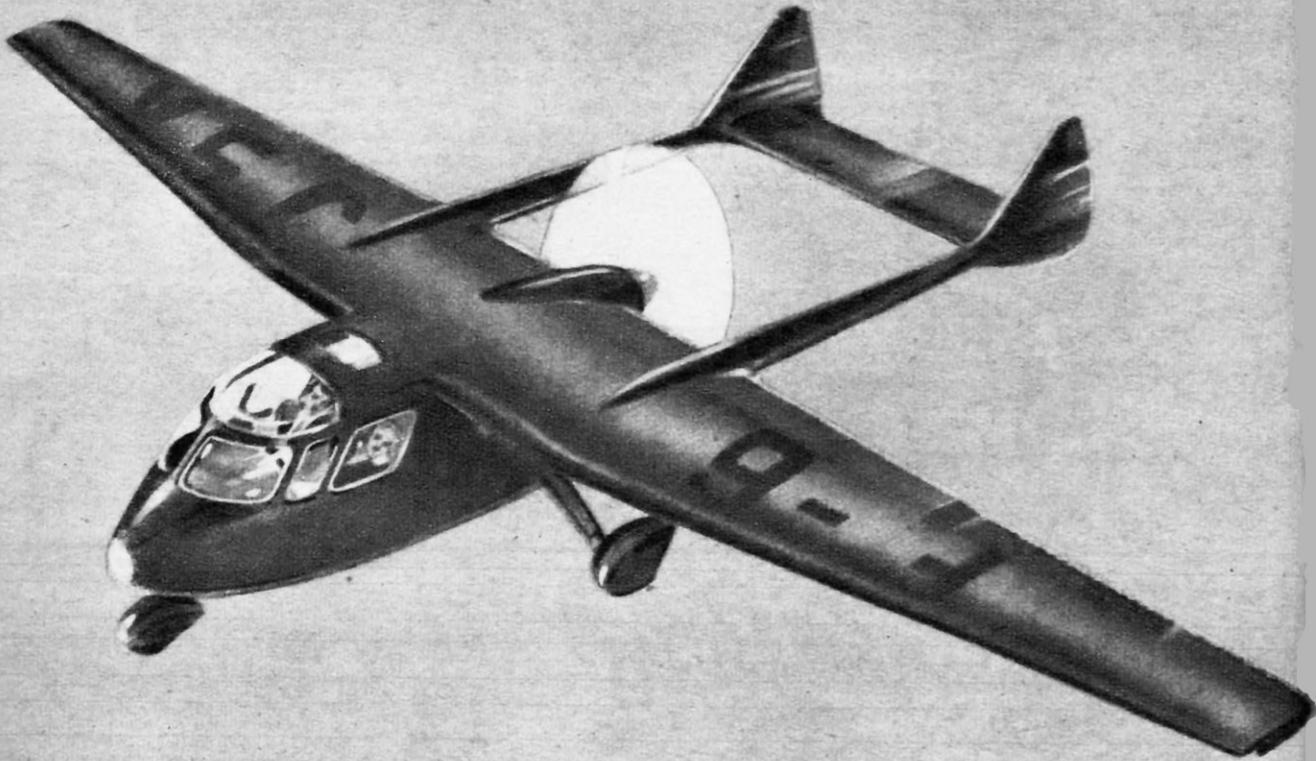
Il y a également, ou plutôt il y aura, dès le développement du transport aérien entre villes de moyenne importance, toute une série de lignes qui ne pourront pas être desservies par avions rapides faute d'aéroports convenant à leurs exigences au décollage et à l'atterrissage. L'appareil à faible charge alaire, et la vitesse de croisière modérée qui en découle naturellement, s'imposent alors.



## GAMME DES VITESSES

Ainsi, contrairement aux tendances des années qui précédaient la guerre, l'accord sur une vitesse a peu près uniforme pour l'aviation de transport est de plus en plus problématique. La vitesse moyenne a cru, et il est vraisemblable qu'elle croîtra longtemps encore, avec les progrès de la technique aéronautique. Mais, simultanément, les types d'appareils se sont diversifiés pour s'adapter plus étroitement aux parcours et aux besoins de la clientèle. Aux vitesses commerciales légèrement inférieures

à 300 km/h, qui étaient celles de 1939, ont succédé des vitesses variées qui descendent jusqu'à moins de 200 km/h sur les lignes à clientèle peu nombreuse et pour beaucoup de transports à la demande, et s'élèveront aux 600 à 800 km/h des avions transatlantiques en construction ou en projet, et même aux vitesses supersoniques des avions postaux qui ne se sont encore attaqués qu'au paquebot, et qui concurrenceront sévèrement les transmissions par câbles et par radio, dès qu'on pourra envoyer une lettre d'Europe en Amérique et en recevoir la réponse en moins d'une journée.



**LE « COURLIS »**  
Moteur Mathis 200 ch, 4-5 places.  
Vitesse de croisière 230 km/h.

## L'AVIATION PRIVÉE

**D**ANS les pays d'Europe aux prises avec des problèmes plus urgents de reconstruction, l'aviation privée ne prendra pas de sitôt le développement qui correspond à ses progrès techniques. Avant d'acheter un avion personnel, beaucoup voudront renouveler une auto qui vieillit. Ce que la guerre et les impôts laissent subsister de revenus suffit difficilement à l'achat et à l'entretien d'un avion. Et surtout, parmi les favorisés qui pourraient s'offrir ce luxe, combien voudront se signaler à l'attention de leur contrôleur des contributions directes par cette prodigalité ?

Le développement de l'aviation privée sera donc lié, plus que jamais, aux achats et aux désirs du client américain. Plusieurs enquêtes ont été conduites aux Etats-Unis par la « Civil Aeronautics Administration », notamment auprès des démobilisés de l'« Army

Air Force ». 87 610 officiers et hommes ont déclaré qu'ils avaient les moyens et l'intention d'acheter un avion ; 565 208 ont répondu qu'ils en auraient l'intention, mais que leurs moyens ne leur permettaient pas de la mettre à exécution pour le moment ; 240 928, sans être décidés, examinent avec intérêt l'éventualité de cet achat. Mais il y a bien d'autres clients possibles que les anciens aviateurs militaires ; l'agriculteur, le médecin, le voyageur de commerce, le touriste deviendront un jour des fervents de l'air si la sécurité et le bon marché accrus des appareils, la facilité de leur entretien, la perfection de l'organisation au sol les y poussent. En conclusion de son enquête, la « Civil Aeronautics Administration » prévoit que le million d'avions privés en service sera atteint en 1955. Pour la présente année, les pronostics officiels se

limitaient à une production de 40 000 avions privés. Un grand nombre de constructeurs, livrant souvent plusieurs modèles, sont sur le marché. A eux seuls, sept des principaux, Piper, Aeronca, Republic, Culver, Taylorcraft, Globe et Stinson espéraient produire, au début de cette année, entre 22 000 et 24 000 avions en 1946 ; Taylorcraft avait, au 1<sup>er</sup> janvier, 8 000 ordres en carnet. Mais, si bizarre que cela paraisse au cours d'une reconversion où près de 2 millions d'ouvriers auront abandonné la construction aéronautique pour d'autres emplois, la crise de sous-production sévissait récemment encore dans cette branche. Les constructeurs manquent de toile, d'alliages légers, d'accessoires, la fixation des prix par voie administrative incitant fréquemment les industriels à la

tourner en changeant de fabrication.

Les perspectives du marché européen, et français en particulier, sont évidemment beaucoup moins encourageantes. Aucune série comparable à celle des constructeurs américains les plus favorisés ne peut être mise en chantier. Cependant, en concentrant la production sur quelques types en nombre limité, en adaptant les procédés de fabrication à l'importance réduite des séries, en développant les services, taxi aérien, transports à la demande, transports coloniaux, poste aérienne, auxquels conviennent les avions de 4 et 5 places, on peut espérer que cette branche de l'industrie aéronautique connaîtra encore une activité modérée, capable de l'entretenir jusqu'à l'époque où le marché pourra absorber les grosses productions qu'elle serait dès maintenant en mesure de lui livrer.

## CARACTÉRISTIQUES ET PERFORMANCES

Réduite à une production globale très inférieure à celle de l'industrie automobile, l'industrie aéronautique souffrira beaucoup plus qu'elle de la multiplicité des modèles. Or, les désirs variés de la clientèle dans ce domaine sont en fait beaucoup mieux justifiés que pour l'automobile, et il n'y a guère d'espoir de les voir unifier de sitôt. Sans parler du nombre de places, auquel nous consacrons un paragraphe spécial, les exigences en matière de vitesse sont, et avec raison, très différentes. Le client peut avoir ses désirs quant aux solutions constructives adoptées. L'aile sera-t-elle haute ou basse, cantilever ou non ? Le train d'atterrissage sera-t-il fixe ou rentrant ? Sera-ce un train normal ou un train tricycle ? L'hélice sera-t-elle tractrice ou propulsive ? Autant de formules dont les combinaisons ne présentent heureusement pas toutes le même intérêt, mais qui n'en compliquent pas moins d'une manière gênante la discrimination des types d'avions en service.

Peut-être cette diversité tient-elle à la nouveauté relative de l'avion privé, et la clientèle n'a-t-elle pas encore eu le temps de confronter ses exigences pour en dégager le type qui convient à la majorité, et que la minorité devra adopter sous peine de prix prohibitifs. C'est bien ainsi que l'automobile est parvenue à une formule presque universelle de la voiture 4-5 places, conduite intérieure, avec des différences ne jouant guère que sur la vitesse et le confort. Qu'on examine les modèles de l'ensemble des producteurs américains, et l'on verra même combien les programmes sont voisins, aussi bien pour la voiture économique que pour la voiture de luxe. Or, au même moment, dans chaque capacité de transport, les constructeurs d'avions opposent non seulement les modèles lents ou rapides, économiques ou coûteux, mais encore les solutions constructives nettement différentes de l'aile haute ou basse, cantilever ou non, du train fixe ou rentrant, normal ou tricycle, et de l'hélice tractrice ou propulsive.

Il faudra vraisemblablement de longues années encore pour que se dégage le compromis le plus satisfaisant entre la vitesse, le confort et l'économie. Il apparaît déjà sur certains points. En biplace, par exemple, il est certain que la résistance à l'avancement, lorsque les sièges sont en tandem, est beaucoup plus faible que dans la disposition côte à côte ; cependant, presque tous les constructeurs font aujourd'hui le sacrifice du fuselage élargi exigé par la clientèle qui préfère la deuxième formule. Dans dix ans, peut-être ne tolérera-t-on pas davantage l'hélice tractrice et ses multiples inconvénients en matière de visibilité et de confort, qu'on n'accepte aujourd'hui le biplace en tandem.

## DIFFICULTÉS DE LA FORMULE UNIQUE

Cependant, certaines données spéciales à la navigation aérienne laissent à penser que la conciliation des exigences restera plus difficile pour l'avion que pour la voiture. Aux Etats-Unis et au Canada, il y a toute une clientèle voisine des Grands Lacs qui trouve dans l'avion amphibie un moyen de transport pour aller à la pêche le dimanche, ou simplement pour étendre la zone de ses excursions, sans combinaison de l'auto et du bateau ; deux constructeurs se sont spécialisés pour lui donner satisfaction. Aujourd'hui, les routes sont assez nombreuses et en assez bon état pour que les autos presque tous-terrains, du genre de la Ford modèle T, n'intéressent plus le client. L'équivalent de cette exigence, en matière de transport aérien, c'est l'avion à faible vitesse d'atterrissage, donc à faible vitesse de croisière, qui permet de se poser sur un terrain de faibles dimensions sommairement aménagé. N'y aura-t-il pas toujours place pour deux formules, et même trois en y ajoutant l'hélicoptère, suivant que le propriétaire de l'avion voudra atterrir dans son pré personnel, ou qu'il n'envisagera de voyages

## VINGT-DEUX TYPES D'HÉLICOPTÈRES...



**1. AERONAUTICAL PRODUCTS NX-1272.** — Appareil expérimental à deux places, équipé d'un moteur Franklin de 165 ch monté à l'avant de la cabine. Monorotor avec hélice compensatrice. La vitesse maximum est de 160 km/h : la vitesse de croisière de 128 km/h. Poids total : 750 kg. — **2 et 3. BELL 47 et 42** avec rotor ou balancier gyroscopique. — **4. BENDIX I.** — Appareil quadriplace équipé d'un moteur de 300 ch actionnant deux rotors coaxiaux. Vitesse maximum : 193 km/h ; vitesse de croisière : 168 km/h. Fuselage entièrement métallique et train d'atterrissage tricycle. — **5 et 6. ENGINEERING FORUM PV-3 ET PV-2.** — Le PV-3 est un hélicoptère birotor à douze places. Il est propulsé par un Continental Wright R-975 de 450 ch. Le fuselage en tubes d'acier soudés est entoilé. Le PV-2 est un monorotor équipé d'un moteur Franklin de 90 ch. Vitesse maximum : 160 km/h ; vitesse de croisière : 136 km/h. Régime du rotor : 371 t. — **7. BRISTOL-HAFNER (BRITANNIQUE)** à cinq places. — **8. UNITED HELICOPTERS C-3 « COMMUTER ».** — Biplace à deux rotors coaxiaux, version de série de l'« Hillercopter ». Le moteur est un Lycoming de 150 ch permettant d'atteindre une vitesse maximum de 193 km/h et une vitesse de croisière de 144 km/h. Les pales du rotor, ainsi que le fuselage, sont de construction entièrement métallique. — **9. AEROSUDEST SE-700 (FRANÇAIS).** — Autogire avec hélice tractrice. — **10. VUILLEUME (FRANÇAIS).** — Deux rotors coaxiaux inégaux. — **11. GIERYA W-10 « AIR-HORSE ».** — « Air-Horse » (britannique) trirotor. — **12. BENDIX H.** — Biplace, deux rotors coaxiaux. — **13. GAZDA « HELICO8PPEEDER ».** — Équipé d'un moteur à échappement

## DESQUELS LA FORMULE DÉFINITIVE SE DÉGAGERA UN JOUR



réactif. La vitesse maximum prévue serait de 289 km/h et la vitesse de croisière de 240 km/h. — **14. KELLET AIRCRAFT XR-6.** — C'est un biplace à rotors imbriqués (batterie d'aufs). Le moteur est un Franklin de 245 ch. Vitesse maximum : 167 km/h ; vitesse de croisière : 135 km/h ; vitesse ascensionnelle : 6,09 m à la seconde. — **15. LANDGRAF H-2.** — Appareil monospace à deux rotors. Ces derniers comprennent des longerons en spruce recouverts de contreplaqué. Le fuselage est également construit en bois. Équipé du moteur Pobjoy de 85 ch modifié, cet appareil aurait une vitesse maximum de 160 km/h. — **16, 17 et 18. BIKORSKY XR-6, XR-6 et BR-1.** — Monorotors à hélice compensatrice. Deux, deux et quatre places. Le R-6 est équipé d'un moteur Franklin de 245 ch. Vitesse maximum : 160 km/h. Poids total : 1 198 kg. Le fuselage est entièrement métallique et le train d'atterrissage comprend quatre roues. — **19. GIERVA W-9 (BRITANNIQUE).** — Appareil à échappement latéral compensateur de couple. Moteur Gipsy Six III de 200 ch refroidi par un ventilateur. Charpente en tubes supportant l'hélice sustentatrice et l'atterrisseur principal. Cabine biplace adaptée sur l'ossature par simple boulonnage. — **20. CURTISS CW-2 « FLYMOBILE ».** — Hélicoptère biplace à deux rotors coaxiaux. Le moteur est un Franklin de 90 ch qui permet à l'appareil d'atteindre une vitesse maximum de 160 km/h et une vitesse de croisière de 128 km/h. Le poids total est de 545 kg. — **21. OMEGA (RUSSE).** — Bitoror. — **22. AERONORD 1700 (FRANÇAIS).** — A hélice et gouvernail compensateurs. Train d'atterrissage tricycle. Le rotor comprend trois pales. Moteur Mathis de 165 ch. La vitesse maximum de cet appareil est de 170 km/h.

# HÉLICOPTÈRES

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	NOMBRE DE PLACES	MOTORS				MOTEURS		PERFORMANCES					OBSERVATIONS
			NOMBRE DE ROTORS	NOMBRE DE PALES PAR ROTOR	DIAMÈTRE (m)	NOMBRE DE ROTOR	MOTEUR	PUISSANCE (ch)	POIDS EN CHARGE (kg)	VITESSE MAXIMUM (km/h)	VITESSE DE CROISIÈRE (km/h)	RAYON (km)	PLAFOND (m)	
U. S. A. AERONAUTICAL PRODUCTS	NX-1272	2	1	3	9,14	250	1 Franklin	165	750	160	128	281	3 353	Balanc. gyroscopique Balancier gyroscopique, homologué Rotors coaxiaux Rotors coaxiaux Rotors coaxiaux
	12	5	1				1 Franklin	450	2 218	201	160	480		
BELL	17	2	1	2	10,05		1 Franklin	100	656	160	128	400		Rotors coaxiaux Rotors coaxiaux
	G	2	2	2	9,75	250	1 Warrner « Super Search »	165	907	103	160	480		
BENDIX HELICOPTERS	1	4	2	2	12,10	215	1 Continental W-670	300	1 378	103	169	675		Rotors coaxiaux Rotors coaxiaux
	C. W. 2 Plymobile	2	2	2	7,62	300	1 Franklin	90	545	160	128	482		
CURTISS WRIGHT		2	1	2	7,60			130	545	200	210			Echappement réactif Rotors imbriqués Rotors séparés
	G ZDA	2	2	3	10,97	230	1 Franklin	245	1 300	167	136	750	3 000	
KELLETT	XR-8	2	2	3	4,87	485	1 Pobjoy B	85	386	160	136		3 047	Rotors en tandem Rotors séparés
	11-2	1	1	3	7,62	371	1 Franklin	90	455	160	176		1 877	
LANDGRAF	PV-2	1	1	3	9,56	285	1 C. Wright R-975	150	2 360	185	153	643	1 572	Rotors en tandem Rotors séparés
	PV-3	12	2	3	4,80		1 Pratt et Whitney	100	500					
P. V. ENGINE-RING FORUM	P-J-3	2	2	3	14,62		1 Pratt et Whitney Wasp Junior	150	2 180	175		650	6 100	En service dans l'armée et la marine En service dans l'armée et la marine
	X-2A	2	2	3	11,58		1 Franklin	245	1 182	160		725		
UNITED AIRCRAFT CORP. (SIKORSKY)	R-5	2	1	3	14,63	285	1 Pratt et Whitney Wasp Junior	150	2 223	165	128	391	3 962	Rotors coaxiaux
	1102S-I-R-C	2	1	3	9,75	260	1 Lycoming	150	727	193	145	321	3 047	
UNITED HELICOPTERS France	S-51	4	1	3	13,70			500		255	200	700	5 000	Autogyre
	C-3 Commuter	2	2	2	10		Mathis G 7	165	800	170	155	400	3 000	
S. N. C. A. C. S. N. C. A. N.	NC 2 001	5			12,50		Renault 6 Q-01	220	2 000	265	220	660	4 500	Autogyre
	N-1 700	1	1	3	12		BMW Bramo-Fafnir	1 000	7 300	182		370	7 000	
S. N. C. A. S. E.	SE-700	6	2	3	15,40		2 Renault 6 Q	2x220	2 500					Autogyre
	SE-3 000	6	2	3	14,33			150	2 040		161			
VULLIERME Gr.-Bretagne	Airhorse	5	1	3	10,90		Gipsy Queen	200						Autogyre
	W-9	3	3											
BRISTOL HAFNER	Gyrodyne	5	1											Autogyre
OIERVA	P. D.-3	1	1	3	13		Alfa-Roméo 115	200	1 000	150		300	3 000	Autogyre
	W-9	3	3											
FAIREY		5	1											Autogyre
PIAGGIO		1	1	3										Autogyre
U. R. S. S. OMEGA		2	2				2 moteurs							Autogyre

qu'entre aéroports ? De même, la complication, le poids et le prix du train rentrant ne se justifient vraiment que si l'économie de combustible ou le gain de vitesse s'amortissent sur un nombre d'heures de vol considérable ; c'est presque toujours le cas d'un avion de transport, mais rarement celui d'un avion privé.

## STATISTIQUES DES PRIX POUR CINQ FORMULES D'APPAREILS

Il serait vain de prétendre résoudre tous ces problèmes par des considérations de pure technique. Si l'on peut chiffrer exactement l'économie de traînée d'un train rentrant et son prix, comment peser l'intérêt que le client porte à la disposition des sièges en tandem ou côte à côte ? Cependant, si le calcul ne peut toujours décider, il permet, dans chaque cas, de préciser le coût d'une exigence, de présenter des caractéristiques et performances d'appareils qui ne diffèreraient que par l'une ou l'autre des solutions constructives choisies. Le tableau I les indique, pour cinq formules d'appareils ayant même charge utile, vitesse de croisière, rayon d'action, charge alaire et charge au cheval.

L'aile basse, avec train tricycle rentrant, donne la vitesse maximum la plus élevée ;

l'aile basse, à train ordinaire rentrant, la plus petite puissance en croisière, donc la plus petite consommation. L'hélice propulsive est la formule la plus mauvaise pour toutes les performances ; on n'en jugera pas d'après le chiffre de vitesse ascensionnelle qui est plus élevé que pour les autres appareils, et qui s'explique par l'excès de puissance réclamée pour satisfaire aux autres conditions.

A défaut de conclusions théoriques, la statistique peut renseigner sur le succès de chacune de ces formules. Les renseignements suivants se rapportent aux 42 types d'appareils actuellement mis en vente aux Etats-Unis par 35 constructeurs. Pour les autres pays, ils présentent beaucoup moins d'intérêt, soit qu'il n'y ait pas assez de constructeurs ou de types, soit que l'inclusion dans le total d'appareils, dont la plupart sont restés à l'état de prototypes, ne donne pas un tableau fidèle des désirs de la clientèle.

Les vitesses de croisière varient de 115 à 325 km/h ; la vitesse moyenne est de 187 km/h.

Les voilures comprennent 23 ailes hautes, 16 ailes basses, 2 ailes volantes et 1 biplan.

Les trains d'atterrissage se divisent en 26 trains classiques, 13 tricycles, 3 amphibies et 1 monoroue. Les hélices tractrices sont au nombre de 35, les hélices propulsives, de 7.

## LE NOMBRE DE PLACES

Aussi bien pour le nombre de places que pour les autres caractéristiques, le problème du choix se pose de façon assez différente pour l'auto et pour l'avion, et ajoute aux difficultés du constructeur aéronautique.

La clientèle de l'auto est satisfaite le plus généralement de deux formules, celle de la voiture 2-3 places, celle de la voiture 4-5 places. Encore s'agit-il souvent de carrosse-

ries différentes montées sur un même châssis et voit-on fréquemment six personnes et des bagages entassés dans un véhicule qui serait tout juste suffisant pour quatre. On en est quitte pour consommer un peu plus d'essence et user davantage de pneus, et, au confort près des passagers, la surcharge n'aurait même pas d'inconvénients sensibles si l'on adaptait la pression de gonflage et la vitesse

**LE NORD 1101 — Quadriplace à 270 km/h de croisière, métallique, conduite intérieure.**



au poids des passagers et de leurs bagages.

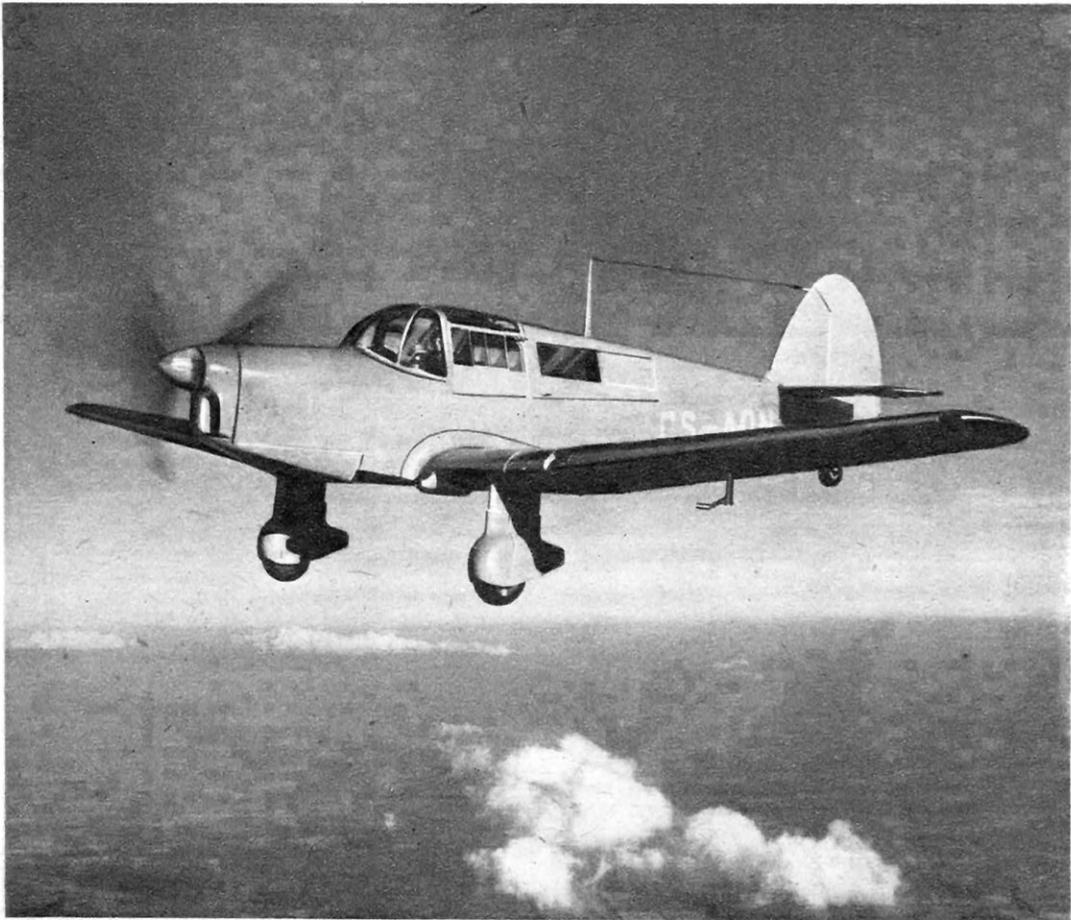
Les conséquences de la surcharge pour l'avion sont beaucoup plus graves. L'avion risque de ne pas décoller dans les limites fixées par le terrain et les obstacles qui l'entourent ; son plafond, déjà modéré en général, peut devenir insuffisant ; il s'expose à perdre sa voilure en vol ; il peut être incontrôlable, surtout si l'excès de poids emporté s'accompagne d'un défaut de centrage ; le train d'atterrissage, surchargé à plus grande vitesse, peut s'écraser. Il peut être fort dangereux d'emmener un cinquième passager dans un avion destiné à en transporter quatre. Aussi la série complète des avions, pour une, deux, trois, quatre et cinq personnes, sans compter les appareils plus lourds pour familles nombreuses, s'impose-t-elle aux constructeurs.

Aux vitesses de croisière aujourd'hui admises, l'économie du transport aérien croît rapidement avec le nombre de places de l'appareil, qu'on évalue d'après le poids par place offerte, ou d'après la consommation au passager-kilomètre. Cette économie est précisée par le tableau II, qui reprend les

caractéristiques et performances de l'avion triplace du tableau I, dans la formule C (aile basse cantilever, hélice tractrice, train normal fixe) et les étend aux appareils à nombre de places variable de 1 à 5. On voit que le poids en charge et la consommation rapportées au nombre de passagers varient sensiblement du simple au double dans cette limite de variation de la capacité. La différence est évidemment beaucoup plus grande quand on passe de 1 à 2 places, que de 4 à 5.

Elle n'apparaît pas toujours sous une forme aussi accentuée, parce que les appareils comparés n'ont pas le plus souvent la même vitesse de croisière, qui est le facteur principal du poids et de la consommation, surtout lorsqu'elle avoisine les 200 km/h. Le monoplace de 32 ch, le biplace de 65 ch, le quadriplace de 130 ch se présentent fréquemment au poids respectif de 250 kg, 500 kg et 1 000 kg en charge, mais ils donneront 120, 150 et 180 km/h en croisière, et même des rayons d'action échelonnés dans l'ordre des capacités de transport. On retiendra donc de la comparaison la difficulté de concilier l'économie et les exigences de vitesse et de rayon d'action sur les appareils à très faible nombre de places

#### **LE PERCIVAL « PROCTOR » — Avion britannique quadriplace d'entraînement et de tourisme.**





↑ **LE MILES M-38 « MESSENGER »** — Avion de tourisme à trois-quatre places à triple dérive, à très faible vitesse d'atterrissage (45 km/h). Il a été employé pendant la guerre comme avion de liaison et comme avion d'observation par l'aviation anglaise.



**LE MILES « GEMINI »** — Est un bimoteur quadriplace de construction en bois, équipé de deux moteurs Cirrus Minor II de 100 ch à 210 km/h de croisière et à 300 km de rayon d'action, spécialement étudié pour les lignes de taxis aériens, en raison de ses deux moteurs. ↑

# AVIONS PRIVÉS

CONSTRUCTEURS	DÉNOMINATION	NOMBRE DE PLACES	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS EN CHARGES (kg)	MOTEURS	PUISSANCE (ch)	VITESSE MAXI (km/h)	VITESSE DE MONTÉE (km/h)	HAUTEUR D'ACTION (km)	OBSERVATIONS
<b>Américaine</b>											
<b>AERONCA</b>											
	Super Chief	2	10,9	6,34	568	1 Continental ou Lycoming	65	175	145	61	Biplane en tandem
	Champion	2	10,8	6,55	555	1 Continental	65	160	145	61	
	Cham	2	8,73	6,09	608	1 Continental	85	192	173	80	
	Arrow	2	9,14		658		90	217	201	77	
	Eagle	4			1 000	2 moteurs de 75 ch	150	265	241	80	
<b>ALL AMERICAN AVIATION BOOSTERS</b>											
	Ensign	2	10,08	6,71	658	1 Continental	55	201	185	80,5	
	Skypopper	1	7,02	5,5	386	1 Continental	50	201	176	440	
<b>BEECHCRAFT</b>											
	G-17-S	5	9,75	8,14	1 927	1 Pratt et Whitney Wasp Junior	450	341	323	102	Biplan
<b>BELLANCA</b>											
	Modèle 35 Banana	4			1 065	1 Lycoming	165	290	270	1 200	
	Trisair	4	10,86	7,01	952	1 Franklin	130	271	253	700	
<b>CALL</b>											
	A	2	10,91	7,18	705	1 Lycoming	100	180	162	662	
	A2	2-3	10,91	7,18	705	1 Lycoming	125	193	175	570	
<b>CESSNA</b>											
	140	2	9,65	7,99	658	1 Continental	85	201	190	66	J'ai version 120 a un équipement un peu plus simple que la version 140
<b>ORSHAN L. ESHELMAN COMMONWEALTH CONSOLIDATED VOLTÉE</b>											
	Modèle V	2	8,83	6,24	592	1 Continental	85		193	126	
<b>ENGINEERING AND RESEARCH CORP. FAIRCHILD</b>											
	Froucé	2	9,14	6,31	572	1 Continental	75	220	176	77	
<b>FUNK</b>											
	F-21 R-46	4	11,07	7,87	1 182	1 Ranger	175	208	189	85	Le modèle F-24 W est équipé d'un moteur Warner à air
<b>GLOBE</b>											
	Bee	2	10,66	6,12	612	1 Lycoming	75	161	161	583	
<b>GLOBE</b>											
	Swift	2	8,95	5,96	713	1 Continental	85	225	203	60	Peut être équipé d'un moteur Continental de 135 ch
<b>GHEGG</b>											
	Rocket A-75	2	10,95	6,85	578	1 Continental	75		177	700	
<b>GRUMMAN</b>											
	Widgeon	1-5	12,19	9,69	2 045	2 Ranger de 200 ch	300	203	241	1 245	
<b>HARLOW</b>											
	PJC-1	2	10,88	9,64	1 312	1 Lycoming	220	273	241	1 202	
	PJC-10	4	10,88	8,63	1 152	1 Lycoming	220	273	241	1 202	
<b>HOOADAY</b>											
	Comet	2	13,7	7,32	612	1 Franklin	65		177	641	Hélice propulsive
<b>JARVIS</b>											
	VJ-21	2	9,14	6,37	1 112	1 Lycoming	185	208	207	1 600	
<b>JOHNSON-AIRGRAFT</b>											
	185 Rocket	3	10,67	8,84	910	2 Franklin de 80 ch	160		217	640	Moteurs en tandem avec hélices intercalées
<b>JOHNSON-FURKE</b>											
	Skycoupe	2	9,58	6,71	612	1 Lycoming	75		167	644	
<b>LE MARS</b>											
	Silhouette 8-A	2	10,06	6,09	545	1 Continental	65	185	165	640	
<b>LUSOMBE</b>											
	Modèle 10	1	7,52	6,18		1 Continental	65	216	195	1 000	
<b>NORTH AMERICAN</b>											
	Navion	4	10,17	8,38	1 166	1 Continental	165	257	241	1 130	
	J-3-C Cub special	2	11,16	6,80	554	1 Continental	65	133	117	65	
	PA-6-Skyedan	3	10,78	6,85	705	1 Lycoming	100	185	166	77	
	J-5-C Super Cruiser	1	10,55	7,92	1 043	1 Continental	165	256	224	80	
	PA-8-Skyeyle	1	6,10	4,8	285	1 Continental	55	185	145	72	
<b>PIPER</b>											
	PA-12	3	10	8	787	1 Lycoming	100	184	168	900	Hélice propulsive.
	Skycoupe					1 Franklin	113				

# AVIONS PRIVÉS (suite)

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	NOMBRE DE PLACES	ÉTENDUE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS EN CALAGE (kg)	MOTEURS		PERFORMANCES				OBSERVATIONS
						MOTEURS	PUISSANCE (ch)	VITESSE MAX. (km/h)	VITESSE DE MONTÉE (km/h)	VITESSE DE MONTÉE (km/h)	HAUTEUR PLAFOND (km)	
Américains (suite) REPUBLIC	Seabee	4	11,47	8,52	1 302	1 Lycoming	212	196	183	88	885	Amphibie, hélice propulsive.
SPARTAN	12 Executive	5				2 Franklin de 210 ch	420	264				
TAYLORCRAFT	BC-12-D Standard	5	11,88	8,34	2 130	1 Pratt et Whitney SB-3	450	350	326		1 765	
	BC-12-D De Luxe 15 De Luxe	2 4	10,97 10,97	6,70 6,70	545 545	1 Continental 1 Continental	65 65	169 169	153 153	61	608 810	
TENNESSEE	Skylarer	2				1 Lycoming	100					
THORP	Skyskooter	2	7,02	5,33			50		161	57	645	
WOLF AND MANN	Winglet	2	9,14	5,70	685	1 Franklin	100		185	72	1 000	
	Anglais AUSTER	1-1 Aulacral Arrow	3 2	10,97 7,3		1 Cirrus Minor II 1 Continental	100 75	201 160	161 42		450 630	
CHRISLEA	CH-3 Ace	2	10,97	6,15	749	1 Monaco	100	196	177	69		
DE HAVILLAND	D11C-1 Chipmunk M-38 Messenger	2 4	13,47 11,22	8,53 7,32	810 1 088	1 De Havilland Gipsy Major 1 Cirrus Major III	140 200	245 217	211	40	800	
MILES	M-05 Gemini	4	11,02	6,78	1 302	2 Cirrus Minor II de 100 ch	200	245	209	56	1 320	Le D11C-2 est biplace, avec sièges côte à côte.
HAYARRO	Noida	3	12,20	7,93	1 360	2 Pobjoy Niagara de 90 ch	180					Hélicoptère
PERGIVAL	Proctor V	4	12	8,6	1 588	1 De Havilland Gipsy Queen II	208	252	225	88	830	Amphibie
PORTSMOUTH	Aerocar Major	6	12,80	8	1 790	2 Cirrus Major II	150	268	227	83		3 autres versions, Senior, Junior, Minor, Senior, Minor 3 places
SHORT	Sealand	6	17,08	12,80	3 855	2 De Havilland Gipsy Queen 71 de 330 ch	680	311		42	1 000	Hélicoptère amphibie.
Hollandais DIEPEN DIFOGA	421	2	11,5			Ford V-8	100					Il existe une version 4 places avec moteur d'union Continental de 185 ch, hélice propulsive.
Norvégiens HÖNNINGSTAD	A-5 Finmark	12	17	13,24	4 770	2 Pratt et Whitney Wasp Junior de 150 ch	900	290	260	95	1 000	
Suisses PILATUS	P-2	2	11	9,07	1 800	1 Argus	465	340	332	105	865	
Sudois SKANDINAVISK	BTH-1	1	6,82	5,8	420	1 Walter Mikron 4 II	60	240	200	75	900	
	BTH-2	2	7,92	5,6	600	1 Cirrus Minor	92	260	215	86	900	
SVENSKA	SAAB-01 Saflir	3	10,6	7,8	995	1 De Havilland Gipsy Major	130	235	205	80	1 050	
Tchécoslovaques MHAZ	Sokol M-1	2	10	7,17	700	1 Walter Minor	105	243	215	68	1 000	
ZLIN	20	7	15	10,25	2 800	2 Argus A-10-C de 240 ch	480	315	285		800	
Italiens COLLI	PL-2-C	2	9,2	8,1	540	1 Walter Mikron	60	185	175		400	Hélice propulsive.
MARINAVIA FARINA	PM-14	4	12,50	10	1 900	2 Alfa Romeo III de 160 ch	320	300	270	100	2 000	

La conclusion s'étend aux avions-taxis et aux appareils pour le transport à la demande établis jusqu'aux capacités de 8 à 10 places, surtout si l'on tient compte du personnel navigant. Mais il faut la corriger d'après les probabilités de trouver le chargement complet.

## LA SURCHARGE ET SES CONDITIONS

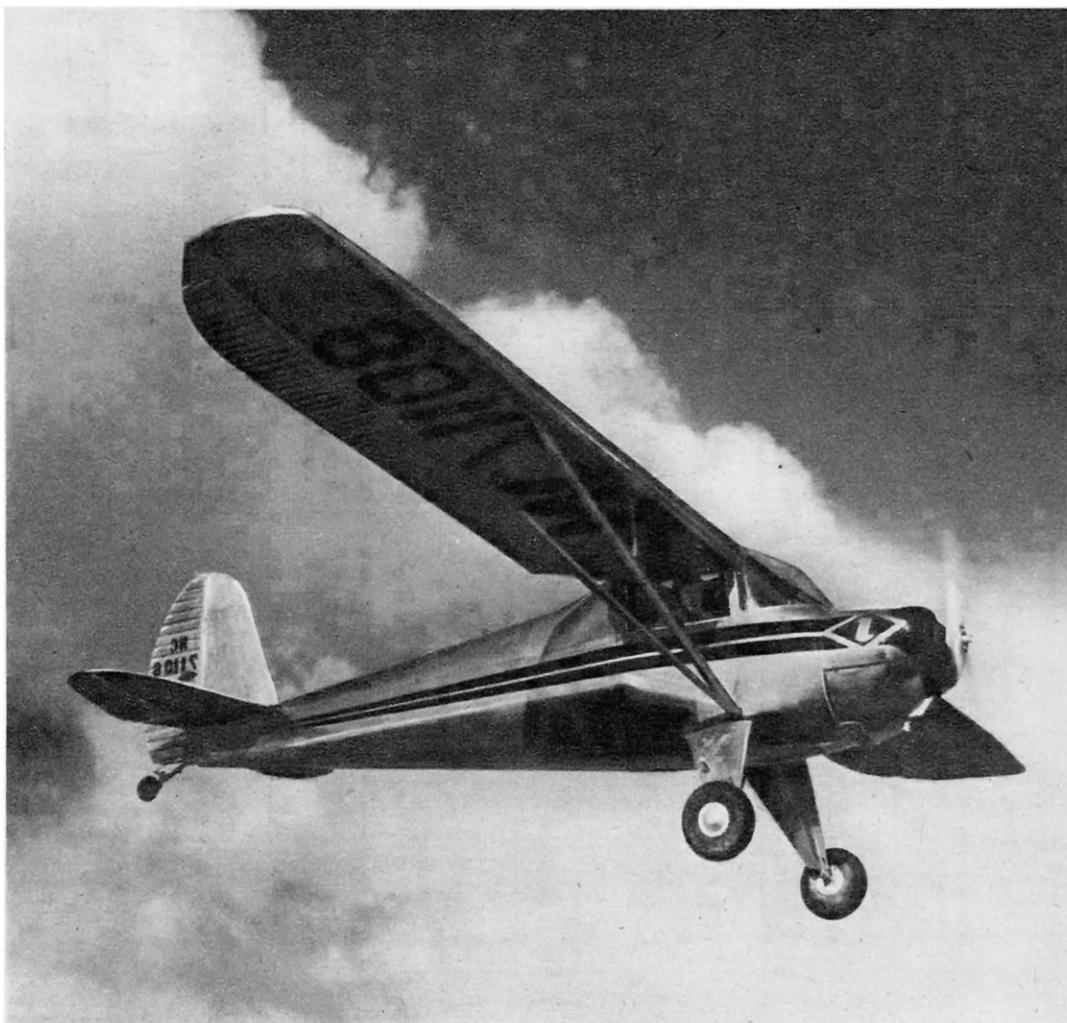
Les appareils pour 3, 4 et 5 places, et à la rigueur les biplaces, présentent une certaine souplesse si l'on consent à réduire le rayon d'action lorsqu'on emmène un passager supplémentaire. Si l'on emporte, par exemple, la moitié seulement des 125 kg de combustible normalement prévu dans le quadriplace du tableau II, on peut y loger sans risque un passager supplémentaire, à condition que l'éventualité ait été prévue à la construction, et que l'étude de l'aménagement et du centrage ait été faite en conséquence. On a même appliqué cette méthode sur les bi-triplaces du programme français d'avions légers établi au lendemain de la Libération. Mais son succès,

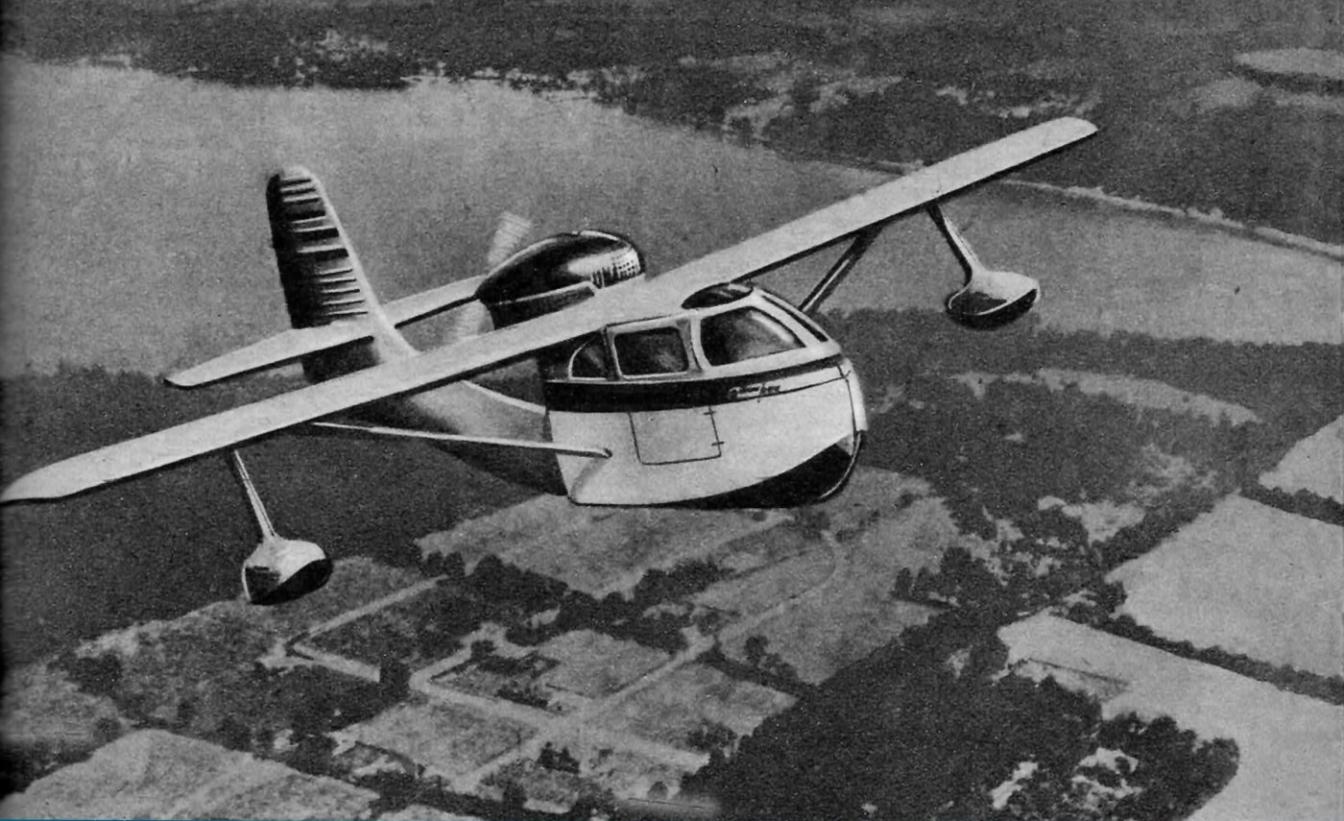
dans ce cas, tient à ce qu'on avait choisi, pour un programme qui était à l'origine celui d'un biplace, un moteur de 140 ch, de puissance très surabondante. Le problème se serait présenté tout autrement si l'on avait voulu transformer en triplace un Piper « Cub » de 65 ch. Quant aux affirmations de constructeurs qui prétendent avoir fait voler très correctement un monoplace où l'on installait un deuxième passager en tandem, il est plus prudent de ne pas les accepter comme règle de conduite dans le cas, général, où l'appareil n'est pas très surabondant en résistance, en puissance et en centrage.

Voici la statistique des 42 appareils américains actuellement livrés par leurs constructeurs : 2 monoplaces, 27 biplaces, 2 triplaces, 9 quadriplaces, 2 cinq-places.

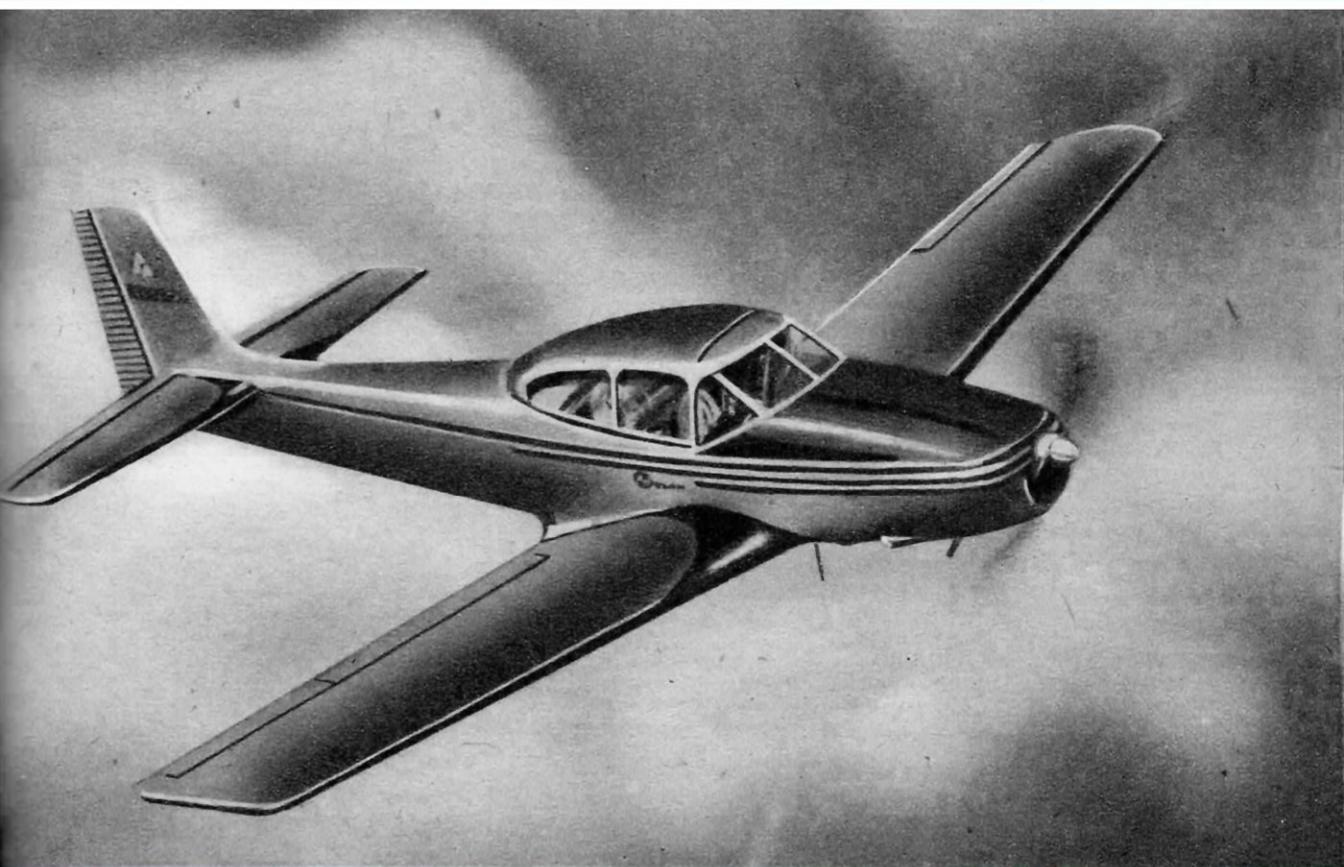
Les conclusions que l'on retirerait de la statistique analogue portant sur les appareils français ne traduiraient certainement pas les désirs de la clientèle ; le nombre élevé de monoplaces s'explique avant tout par les possibilités financières limitées des constructeurs de prototypes.

### **LE LUSCOMBE « SILVAIRE » — Biplace de 65 ch, métallique, atterrissant à 60 km/h.**





**LE REPUBLIC « SEABEE »** — C'est un amphibie à hélice propulsive, à moteur de 215 ch et quatre places, étudié spécialement pour la clientèle des Grands Lacs, avec un équipement et des accessoires type automobile en vue de réduire au minimum son prix de revient. ↑



↑ **LE NORTH AMERICAN « NAVION »** — A moteur Continental de 185 ch, cette limousine à aile basse entièrement métallique, premier appareil de tourisme exécuté par le constructeur du « Mustang », est l'un des types les plus réussis du quadriplace moderne.

## LE PRIX DE L'AVION PRIVÉ

Les caractéristiques imposées et le nombre de places conditionnent très largement le prix, et c'est d'ailleurs cette relation qui pousse principalement à une adaptation étroite entre l'appareil offert et les exigences de la clientèle. Là encore, il faut marquer une grosse différence avec l'auto. En dehors des très petites voitures aux performances et au confort réduits, la conduite intérieure 5 places n'est pas plus coûteuse que le cabriolet 2 places, ni la 11 ch légère que la 6 ch. Entre l'avion biplace de 65 ch et le 5 places de 200 ch, la différence est d'un tout autre ordre.

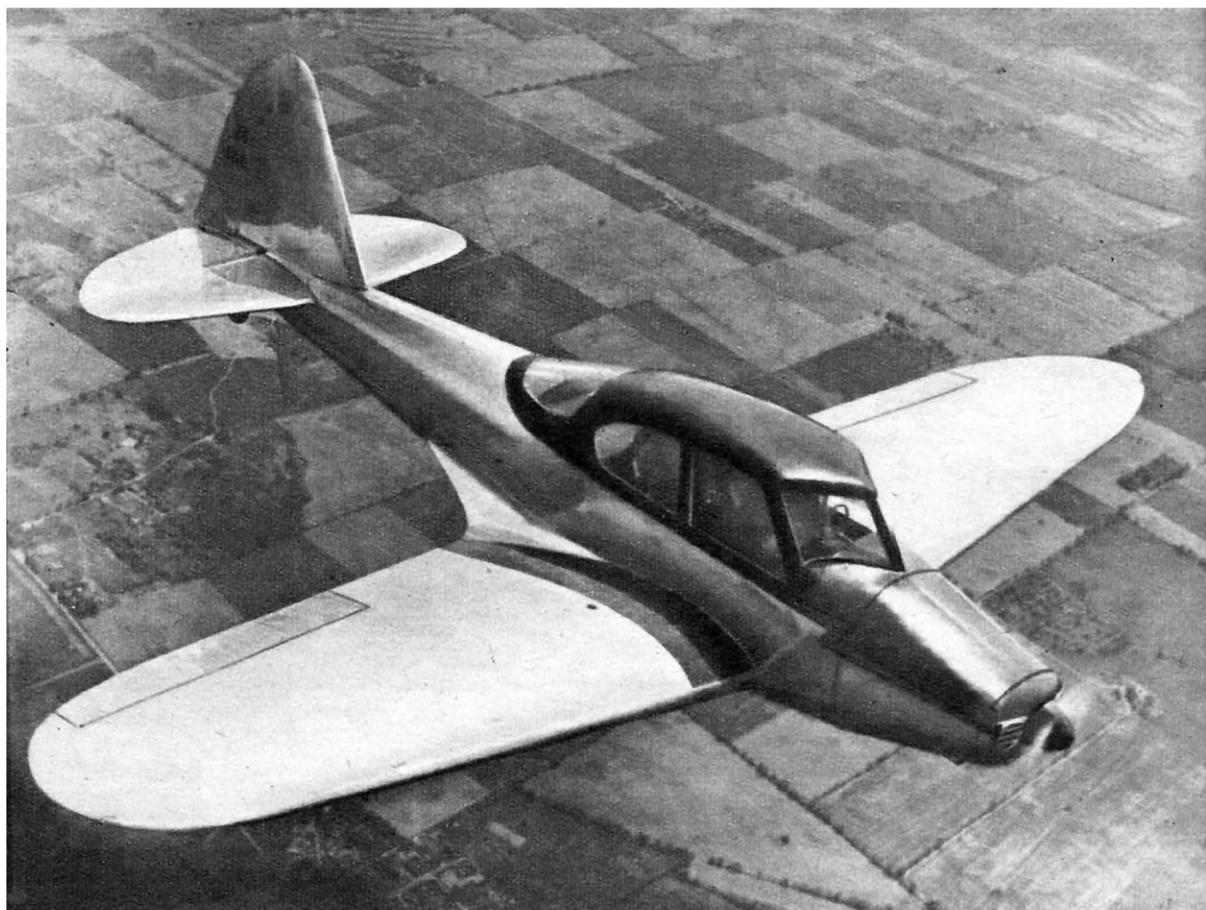
La recherche de l'économie par l'adaptation étroite aux besoins de la clientèle, dans un marché encore très limité, a d'ailleurs des conséquences fâcheuses, précisément pour cette économie. Si l'auto 5 places ne coûte pas plus cher que la 2 places du même constructeur, et même si elle est fréquemment meilleur marché, c'est que la standardisation sur la base de la 5 places permet un amortissement d'outillage qui compense largement le supplément de matières et de main-d'œuvre réclamé par les 3 places supplémentaires. Dans

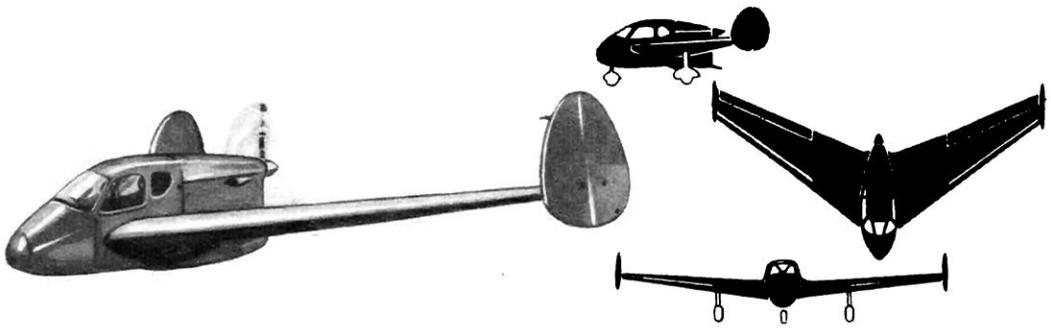
les pays comme la France, où l'avion privé n'a encore qu'une clientèle très réduite, la multiplication des modèles, suivant le nombre de places, la position de l'aile, la nature du train d'atterrissage, risque de condamner les fabrications à une infériorité définitive par rapport aux pays à grande production, comme les États-Unis.

On a voulu expliquer la supériorité de qualité et de prix de l'automobile américaine par l'ampleur du marché qui alimentait chez les constructeurs les plus favorisés des séries de 500 000 à 1 million d'exemplaires. Il y avait certainement d'autres raisons, car aux années d'avant-guerre où les fabricants de ces séries livraient leurs voitures à 500 ou 600 dollars, des constructeurs américains de voitures de luxe trouvaient le moyen de produire des séries de 20 000 à 1 000 dollars, soit à peine plus chères que les voitures européennes dites de grande série, qui se construisaient à 40 000 exemplaires et qui ne supportaient pas la comparaison avec celles-là.

Pour l'avion, surtout avec une standardisation des moteurs et des accessoires qui pour-

**LE PIPER « SKYSEDAN » — Quadriplace de 165 ch, métallique, 225 km/h de croisière.**

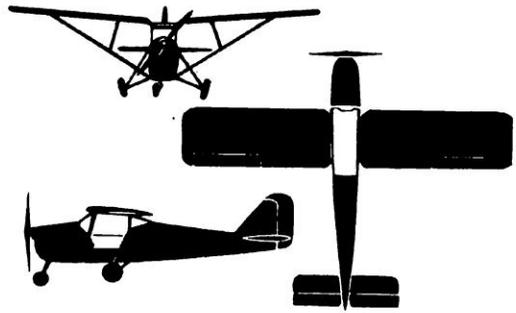




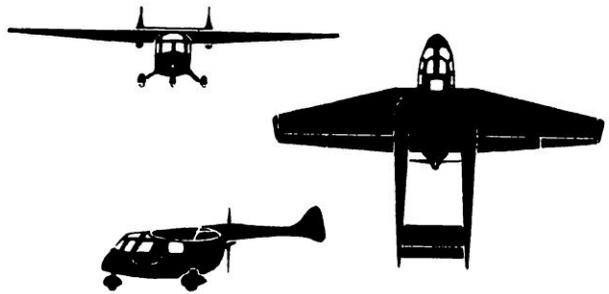
AÉROSUDEST 2100



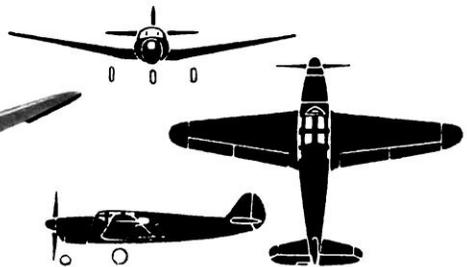
MORANE 660

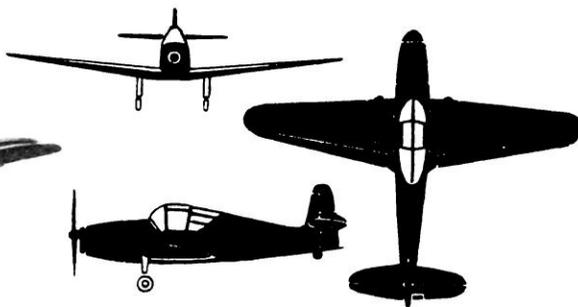


SUC « COURLIS »

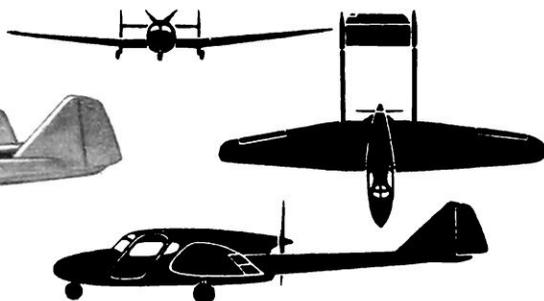
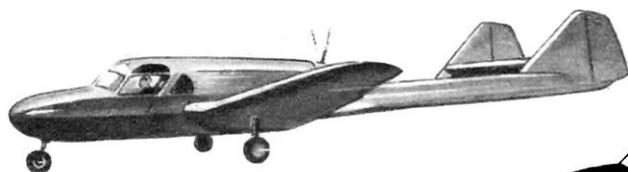


NORD 1101 « NORALFA »

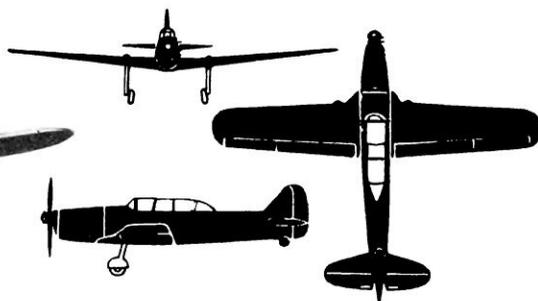




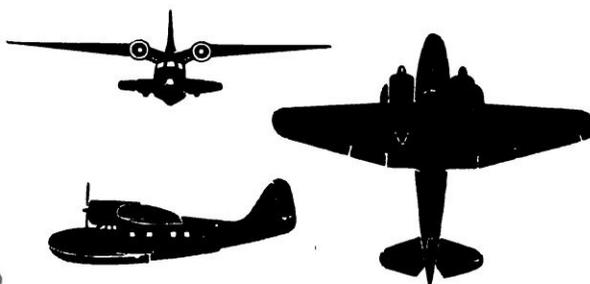
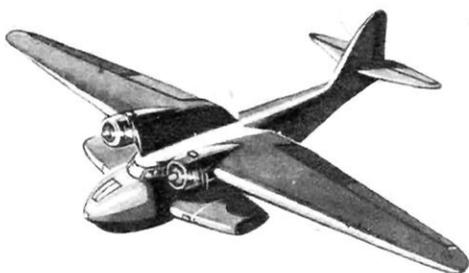
SKANDINAVISK BTH-1



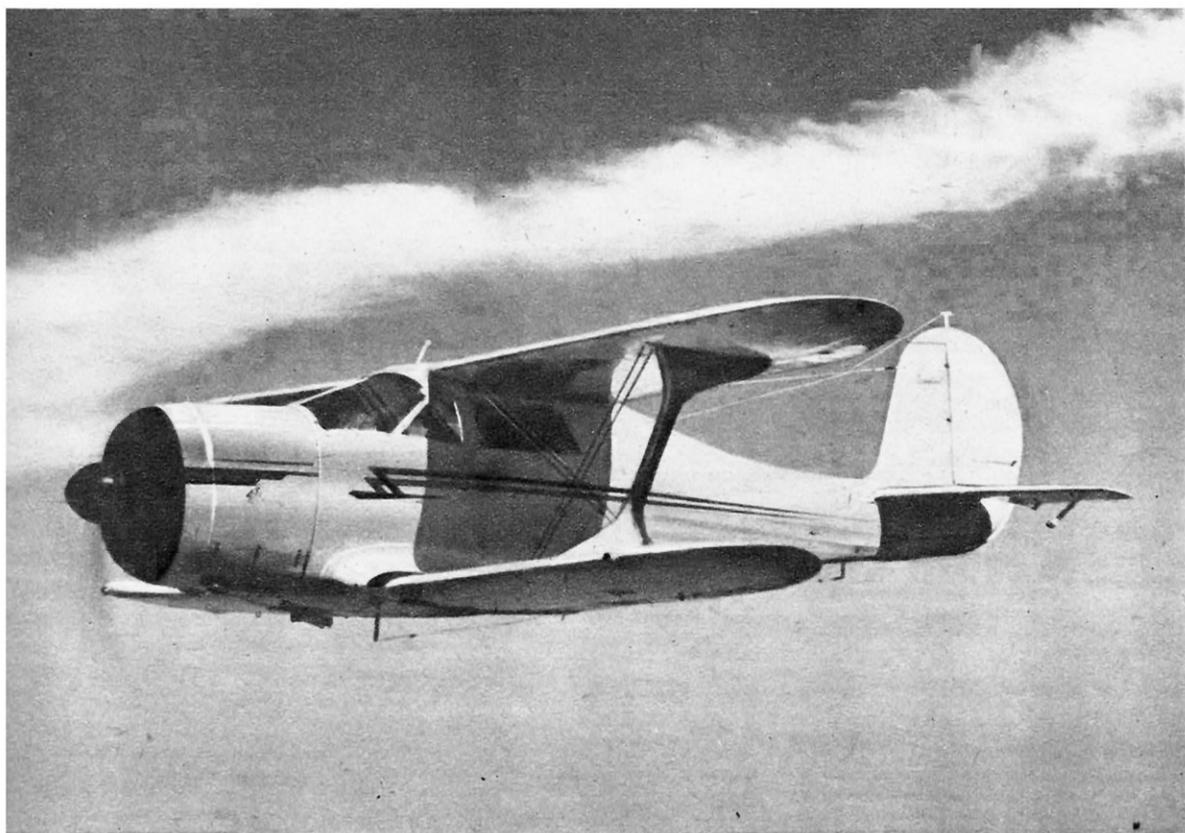
DIFOGA 421



PILATUS P-2



HONNINGSTAD « FINMARK »



**LE BEECHCRAFT G-17-S — Biplan de 450 ch à cinq places, plus de 300 km/h de vitesse de croisière.**

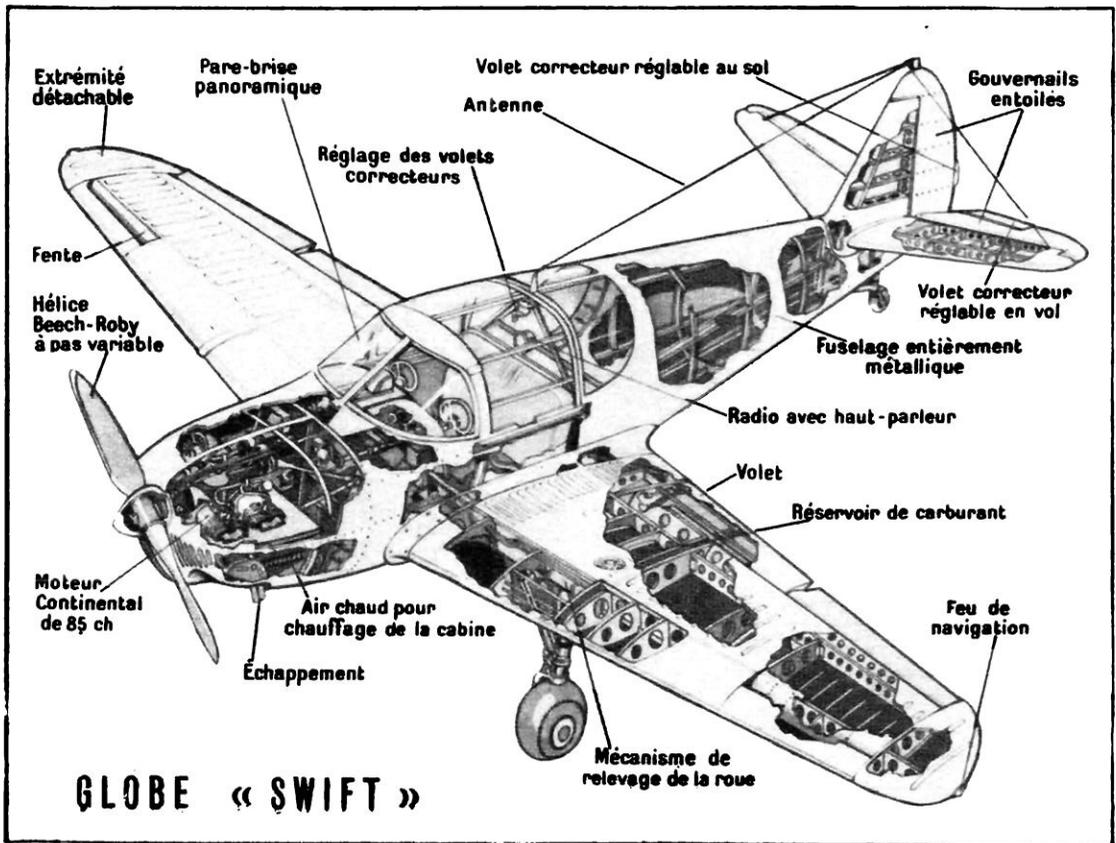
TABLEAU 1. — CARACTÉRISTIQUES ET PERFORMANCES DE DIVERSES FORMULES DE TRIPLACES

CARACTÉRISTIQUES ET PERFORMANCES	A	B	C	D	E
Poids à vide (kg) ....	642	606	575	601	698
Combustible (kg) ...	98	94	105	128	154
Charge utile (kg)....	260	260	260	260	260
Poids total (kg).....	1.000	960	940	992	1.112
Poids de voilure (kg).	145	140	137	135	160
Puissance maximum (ch) .....	127,2	122,5	120	135,2	163
Puissance en croisière à 193 km/h (ch) ..	77,8	75,8	81,5	103	123,5
Vitesse max. (km/h)..	224	221,3	210	202,5	202
Vitesse ascensionnelle au sol (m/mn) ....	171	172	165	177	187

Le tableau ci-dessus donne les caractéristiques et performances de cinq formulés de triplaces différant par la position de l'aile, haute ou basse, le train, tricycle ou normal, rentrant ou fixe, la position de l'hélice :

- A. Aile basse cantilever, hélice tractrice, train tricycle rentrant.
- B. Aile basse cantilever, hélice tractrice, train normal rentrant.
- C. Aile basse cantilever, hélice tractrice, train normal fixe.
- D. Aile haute semi-cantilever, hélice tractrice, train normal fixe.
- E. Aile haute semi-cantilever, hélice propulsive, train tricycle fixe.

Pour chacun des cinq appareils, la charge utile, trois personnes et bagages, est fixée à 260 kg, la vitesse de croisière à 193 km/h à l'altitude de 2.100 m, le rayon d'action à 960 km avec une consommation de 235 g/ch-h. La charge alaire est de 19 kg/m<sup>2</sup>, permettant des atterrissages à moins de 72 km/h ; la charge au cheval de 7,6 kg/ch, ce qui permet de franchir l'obstacle de 15 m à 300 m. L'allongement de l'aile est de 6 ; elle est supposée rectangulaire, à 15 % ou 12 % d'épaisseur, suivant qu'elle est ou non cantilever.



rait être beaucoup plus poussée que celle des cellules, ce ne sont pas les séries de plusieurs dizaines de mille qui permettront, avant longtemps, d'abaisser sensiblement les prix ; il faudra les calculer sur quelques milliers seulement, et adapter l'outillage et les procédés de fabrication à des chiffres de cet ordre, qui permettent encore une production économique. Mais la multiplication des types, qui réduirait les séries à quelques centaines ou quelques dizaines, supprimerait toute possibilité de concurrencer la production américaine.

C'est donc par la voie des prix que la limitation du nombre des types s'imposera, et les pays à faible capacité d'absorption devront choisir judicieusement les quatre ou cinq formules qu'ils entreprendront de développer. On trouverait certainement à placer à la clientèle, en Corse ou au Tchad, quelques amphibies quadriplaces du type du Republic « Seabee ». Mais le prix de 4 000 dollars auquel le constructeur livre cet appareil suppose une série de plusieurs milliers. Malgré son

intérêt, il n'y a donc pas d'avenir possible, de longtemps, pour la construction de tels appareils ailleurs qu'aux Etats-Unis.

Pour de nombreuses raisons, qui ne tiennent pas toutes à la technique ou à la capacité d'absorption du marché, une discussion actuelle des prix français est sans intérêt. Le prix mondial sera, pour longtemps encore, le prix américain. Il s'échelonne entre les 1 000 dollars des Aviation Boosters « Skyhopper » et des Piper « Skycycle » monoplaces et les 20 000 dollars d'un Spartan « Executive 12 », à 5 places, moteur de 450 ch et 325 km/h de croisière. Le biplace de 65 ch se trouve couramment à 2 000 dollars ; le prix atteint 5 000 dollars pour des appareils de 185 ch, tels que le Johnson « Rocket » (300 km/h en croisière). Le quadriplace commence vers 4 000 dollars, avec le Republic « Seabee », et atteint 5 000 dollars avec le Consolidated-Vultee « Convair ». Le prix moyen de l'ensemble des 42 appareils américains est de 3 000 dollars. Il ressort à 1 270 dollars à la place.

## PRINCIPAUX TYPES D'AVIONS PRIVÉS

Jusqu'à ce que l'aviation privée ait atteint un développement qu'elle sera encore loin de connaître au cours des prochaines années, il est donc essentiel, surtout dans les pays à marché étroit, de se limiter à quelques for-

mules qui satisferont le mieux aux désirs variés de la clientèle.

La moins coûteuse est le monoplace dont la puissance oscille autour de 40 ch. Le marché de cet appareil étant certainement beaucoup



S. N. C. A. NORD - 1200 "NORECRIN"



GLOSTER "METEOR"

plus limité que celui du biplace, il n'est pas indiqué d'en multiplier les types, et il faudra se contenter de performances moyennes en vitesse et en rayon d'action. Ce sera l'avion de qui voudra voler avec le budget minimum qu'on puisse consacrer à cette passion.

Le marché le plus large est celui du biplace. C'est le seul appareil pour lequel on doit accepter au début deux formules différentes. L'une est celle de l'appareil lent, à aile haute, train fixe, moteur de 65 à 75 ch, celle des avions américains à 2 000 dollars. L'autre est celle de l'appareil rapide, à aile basse, train rentrant, qui permet d'atteindre les vitesses de croisière de l'ordre de 200 km/h avec une puissance de l'ordre de 120 ch. Pour ne pas multiplier les types, il faudra inclure dans le premier les caractéristiques qui conviennent à l'appareil lent ; dans le deuxième, celles qui s'accroissent mieux de la puissance et de la vitesse. C'est ainsi que le biplace à 65-75 ch sera de préférence à faible charge alaire, pour la clientèle qui désire utiliser les terrains exigus, et que celui de 120 ch, dont le moteur permet aisément d'enlever un troisième passager lorsqu'on diminue le poids d'essence assez important qu'exige son rayon d'action, pourrait être aménagé en bi-triplace.

En quadriplace, il est difficile de rejeter l'appareil de hautes performances à moteur de 200 ch au moins, puisqu'il a la faveur des constructeurs, sinon des clients, aux Etats-Unis, et, même, ce qui paraît plus curieux, en France et en Grande-Bretagne. Mais on ne peut pas davantage condamner la formule économique, parfaitement viable dès 125-130 ch ; elle suffit à la clientèle moins exigeante qui accepte de ne pas faire 250 km/h en croisière ; elle est la transposition en avion privé de la 11 ch légère 4-5 places en voiture de tourisme. Des deux formules, celle de l'avion le plus puissant au moins est à aménager en 4-5 places. Comme pour le biplace, le

plus rapide des deux appareils utilisera avantageusement le train rentrant ; le plus lent, le train fixe et la faible charge alaire.

## STANDARDISATION DES MOTEURS

La limitation des types de moteurs, et même celle des cylindrées unitaires qui permet l'interchangeabilité d'un certain nombre de pièces (pistons, bielles, soupapes...) entre moteurs de puissances différentes, est aussi utile que la limitation des types d'avions. Les cinq formules que nous avons esquissées s'y prêtent assez bien. Si l'on adopte le type de moteur qui a le plus de succès aux Etats-Unis, le moteur à cylindres opposés, on peut faire avec la même cylindrée unitaire un deux-cylindres de 40 ch, un quatre-cylindres de 80 ch, un six-cylindres de 120 ch, toutes ces puissances étant données au même régime ; il n'y a aucune difficulté à adapter ces trois types en 40, 75 et 125 ch par un choix d'hélice convenable. On pourrait ainsi unifier la cylindrée unitaire de quatre sur cinq des appareils proposés : un monoplace, deux biplaces et un quadriplace. Pour le cinquième, le quadriplace rapide, un moteur de cylindrée différente s'impose ; ce serait, dans la ligne américaine, un gros six-cylindres opposés.

Lorsqu'on veut passer à l'application pratique d'une telle standardisation, on se heurte à la difficulté habituelle qui est le bouleversement des très nombreux types d'avions et de moteurs existants dans des pays comme la France, où à peu près aucun ne rentre dans l'échelonnement préconisé. Ce n'est pas que celui-ci brille par l'originalité, puisqu'il reproduit presque exactement le choix des constructeurs américains les plus importants. Mais peut-on espérer parvenir à la classe internationale dans une branche de la construction aéronautique, si l'on prétend imposer des formules s'écartant de celles qui se dégagent du choix d'une très grande majorité ?

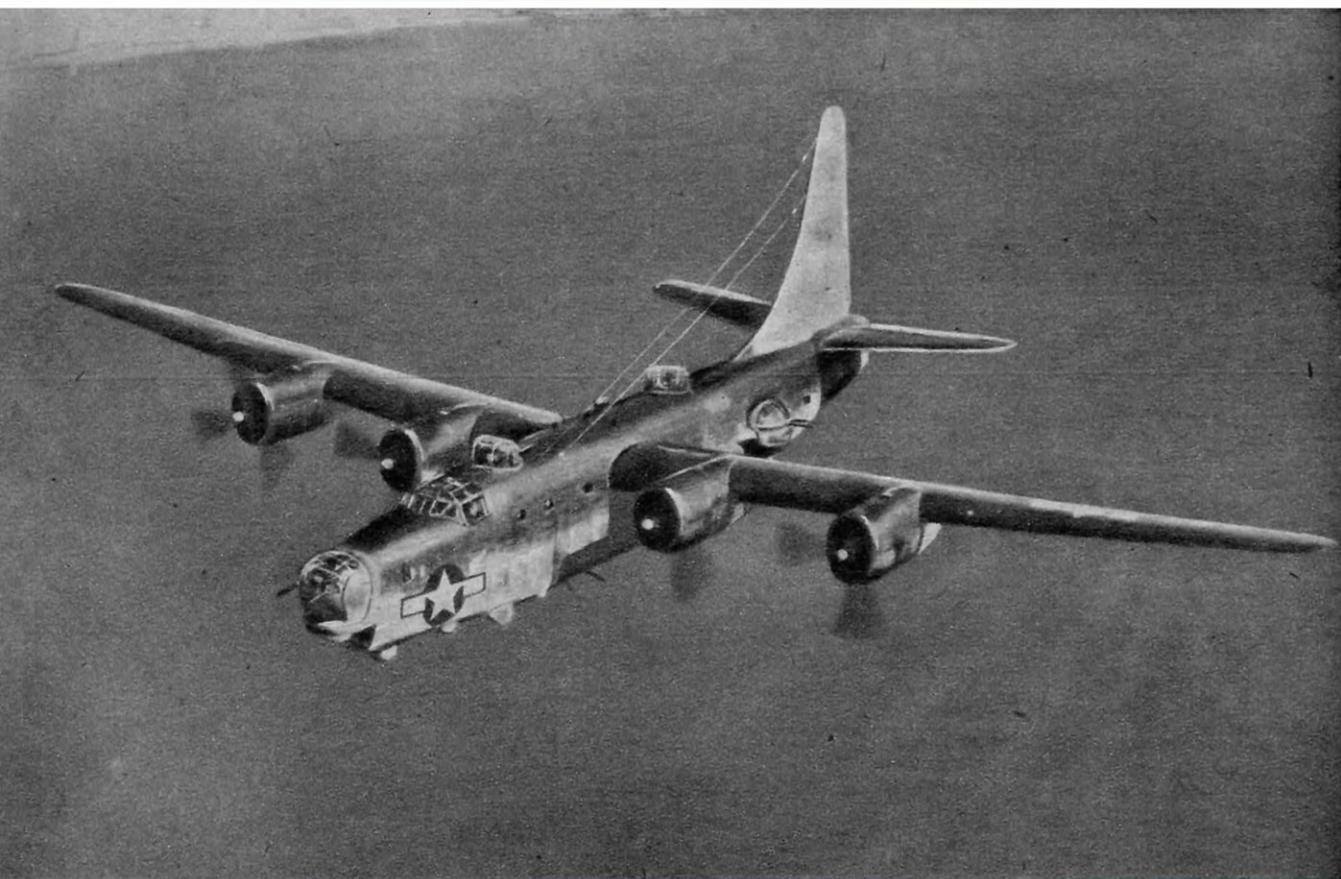
TABLEAU II. — EFFET DE LA CHARGE UTILE SUR LE RENDEMENT DE L'AVION PRIVÉ

CARACTÉRISTIQUES ET PERFORMANCES	NOMBRE DE PLACES				
	1	2	3	4	5
Poids à vide (kg).....	332	452	675	695	812
Combustible (kg).....	61,5	95,5	105,5	126,5	145,5
Charge utile (kg).....	88,5	194,5	260,5	386,5	432,5
Poids total (kg).....	482	732	1.041	1.208	1.390
Puissance maximum (ch).....	61,3	92	120	148,7	177,2
Puissance en croisière (ch).....	49,2	68,7	84,6	100,7	116,8
Vitesse maximum (km/h).....	198	203,5	210	213	216
Vitesse ascensionnelle (m/min).....	161	163	165	166	168
Poids en charge par passager(kg).....	331	231	192,5	173	160
Consommation d'essence par passager-kilomètre (g).....	64	44,5	36,5	32,9	30,3

Le tableau ci-dessus donne, dans la formule C du tableau I (aile basse cantilever, hélice tractrice, train normal fixe), les caractéristiques et performances d'avions de 1 à 5 places répondant aux conditions générales du tableau I en vitesse de croisière, rayon d'action, charge alaire, charge au cheval, allongement, épaisseur relative de l'aile. La charge utile est évaluée uniformément à 86 kg par passager, plus 2,5 kg par appareil. On voit que le rendement s'élève très rapidement avec le nombre de places, mais le faible rendement des appareils monoplaces ou biplaces est généralement masqué par l'acceptation de performances moindres pour ces appareils (vitesse de croisière, rayon d'action).



**CONSOLIDATED B-32 « DOMINATOR »** — Du même programme que les « Superfortress », il réclama une mise au point plus longue et ne fit que quelques sorties de guerre contre le Japon. Il s'en distingue par l'abandon de la télécommande des tourelles et de la cabine sous pression.



**CONSOLIDATED PB 4 Y-2 « PRIVATEER »** — C'est un développement du « Liberator », commandé par la marine américaine pour le bombardement et la reconnaissance, avec fuselage allongé et armement modifié, notamment par tourelles Erco, formant soufflage latéral.



# BOMBARDEMENT STRATÉGIQUE

**A**U lendemain de chaque guerre, l'excès de conservatisme est l'erreur la plus fréquente chez les techniciens de l'armement. En quelques années, ils ont vu les idées nouvelles, dont l'expérience fait le tri, bouleverser, souvent à plusieurs reprises, les conceptions anciennes en matière de technique, de tactique et de stratégie. Comment douter que la même évolution accélérée n'aurait pas continué, si les opérations s'étaient prolongées ? Cependant, la tendance à croire que la guerre va se figer dans la dernière forme qu'on lui a connue joue fortement.

## ORIENTATION DES PROGRAMMES

Il semble bien que, cette fois-ci, le risque inverse est aussi grave. De l'avis général, les armes nouvelles, apparues au cours des dernières années de la guerre, n'ont pas encore donné la mesure de leur puissance. A elle seule, la bombe atomique, dont le premier lancement a fourni aux dirigeants japonais le prétexte cherché à mettre le point final à une résistance sans espoir, promet un bouleversement tel qu'on n'en a jamais connu. A quoi bon, des lors, étudier de modestes perfectionnements aux matériels anciens, qui ne les empêcheront pas d'être entièrement démodés quand les savants et les ingénieurs auront mis au point les formules définitives d'application de l'énergie atomique aux explosifs et, probablement, à la propulsion ?

Y aura-t-il même place à ce moment pour des avions montés, et le bombardement intercontinental par des super-V2 à plutonium, radioguidés ou à direction automatique, n'éliminera-t-il pas aussi bien les aviations que les armées et les marines ? En attendant, ne pourrait-on se borner à maintenir son entraînement par quelques vols sur **Vickers-Supermarine « Spitfire »**, ou sur **Republic « Thunderbolt »**, sur **Avro « Lancaster »**, ou sur **Boeing « Superfortress »** ?

Il faut prendre garde que cette attitude procède de la même paresse d'esprit qui, en d'autres temps, aboutissait à la même conclusion immédiate par l'affirmation de son respect envers la dernière forme qu'avaient prises les opérations. Les savants et les ingénieurs sont prêts à orienter leurs travaux dans les voies que les militaires voudront

bien leur indiquer ; la science et la technique ont toujours été très en avance sur les applications immédiates que l'on pouvait en faire. Plus encore que le char, le triomphateur de mai-juin 1940 n'a-t-il pas été le chasseur de chars allemands, porteur d'une pièce de campagne sur un affût automoteur chenille, rapide et légèrement protégé, dont le tir eût arrêté toutes les contre-attaques de blindés ?

Mais les artilleurs de presque tous les pays s'étaient mis d'accord pour refuser, au lendemain de 1918, de s'engager dans la voie des affûts automoteurs, qu'ils affirmaient ne pouvoir remplacer la traction mécanique ou même hippomobile. Les constructeurs avaient beau perfectionner la chenille et la suspension, alléger les moteurs, dépasser les 100 km/h sur route, ils perdaient leur temps et leurs frais d'étude à présenter au client des solutions dont celui-ci ne voulait point. C'est aux aviateurs de prendre leurs responsabilités en puisant dans les solutions variées offertes à leur choix, et de définir les programmes dont le succès ou l'échec classera la valeur de leurs conceptions.

Le développement des engins sans pilote ne nous paraît pas condamner l'emploi d'une aviation telle que nous la connaissons, si elle sait s'adapter. L'homme restera longtemps encore l'élément essentiel, aussi bien dans l'emploi des armes que dans leur production. Avant de déclarer le combattant inutile, n'oublions point que, sur le front occidental, aux derniers jours de la guerre, des enfants et des vieillards arrêtaient avec un **Panzerfaust**, de leur trou d'homme ou de leur cave, la progression des chars « Staline ». Si le grand massacre à base de fusées atomiques qu'on nous prédit doit se réaliser un jour, et qu'il reste deux survivants, ils s'empoi-gneront encore dans les entonnoirs géants comme leurs prédécesseurs de Verdun dans les trous d'obus, et ceux de Stalingrad ou de Berlin dans les décombres de leurs villes.

## LA RÉPARTITION DES TACHES

A côté des engins sans pilote, dont nous ne songeons pas à nier l'importance, trois missions principales restent offertes à l'activité des appareils porteurs d'équipages : les missions « stratégiques », les missions

# AVIONS DE BOMBARDEMENT

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	DIMENSIONS		POIDS EN CHARGE (kg)	PUISSEANCE	PERFORMANCES				OBSERVATIONS	
		ENHÉR. (m)	LONG. (m)			VITESSE MAXIM. (k.m/h)	RAYON PRAT. (km)	PLAFOND PRAT. (m)	COU-PEUR		
<b>AMÉRICAINS</b>	B-29 " Superfortress "	43,1	80,2	61 200	4 Wright Cyclone R-3 350 de 2 200 ch	8 800	560	6 560	10 680	11	
	B-50 " Superfortress "				4 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 650 ch	14 600					Nouvelle version du B-29
	XB-47										Propulsé par réaction
	XB-48										Propulsé par réaction
<b>BOEING</b>	PB4 Y-2 " Privateer "	33,5	23,9	28 125	1 Pratt et Whitney Twin Wasp	8 800	402	4 800		11	Dérivé du Liberator. Bombardier-patrouilleur pour l'U. S. Navy, 12 mitr. de 12,7 mm
	B-32 " Dominator "	41,2	25,3	54 000	4 Wright Cyclone R-3 350 de 2 200 ch	8 800	576	7 320	9 930	8	5 tourelles de 2 mitr. de 12,7 mm
	XB-36	70,10	50	150 000	6 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 000 ch	18 000	480	16 000			Hélices propulsives, version militaire de l'appareil de transport C-37
	XB-46 XB-42 " Mixmaster "	46,2	17,5	16 175	2 Allison V-1710 de 1 600 ch 2 turbo réacteurs General Electric TG-180 de 5000 ch	3 200	656			3	Propulsé par réaction
<b>DOUGLAS</b>	XB-43										Deux hélices coaxiales à l'arrière du fuselage
	P2V-1 " Neptune "	30,4	23,1	26 300	2 Wright Cyclone R-3 350 de 2 200 ch	4 400	483	8 000		7	Version à réaction du XB-42
	PV-2 " Harpoon "				Double Wasp R-2 800 de 2 000 ch	4 000	480	3 200		5	6 canons de 20 mm, 1 mitr. de 16 fu-ées
	XB-48 XB-45				6 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 000 ch	18 000					
<b>LOCKHEED</b>	XB-35	52,4	16,2	94 800	4 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 000 ch	12 000		16 000			Propulsé par réaction
	Lincoln	36,70	24	37 000	4 Rolls-Royce Merlin 65 de 1 750 ch	7 000	500 à 5 600 m	6 500		7	Hélices coaxiales, alle volante, la version à réaction s'appellera XB-49
<b>NORTH AMERICAN</b>	Brigand	22	14,1	17 300	2 Bristol Centaurus 57 de 2 520 ch	5 040	324 à 60 m	3 200	7 930		
	Buckingham	21,9	14,27	16 700	2 Bristol Centaurus 57 de 2 520 ch	5 040	530 à 3 650 m	3 140	7 620		
<b>NORTHROP</b>	Windsor	35,6	23,5		4 Rolls-Royce Merlin 65 de 1 750 ch	7 000					

« tactiques », les missions de défense, nom qui leur est donné dans l'aviation américaine.

Le bombardement stratégique vise les objectifs lointains, dont la destruction freine l'effort militaire de l'adversaire, mais n'influe pas directement et immédiatement sur la capacité de combat de ses forces armées. Dans un prochain conflit, plus encore que dans les opérations de 1939-1945, la performance essentielle des avions de bombardement stratégique sera le rayon d'action, dont les valeurs les plus élevées ne peuvent être obtenues, dans l'état actuel de la technique, que par le moteur à explosions ou la turbine à gaz entraînant une hélice.

Les missions tactiques, au profit immédiat des troupes en ligne, sont des opérations à distance modérée. Elles réclament la vitesse, qui permet d'échapper à la chasse comme à la D. C. A. terrestre. C'est ici que triomphera la propulsion par réaction.

Les missions de défense réclameront un avion plus rapide encore que les appareils stratégiques ou tactiques, au cours d'un bref combat où les vitesses horizontale et ascensionnelle seront les performances essentielles, qui permettront de rejoindre l'adversaire, de le toucher de son feu et d'éviter le sien. L'appareil moteur qui répond à ces exigences est aujourd'hui la fusée, à laquelle on ne peut reprocher que la faiblesse du rayon d'action et surtout de l'autonomie. Mais ce

ne sont pourtant là que des sacrifices acceptables sur un chasseur d'interception.

Assurément, les trois missions énumérées interfèrent. Les destructions d'usines voisines d'un front pourront être confiées à des avions rapides à faible rayon d'action ; le chasseur-fusée pourra intervenir en territoire ennemi, et même être emporté à bord des bombardiers stratégiques. Les progrès de la réaction et ceux de la fusée étendront la zone d'action des appareils qui les utilisent. Dans les opérations importantes, les trois commandements distincts uniront leurs efforts, comme ils l'ont fait à plusieurs reprises au cours de la dernière guerre, en Normandie notamment.

Mais, dans l'ensemble, la répartition géographique des activités, liée aux variations en sens contraire des rayons d'action et des vitesses, imposera la répartition des tâches que nous avons indiquée. Dans chacun des secteurs dévolus au même commandement, le même appareil sera fréquemment « toutes missions ». L'exploration lointaine sera demandée aux futurs bombardiers quadrimoteurs ou hexamoteurs à turbopropulseurs, comme la charge de boucher le « trou de l'Atlantique » avait été confiée en 1942 aux **Consolidated « Liberator »** ; les chasseurs-fusées auront à arrêter les percées de chars, comme les appareils de tous types que l'on avait pu réunir sur le front de Tunisie ont stoppé net l'avance des blindés de Rommel à Kasserine.

## RÉSULTATS DES RAIDS DE BOMBARDEMENT

Si l'on en croit les chefs militaires allemands, l'action aérienne alliée et, au premier rang, celle de ses bombardiers lourds, a été l'une des causes principales de leur défaite. Officiellement, les dirigeants japonais ont capitulé au vu des résultats obtenus par la bombe atomique. Mais qu'on explique leur reddition par cette nature particulière de bombardement stratégique ou, plus vraisemblablement, par l'état où les bombes explosives et incendiaires ordinaires venaient de mettre les villes, les industries et les transports japonais, cette forme de l'action aérienne a joué le rôle décisif dans les opérations finales.

### LES RAIDS DE BOMBARDEMENT CONSIDÉRÉS COMME UN ÉCHEC

Cependant, le rôle du bombardement stratégique dans l'effondrement militaire de l'Axe n'est pas toujours l'objet d'appréciations aussi favorables. « Les raids aériens sur les centres industriels ennemis et contre la population civile ont été le plus grand échec militaire de cette guerre », écrivait, au début de 1946, un des critiques britanniques les plus autorisés, le général J. F. C. Fuller, qui présenta, dès 1919, les premières propositions

de divisions blindées. Le jugement du général Fuller n'est que l'une des plus récentes condamnations de la R. A. F. qui, depuis 1941, avait donné le rôle principal au bombardier lourd dans ses programmes, sacrifiant ainsi à l'action lointaine la coopération avec les autres armes. A chacun des succès qu'on pouvait lui imputer, les protestations des défenseurs de l'armée et de la marine se multipliaient. Pourquoi la R. A. F. n'avait-elle pas signalé à temps l'expédition allemande en Norvège ? Pourquoi se refusait-elle à la construction d'avions d'assaut et au soutien direct des troupes engagées comme le faisait la Luftwaffe avec ses « Stukas » ? Pourquoi avait-elle laissé passer le **Scharnhorst**, le **Gneisenau** et le **Prinz-Eugen**, rentrant de Brest en Allemagne à travers le Pas de Calais ? Heureusement pour la R. A. F., l'armée et la marine, et plus spécialement celle-ci dans la gestion de son matériel aérien embarqué, n'étaient pas sans reproches. On avait beau jeu à opposer à la Royal Navy ses archaïques **Fairey « Swordfish »**, biplans torpilleurs à train fixe, ou la chasse de ses porte-avions, très inférieure aux rapides **Hawker « Hurricane »** et aux **Vickers-Supermarine « Spitfire »** qu'elle se refusa bien longtemps à adopter.

Le jugement porté par le général Fuller est certainement trop sévère. Même si les bombardements industriels n'ont pas donné tous les résultats attendus, il est impossible de ne pas reconnaître ceux qu'ils ont atteints.

## DES RÉSULTATS APPRÉCIABLES

L'action contre les raffineries et usines d'essence synthétique a beaucoup gêné l'industrie de guerre et les autres opérations de l'Allemagne. Au 15 février 1945, toutes les raffineries étaient arrêtées, et quatre seulement des usines d'essence synthétique étaient en marche. Le 18 avril, la production d'essence du Reich était tombée à 4 % de la normale.

L'exemple de la production d'avions de chasse est aussi probant. Au début de 1944, la supériorité aérienne alliée, si incontestée en apparence, était en réalité sérieusement menacée. L'Allemagne venait de mettre en service des avions à réaction, avec plus d'un an d'avance sur les Alliés, et de concentrer ses fabrications sur la chasse. Dans les mois suivants, la situation risquait donc d'être retournée lorsque, en février 1944, cinq journées de bombardement arrêterent la production de la presque totalité des usines. La Luftwaffe ne se remit jamais du coup. Il fallut construire de nouvelles usines, souterraines, les équiper à une époque où la fabrication des machines-outils était durement touchée, si bien que le programme d'avions de chasse ne donna jamais, de loin, ce qu'on en attendait. Le bombardement stratégique à l'Ouest n'a pas d'autre exemple d'un succès semblable à son actif, mais celui-ci est incontestable.

En Extrême-Orient, l'attaque des quelques grandes villes où l'aviation japonaise avait eu l'imprudence de concentrer la presque totalité de ses fabrications, fut pour elle un coup aussi dur. Les bombardements américains achevèrent ensuite, sans la moindre gêne, leur œuvre de destruction.

Si l'appréciation du résultat global des expéditions dirigées contre l'industrie de guerre reste délicate, puisque aux succès précédents, on peut opposer des échecs aussi certains, l'action indirecte du bombardement stratégique par le biais des transports a freiné l'ensemble de la production d'une manière beaucoup moins discutable. Que ce soit par le mitraillage des trains en marche, la destruction des gares de triage, l'attaque des ateliers de construction ou de réparation du matériel roulant, la coupure des ouvrages d'art, les bombardiers alliés ont paralysé, en fin de compte, les transports par voie ferrée de l'Allemagne et des pays qu'elle occupait. Fin 1944, les expéditions quotidiennes de charbon de la Ruhr étaient tombées de 14 000 t. à 6 000 t. En février 1945, d'après le secrétaire d'Etat Franz Hayler, le réseau ferré était tellement surchargé qu'un mois et demi de production de guerre se trouvait contenu dans des wagons en rotation : matières premières, pièces détachées ou ensembles

terminés. C'est le moment que choisit le commandement allié pour lancer l'opération du 22 février, où plus de 10 000 avions alliés attaquèrent à basse altitude 200 objectifs du réseau de la Reichsbahn. Le trafic subit une réduction de 90 %, pendant que la production de guerre fut réduite instantanément de moitié. Simultanément, l'action contre la navigation intérieure, l'incendie des ports fluviaux, le mouillage des mines, la mise à sec de certains grands canaux, et l'attaque du trafic maritime le long des côtes européennes ou dans les mers contrôlées par l'Axe, interdisait à la navigation intérieure et maritime de prêter son concours aux transports terrestres embouteillés. A la suite des attaques de la R. A. F. contre les canaux Dortmund-Ems et Mittelland, ils ne furent ouverts au trafic que quinze jours en six mois.

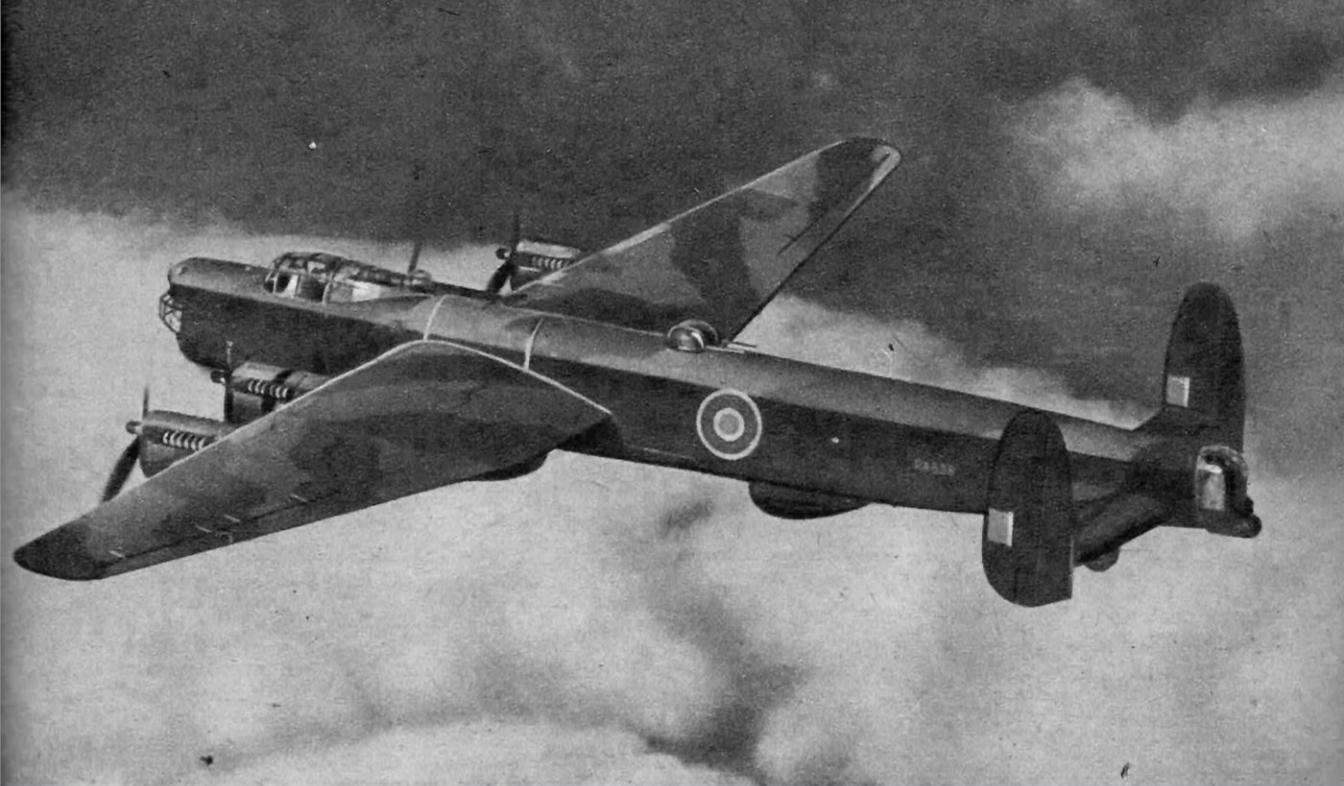
## LE BOMBARDEMENT DU JAPON A ÉTÉ DÉCISIF

En Extrême-Orient, le bombardement du Japon, beaucoup plus bref, a donné des résultats rapides et décisifs, à moins de frais certainement que l'opération de débarquement préparée pour la fin de 1945, si l'on en juge par la résistance rencontrée à Iwojima et Okinawa. En quelques semaines, les grandes villes où était concentrée l'industrie japonaise ont été incendiées, les milliers de petits ateliers dispersés dont l'activité complétait celle des grandes usines, ont été détruits, les transports terrestres coupés, des centaines de petits caboteurs coulés, les liaisons maritimes avec le continent interrompues.

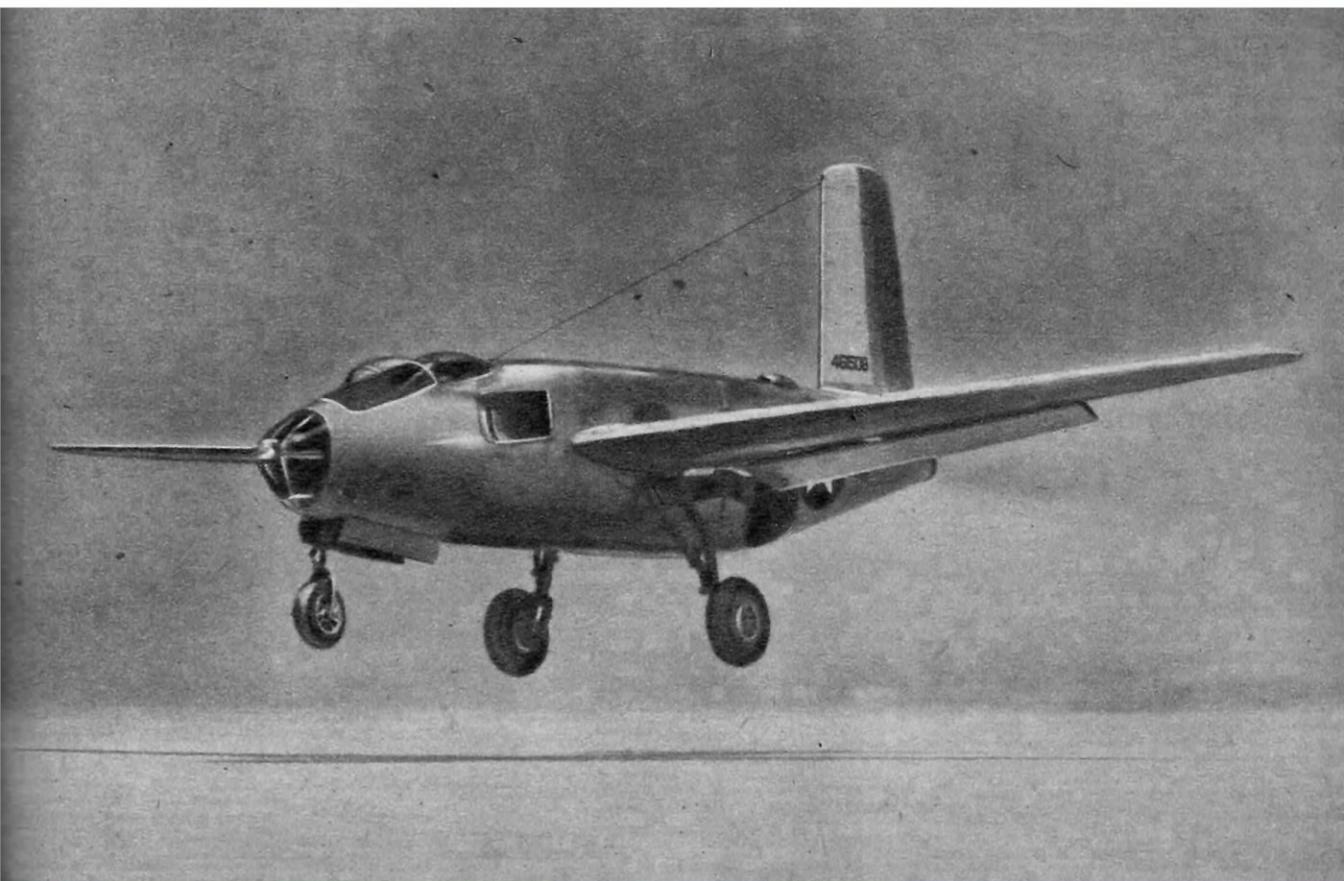
Pendant la période des attaques à la bombe incendiaire, 68 villes, dont la population totale dépassait 21 millions d'habitants, furent arrosées avec 100 000 t. de bombes au cours de 15 000 sorties. Dans les cinq villes principales, 259 km<sup>2</sup> furent dévastés et, dans l'ensemble, 438 km<sup>2</sup>, qui représentaient 42 % de la superficie industrielle. D'après les statistiques japonaises, les pertes dues aux attaques aériennes sont de 260 000 tués, 412 000 blessés, 9 200 000 sans abri, 2 millions 210 000 immeubles démolis ou incendiés.

Voici l'appréciation du premier ministre en fonction le 4 septembre 1945, le prince Naruhiko Higashi-Kuni, sur la situation des transports à l'armistice : « La fabrication des armements, et principalement des avions, aurait rencontré à bref délai des difficultés insurmontables dues à la destruction par les attaques aériennes du réseau de communications et des moyens de transport... Malgré la mise en œuvre de tous les efforts possibles, la capacité de transport des chemins de fer était réduite de plus de moitié sur l'année passée. »

Au moment où la première bombe atomique éclata sur Hiroshima, les destructions déjà exécutées, comme celles qu'il était normal d'escompter à cadence accélérée, ne laissaient aucun espoir à l'Empire japonais.



**AVRO « LINCOLN »** — Dérivé de l'Avro « Lancaster », qui vole depuis juillet 1939, le « Lincoln », avec ses moteurs « Merlin » de 1 750 ch, une aile plus élancée, une silhouette modifiée, est le plus puissant et le plus récent des bombardiers lourds britanniques d'après guerre. ↑



↑ **DOUGLAS XB-43** — Le XB-43 est la version à réaction du XB-42, qui enleva, en décembre 1945, le record de la traversée sans escale du continent américain à une vitesse de 693 km/h. C'est le premier bombardier à réaction qui ait volé ; on en attend plus de 800 km/h.

# LES OCCASIONS MANQUÉES

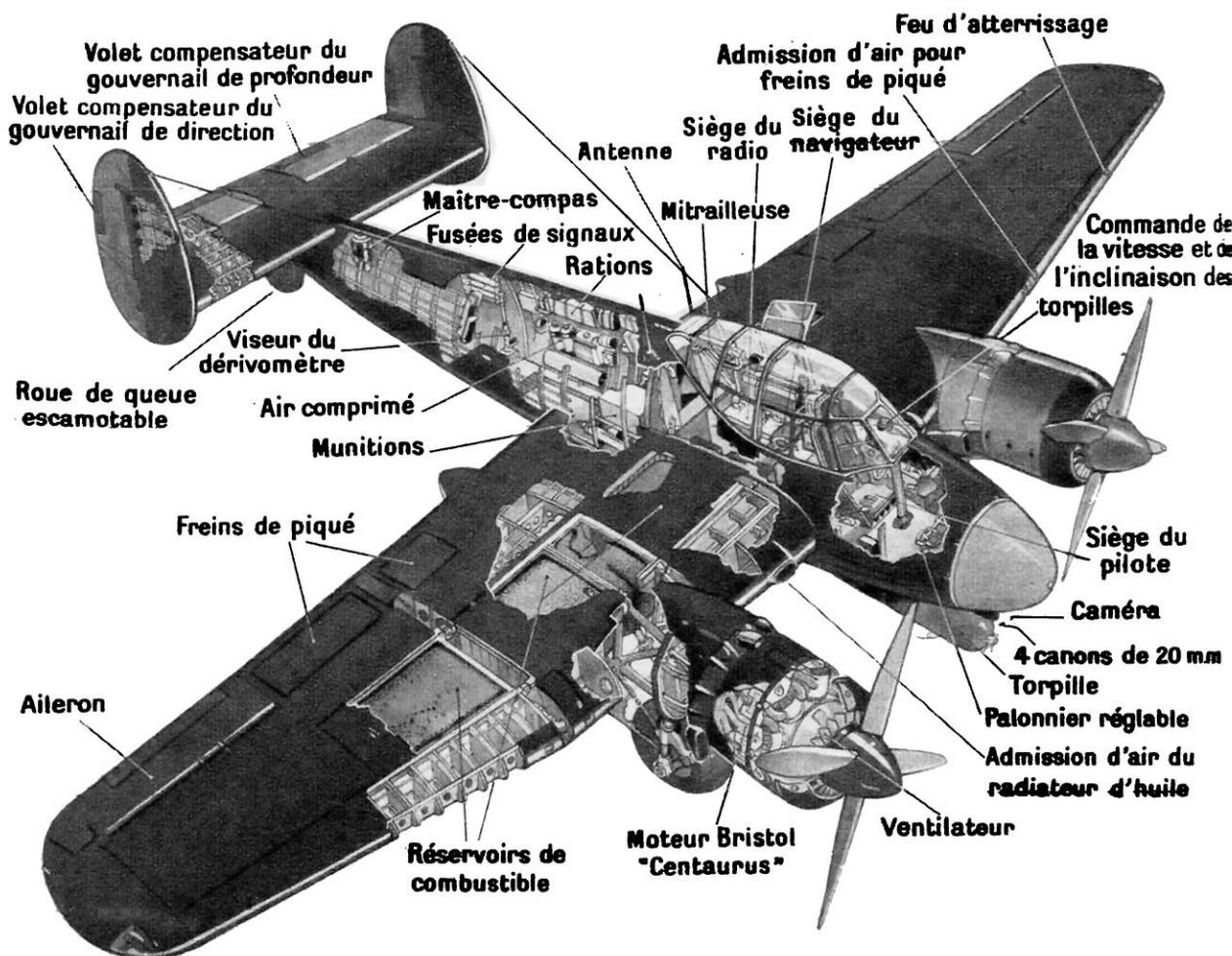
Le bombardement stratégique a eu ses défenseurs et ses adversaires, qui l'ont presque toujours emporté ailleurs qu'en Grande-Bretagne

Dans les pays comme les États-Unis, l'U. R. S. S. et le Japon, ou l'armée et la marine avaient chacune la haute main sur leur aviation, leurs chefs ont résisté, avec succès le plus souvent, à l'octroi de missions indépendantes qui auraient réduit le concours direct apporté aux formations engagées dans la lutte terrestre ou navale. Le bombardement stratégique américain lui-même n'a été sauvé, à la conférence de Casablanca, que par le président Roosevelt qui tint à prendre l'avis des chefs de la 8<sup>e</sup> Air Force et décida de la renforcer en vue de « la destruction progressive et de la dislocation du système militaire, industriel et économique allemand, jusqu'au point où la possibilité de résistance armée serait mortellement affaiblie »

Dans les pays qui, à l'imitation de la Grande-Bretagne après 1918, avaient constitué une armée de l'Air autonome, rattachée à un ministère particulier, la France, l'Allemagne et l'Italie, les chances du bombardement stratégique étaient meilleures. L'aviation française fut éliminée avant d'avoir pu développer ses missions lointaines autant qu'elle l'aurait voulu. L'aviation italienne souffrait de la même faiblesse que l'armée et la marine, et ses réalisations n'ont pas donné la mesure de ses intentions. L'aviation allemande n'a pas su défendre son indépendance théorique et s'est trouvée pratiquement subordonnée aux dirigeants de la Wehrmacht ; peut-être n'a-t-il manqué à la Luftwaffe, pour imposer les conceptions qui étaient celles des aviations française, britannique et italienne, qu'un avocat plus qualifié que Goering.

De toutes les occasions que les belligérants ont manquées faute de s'être préparés au

## BRISTOL « BRIGAND »



bombardement stratégique, celles que l'aviation allemande a négligées en 1940 et 1941 sont les plus anciennes.

La réserve du commandement allemand dans l'extension à l'Ouest des méthodes de bombardement appliquées en Pologne s'explique jusqu'à la fin de la campagne de France : il ne voulait pas donner prétexte à des représailles auxquelles il était plus sensible que ses adversaires occidentaux qui pouvaient, eux, transférer leurs industries de guerre dans les régions lointaines de leurs empires.

Dès l'instant où la R. A. F. montrait, par ses premières expéditions de bombardiers lourds, qu'elle ne craignait pas de porter la lutte sur ce terrain, il ne restait à la Luftwaffe qu'à y faire la preuve de sa supériorité. Son matériel ne s'y prêtait guère, ni par sa nature, ni par le nombre de ses bombardiers ; nous reviendrons sur la question par la suite. Mais les intentions de son commandement, tel qu'il les exprima au cours des différentes phases de la bataille d'Angleterre, s'accordaient parfaitement avec le matériel qu'il avait préparé. Les **Dornier Do-17** furent lancés avec la chasse et l'aviation d'assaut dans une opération dont il est encore difficile de décider si elle visait la préparation d'un débarquement ou l'usure de l'aviation britannique. Elle n'avait, en tout cas, aucun des caractères du bombardement stratégique. Son échec s'accusa à mesure que la Luftwaffe intensifiait ses efforts pour aboutir aux journées mémorables des 15 et 16 septembre qui l'obligèrent à renouveler entièrement ses méthodes, en s'inspirant de celles qu'employait son adversaire.

Que serait-il arrivé si, à la fin de la campagne de France, peut-être au lendemain de Dunkerque, ou même avant, la Luftwaffe avait tourné ses efforts vers le bombardement stratégique, alternant les expéditions proches sur Londres et les côtes sud-est d'Angleterre et les expéditions lointaines sur l'Ecosse et l'Irlande du Nord, pratiquant le bombardement de nuit comme celui de jour, attaquant aussi bien les voies ferrées que les transports côtiers et les convois à destination des îles, « coventryisant » quelques villes industrielles et harcelant les autres, menant de front l'emploi des bombardiers rapides **Dornier Do-17** et des **Messerschmitt Me-110**, comme la R. A. F. devait le faire deux ans plus tard avec ses bombardiers lourds et ses **Havilland « Mosquito »** ? Nous sommes entièrement persuadés qu'elle aurait obtenu

des résultats du même ordre que celle-ci, et que nulle autre méthode ne se prêtait mieux à l'usure cherchée de l'adversaire.

L'offensive aérienne conduite selon ces principes a échoué quelques mois plus tard. Mais la situation n'était pas la même au 25 mai 1940, avant les pertes de matériel et de personnel entraîné que la campagne de France coûta à la Luftwaffe, avant les pertes beaucoup plus sévères encore des deux premiers mois de la bataille d'Angleterre, avant le très gros effort que les usines d'aviation britanniques firent en faveur de la chasse, au cours de l'été 1940, sans être troublées par le moindre bombardement. Si la bataille d'Angleterre fut gagnée de justesse, comme l'ont affirmé les dirigeants britanniques, que serait-il advenu avec quelques bombardements de nuit qui auraient mis les ateliers de **Vickers-Supermarine « Spitfire »** et de **Hawker « Hurricane »** dans l'état où se trouvaient, en février 1945, ceux qui produisaient les **Messerschmitt** et les **Focke-Wulf** ?

## SUR LE FRONT DE L'EST

Un an plus tard, la même situation se représentait à l'Est, et l'aviation allemande était sacrifiée une fois de plus au profit des troupes engagées sur le front terrestre, sans qu'il lui fût permis de consacrer une part importante de ses efforts aux opérations indépendantes. Après les hécatombes d'avions soviétiques sur leurs terrains ou au cours des premières rencontres, l'arrêt des trains emmenant vers l'Oural et la Sibirie le personnel et l'outillage des usines de la Russie d'Europe, était-il donc si difficile ? Dans l'été 1942, quand la supériorité des **Focke-Wulf 190** sur les chasseurs soviétiques était encore incontestée, que n'auraient donné, à partir des pointes avancées sur la Volga et le Caucase, quelques expéditions sur **Magnitogorsk**, **Kouznetszk** et **Bakou** !

Le haut commandement de la Wehrmacht a préféré au bombardement stratégique le sacrifice de quelques dizaines de milliers de pilotes et d'avions au bénéfice de l'armée de terre. Sur le front occidental, le char suffisait ; à l'Est, où ni le char ni le fantassin ne pouvaient expulser le soldat russe de Voronej ou de Stalingrad, la bombe d'avion directement appliquée n'y aidait guère ; elle eût été beaucoup mieux placée sur les usines lointaines qu'elle aurait annihilées.

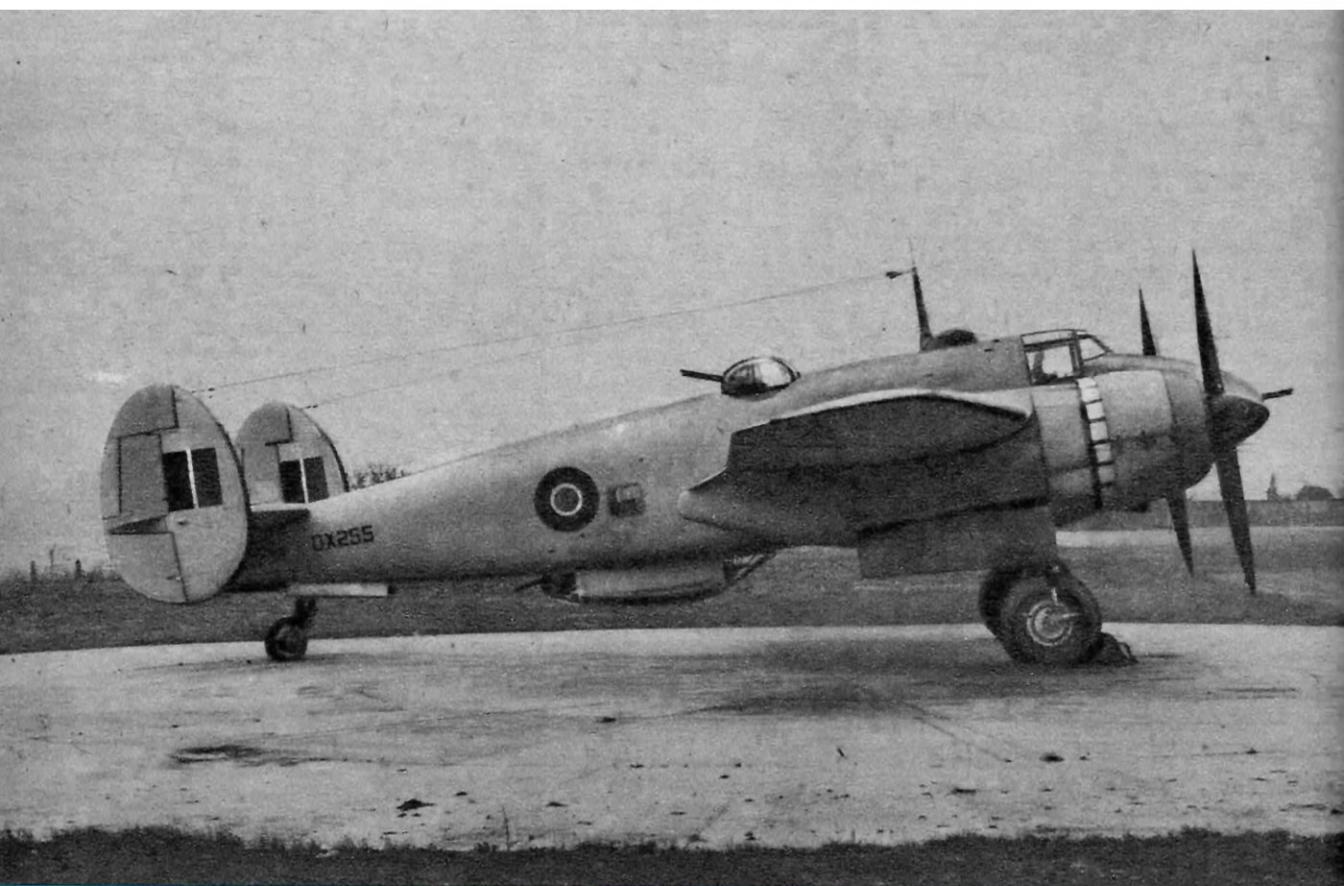
## MATÉRIEL DU BOMBARDEMENT

Les erreurs dans le choix des appareils qui convenaient au bombardement stratégique, ont eu des conséquences aussi graves que le désintéressement initial à son égard. Si l'on n'a pas apprécié à sa juste valeur le rôle de l'aviation tactique, et que l'on ait un bon avion

de chasse, il n'est pas difficile d'en faire un avion d'assaut le jour où l'on découvre l'utilité de cette mission. Il ne serait pas plus compliqué de faire du bombardement stratégique si l'on trouvait dans ses avions en service des appareils adaptables à cette mission.



**VICKERS-ARMSTRONG « WINDSOR »** — Avec l'Avro « Lincoln », c'est le plus récent bombardier lourd britannique, avec quatre roues principales indépendantes, et un revêtement en matière synthétique sur treillis métallique, renforcé en certains points par un tissu en verre. ↑



↑ **BRISTOL « BUCKINGHAM »** — Le plus récent des bombardiers légers britanniques est l'aboutissement de la lignée des « Blenheim », « Beaufort » et « Beaufighter ». Il a été dessiné pour l'utilisation de l'outillage de série du « Beaufighter », avec des « Centaurus » de 2 500 ch.

Car il faut plus de temps encore pour rectifier un programme de matériel aérien qu'un programme d'artillerie, et ce n'est qu'après plusieurs années de guerre qu'apparaissent les bombardiers comme les canons lourds, si l'on a oublié de les commander en temps utile.

## DU CROISEUR AÉRIEN AU BOMBARDIER LOURD

C'est à Douhet, qui a tant fait pour intéresser l'opinion au bombardement stratégique, que l'on doit également la première formule d'appareil destiné à cette mission, le « croiseur aérien » relativement lent, mais puissamment défendu. L'aviation française s'en inspira la première avec ce que l'on a appelé le « multiplace de combat », conçu en 1934, et qui entra en service dès 1935. L'aviation allemande étudia vers la même époque plusieurs types analogues, qui ne connurent pas la construction de série. L'aviation britannique établit en 1936 un programme de bombardiers lourds qui était, au moment où il fut conçu, la mise en œuvre la plus heureuse des idées de Douhet ; c'est à elle également que l'on doit l'évolution vers la même formule des « Fortresses volantes » dont le premier modèle, en 1936, sacrifiait l'armement à la vitesse, et qui ne fut accepté par la R. A. F. qu'avec un armement semblable à celui des quadrimoteurs britanniques.

La formule du « croiseur aérien » à nombreux équipage, armement de défense puissant et vitesse relativement faible, que préconisait Douhet, ne fut pas admise sans discussion. Des 1934, nous présentions la formule opposée, celle de l'appareil monoplace, sans armement de défense, à vitesse aussi élevée que celle du chasseur, et qui dérivait simplement de celui-ci par l'addition sous le fuselage ou sous les ailes d'une ou deux bombes en surcharge. C'était le « chasseur-bombardier », qui ne fut réalisé qu'à l'automne 1940 à partir du **Messerschmitt Me-109**.

Si la formule du chasseur-bombardier ne connut aucun succès jusqu'en 1939, elle eut probablement quelque part dans l'abandon de la formule Douhet par les aviations française et allemande. La première renonça assez rapidement à ses multiplaces de combat en faveur des bombardiers rapides, dont les premiers exemplaires ne sortirent d'ailleurs qu'en 1939 et 1940. L'aviation allemande admit une solution équivalente avec ses **Dornier Do-17**, apparus beaucoup plus tôt.

Quels résultats ont donné les formules opposées du bombardier lourd et du chasseur-bombardier, et la formule intermédiaire du bombardier rapide ?

Faute de quadrimoteurs, qui ne devaient sortir en grande série qu'en 1942, la R. A. F. expérimenta, dès la fin de 1940, l'aptitude des formations serrées de bombardiers lourds à se défendre contre la chasse, lorsqu'elle émit la prétention de maintenir une perma-

nence de bimoteurs **Vickers-Armstrong « Wellington »** au-dessus des îles de la baie allemande, pour empêcher le décollage des hydravions mouilleurs de mines magnétiques. La première journée fut un succès ; les « **Wellington** » abattirent plusieurs chasseurs envoyés à leur rencontre sans subir eux-mêmes de pertes. Mais la revanche de la Luftwaffe ne tarda pas ; quelques jours plus tard, une formation puissante de **Messerschmitt Me-109** et **Me-110** balaya les « **Wellington** » qu'on jugea prudent de ne plus affecter à de telles missions.

L'expérience, tentée cette fois en mission de bombardement, recommença dès mai 1940, avec les « **Wellington** » et les autres bimoteurs, puis avec les quadrimoteurs, lorsque ceux-ci entrèrent en service. Elle réussit assez bien, car les dirigeants de la R. A. F., rendus prudents, limitèrent leurs prétentions au bombardement de nuit, et la Luftwaffe mit assez longtemps pour se constituer une chasse de nuit efficace. Cependant, dès le bombardement de Cologne, qui fut le premier où on lança 1 000 t. de bombes, les pertes du Bombing Command en hommes et en appareils étaient sévères. Elles se maintinrent à un taux élevé jusqu'aux derniers jours de la guerre.

À l'automne 1942, l'aviation américaine engagea de jour sans accompagnement de chasse, les premières formations de **Boeing «Fortress»** et de **Consolidated «Liberator»**. Les mitrailleuses de 12,7 mm et les calculateurs Sperry firent merveille. Les bombardiers infligeaient de grosses pertes aux chasseurs pendant qu'ils n'en subissaient eux-mêmes que de très inférieures à celles des bombardiers britanniques en opérations de nuit. Le commandement de l'armée américaine ne s'attendait pas à de si beaux résultats. Il força son programme de bombardement stratégique, comptant bien exploiter ce succès imprévu. Mais, au printemps suivant, lorsque les nouvelles formations entreprirent leurs premières expéditions, la chasse allemande leur opposa une résistance acharnée en modifiant continuellement sa tactique pour finir par l'emploi d'armes à grande portée qui retournèrent la situation en sa faveur. C'est pourquoi il fallut se résigner à l'accompagnement des bombardiers par des chasseurs à long rayon d'action.

## INTERVENTION DU CHASSEUR-BOMBARDIER

Des le début, avec les **Messerschmitt Me-109**, la formule du chasseur-bombardier permit à la Luftwaffe un harcèlement assez peu coûteux. Mais, au lendemain de la bataille d'Angleterre, la chasse allemande n'était plus en état de prendre le bombardement à son compte. En mai 1941, lorsque la généralisation du radar sur les chasseurs de nuit britanniques obligea l'aviation allemande à renoncer à ses expéditions de bombardiers rapides, le chasseur-bombardier

fut le seul à pouvoir maintenir en alerte la défense britannique. Son emploi persista presque jusqu'à la fin de la guerre avec des **Focke-Wulf 190** portant jusqu'à 1 000 kg de bombes. Mais, grâce à l'énorme supériorité aérienne des Alliés, la Grande-Bretagne put maintenir sur son territoire des effectifs de chasse calculés assez largement pour que les incursions des Focke-Wulf fussent coûteuses pour l'assaillant.

La Luftwaffe ne disposait pas de réserves suffisantes pour lancer à la poursuite de chaque appareil en mission de harcèlement les dizaines de chasseurs qui l'auraient inquiète. Aussi est-ce la R. A. F. qui tira les meilleurs résultats de la formule du chasseur-bombardier en l'appliquant à ces chasseurs à long rayon d'action qu'étaient les **de Havilland « Mosquito »**. Sans armement arrière de défense, et même presque toujours sans armement avant, avec un chargement de bombes qui atteignait vers la fin les 1 800 kg, un rayon d'action qui autorisait les expéditions sur Berlin, les « **Mosquito** » passaient avec des pertes très inférieures à celles des quadrimoteurs. Pourquoi leur construction ne fut-elle pas poussée au point de suppléer entièrement ceux-ci ? Très probablement parce qu'on ne bouleverse point sans raisons impérieuses un programme de personnel et de matériel préparé depuis plusieurs années, au moment où il donne son plein rendement.

## ABANDON DU BOMBARDIER RAPIDE PAR LA LUFTWAFFE

La troisième formule, celle du bombardier rapide, « juste milieu » entre le bombardier lent et le chasseur-bombardier qui rejoint ou surclasse le chasseur en vitesse, n'a connu que des échecs. Le bombardier rapide sacrifiait bien la plus grande partie de son armement, mais sans en tirer le bénéfice escompté en vitesse. Des leurs premières tentatives, où ils se heurtèrent à la chasse française, les **Dornier Do-17** subirent des pertes sévères. Au cours de la bataille d'Angleterre, ce fut le désastre. Comme les bombardiers lourds de la R. A. F., ils durent se résigner aux expéditions de nuit, qu'ils poursuivirent avec un certain succès pendant tout l'hiver 1940-1941. Mais, au printemps, l'équipement en radar de la chasse de nuit britannique obligea à interrompre les opérations à gros effectif pour leur substituer un harcèlement par des chasseurs-bombardiers dont les pertes étaient beaucoup moins lourdes. Il semble bien que cet échec final des bombardiers rapides au printemps 1941 ait détourné longtemps l'Allemagne du bombardement stratégique.

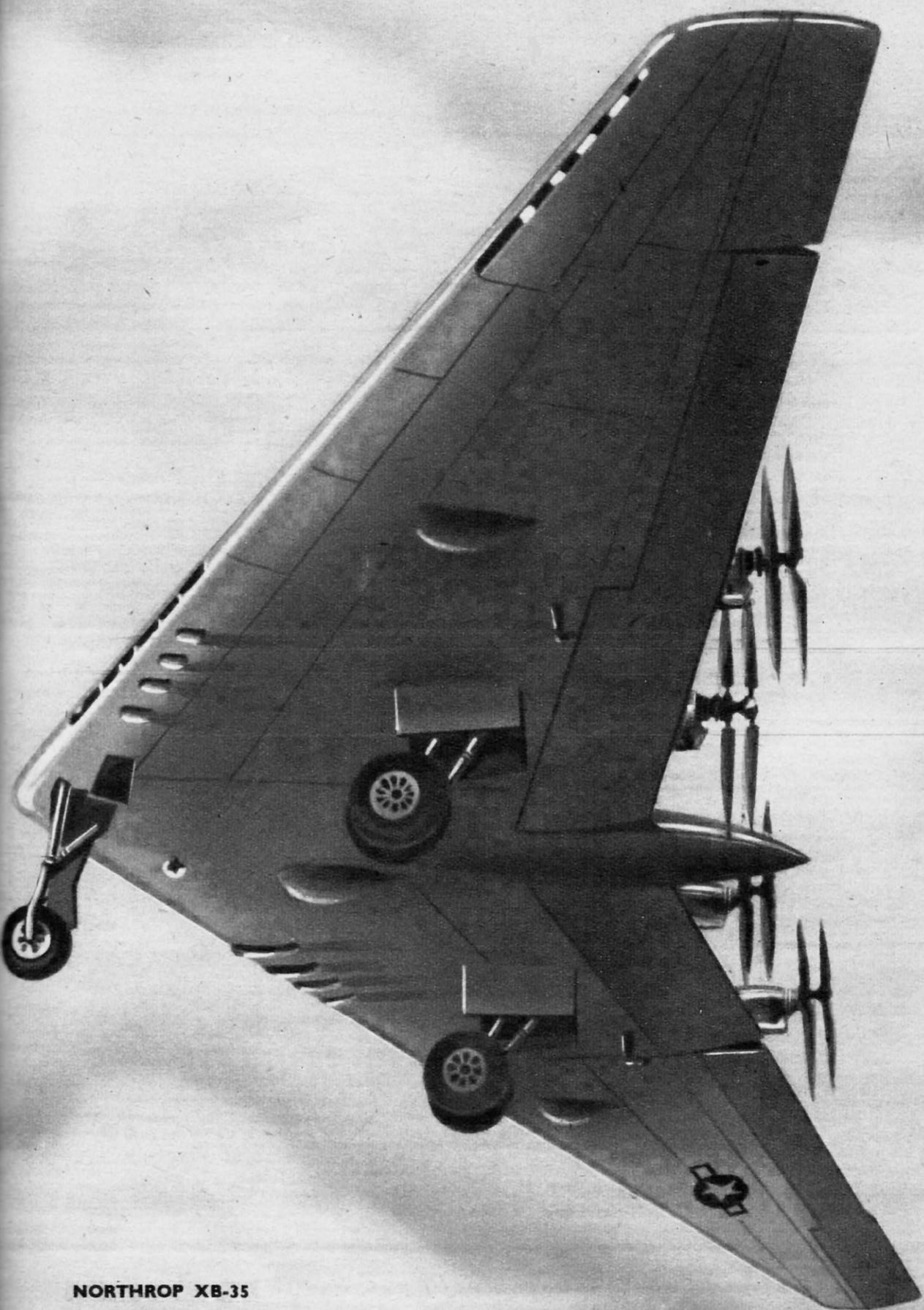
En 1944 et 1945, après la libération de la France, de la Belgique et des Pays-Bas, l'expérience fut jugée suffisamment probante et l'état de la Luftwaffe assez inquiétant pour la décharger de cette mission, en la passant aux armes nouvelles, V-1, puis V-2.

## SUPÉRIORITÉ DU CHASSEUR-BOMBARDIER

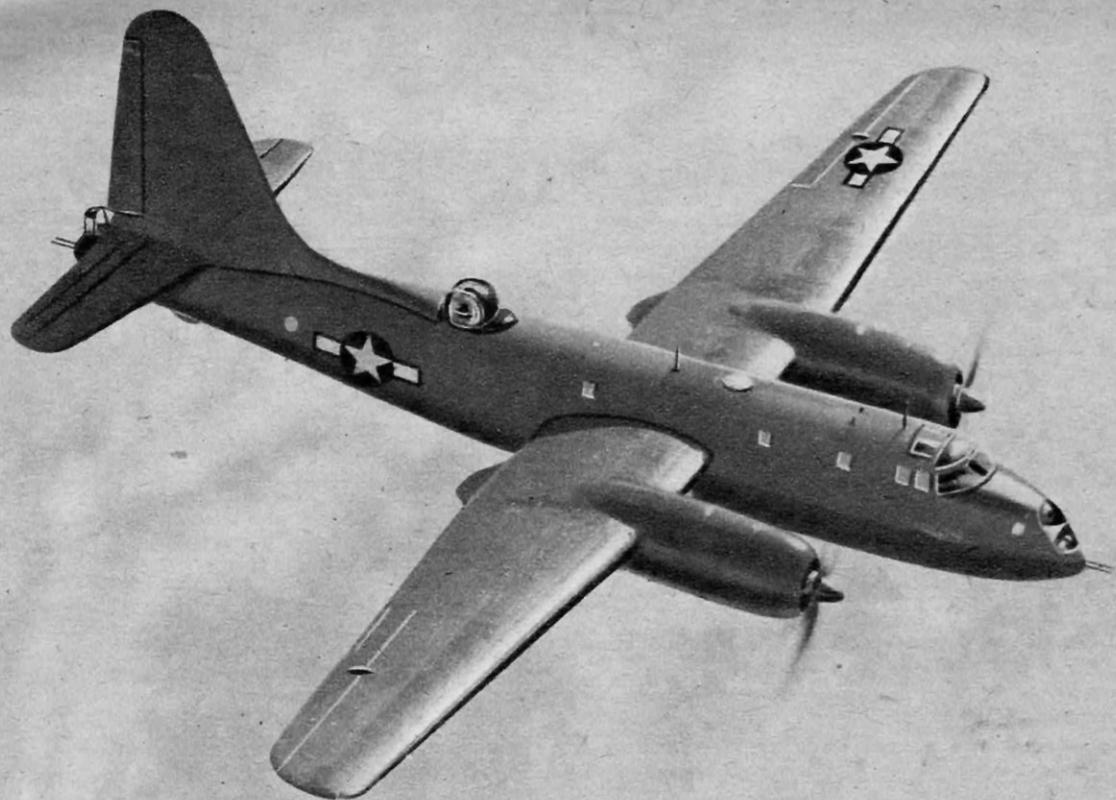
Des trois formules d'appareils conçues pour le bombardement stratégique, la moins efficace, qui devint tellement coûteuse qu'il fallut en arrêter l'emploi, fut celle du bombardier rapide préparé par la Luftwaffe. Celle du bombardier puissamment défendu réussit remarquablement en Extrême-Orient, en raison de l'infériorité de la chasse japonaise en matériel. En Europe, l'escorte des bombardiers américains s'imposa très rapidement, les pertes restant néanmoins sévères. La R. A. F., qui persista dans les opérations de nuit sans accompagnement de chasse, en subit de plus sérieuses encore. La formule du chasseur-bombardier allemand, puis britannique, puis américain, fut certainement celle qui réussit à placer un tonnage donné de bombes sur l'objectif avec le minimum de pertes en personnel et en matériel.

Généralisés en remplacement du bombardier lourd, le **de Havilland « Mosquito »** ou le **North-American « Mustang »** auraient économisé des dizaines de milliers de vies aux équipages des aviations britannique et américaine. Mais il aurait fallu que l'intérêt du chasseur-bombardier fut compris dès 1936, puisque le jeu normal des constructions de prototypes et d'appareils de série ne permet pas au programme de bombardiers lourds établi cette même année par la R. A. F. de donner son plein rendement avant 1942.

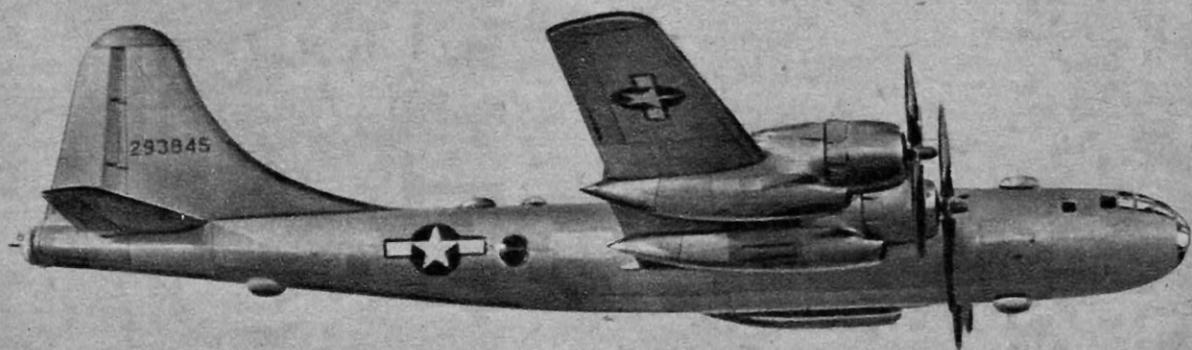
La méconnaissance des possibilités du chasseur-bombardier par les dirigeants allemands a eu des conséquences encore plus graves. Si l'on en croit le général W. Kreipe, cité par le général Arnold dans son rapport du 12 novembre 1945, les états-majors de la Luftwaffe et de la Wehrmacht, bourrés de fanatiques du parti nazi, croyaient pouvoir remporter la victoire par les seules forces terrestres et ne comprirent jamais l'intérêt du bombardement stratégique. Eblouis par la facilité des premières conquêtes, Hitler et Goering les approuverent. C'est seulement en avril 1944 que les destructions de la R. A. F. leur ouvrirent les yeux. Le général Galland, chef de la chasse, proposa de tirer parti de l'avance technique allemande en matière de réaction, avec un programme de 5 000 chasseurs par mois qui devaient rendre la maîtrise de l'air à la Luftwaffe. Goering refusa d'y souscrire, et voulut réserver une part importante de la production aux bombardiers lourds. Hitler arbitra le différend en ordonnant de construire des chasseurs-bombardiers à réaction, le **Messerschmitt Me-262** qu'il baptisa « Blitzbomber », et en interdisant de l'utiliser à d'autres fins que le bombardement. La décision, que le général Arnold critique, était probablement judicieuse, et ce ne serait pas la première fois que le non-spécialiste, et Hitler en particulier, aurait vu plus juste que l'aviateur. Mais elle était évidemment tardive et le débarquement allié en Nor-



**NORTHROP XB-35**



**LOCKHEED P2 V « NEPTUNE »** — Le plus récent avion à missions multiples livré à la marine américaine. Il se distingue par la puissance de son armement : 6 canons de 20 mm, 4 mitrailleuses de 12,7 mm, 16 obus-fusées de 127 mm, 2 torpilles ou bombes de 916 kg chacune. 



 **BOEING B-50 « SUPERFORTRESS »** — C'est la version la plus récente du bombardier lourd B-29 qui prit la part que l'on sait à la guerre contre le Japon ; elle s'en distingue par quatre moteurs Pratt et Whitney de 3 650 ch, une voilure plus légère, et des empennages agrandis.

mandie obligea à la rapporter. Le résultat aurait été tout différent si la formule du chasseur-bombardier avait été acceptée

par les dirigeants allemands en 1936, ou même à l'automne 1940 après les premiers essais positifs sur Messerschmitt Me-109.

## LE BOMBARDEMENT STRATÉGIQUE DANS UN PROCHAIN CONFLIT

On s'accorde pour admettre que la prochaine guerre sera encore plus « mondiale » que les précédentes. S'il est un point sur lequel cette prévision est vraisemblable, c'est bien quant à l'extension que prendraient les opérations de bombardement stratégique, au cas où les craintes manifestées par les spécialistes en politique extérieure et les critiques militaires prendraient corps. On choisira donc avec eux, comme thème d'un « Kriegspiel » aérien, les opérations entre deux groupes de puissances dont les principales seraient, d'un côté l'U. R. S. S. avec ses satellites, de l'autre les pays anglo-saxons.

Bien que la guerre de 1939 ait fini par s'étendre presque au monde entier, les zones soumises au bombardement stratégique se sont limitées à l'Angleterre, à l'Allemagne et aux pays qu'elle occupait et, en Extrême-Orient, au Japon. Encore les opérations véritablement actives contre l'Angleterre n'ont-elles duré que quelques mois, et les territoires conquis par l'Allemagne depuis 1938 ont été l'objet d'un traitement de faveur, avec destructions réduites à l'indispensable. Dans le conflit que nous envisageons, ce n'est plus seulement sur Coventry, Essen ou Tokio que tomberaient les bombes, mais sur Magnitogorsk et Kouznetzsk, sur Québec et Detroit, et peut-être sur Durban et Sidney.

S'ils sont plus éloignés, les objectifs différeront peu de ceux de 1939-1945.

Le plus important sera encore les transports, qui ne peuvent être ni dispersés, ni camouflés, ni enterrés, ni même le plus souvent déviés. A en juger par les dégâts de la bombe ordinaire, que ne donnera pas la bombe atomique dans une gare de triage, sur un pont, ou à l'entrée d'un tunnel ! Les transports par voie ferrée seront interrompus pour des mois en quelques jours d'opérations, spécialement dans les pays où la densité du réseau est très faible. Une liaison isolée comme le Transsibérien, et même les quelques lignes transcontinentales du Canada et des États-Unis seront coupées dès les premières heures du conflit et peut-être même avant, quand les mesures de police aérienne n'auront pas encore joué. Les conséquences de cette vulnérabilité des voies ferrées sont incalculables. Que deviendront les transports de minerai et de charbon sur 2 000 km, entre Kouznetzsk et Magnitogorsk ? Comment se fera l'échange, poids pour poids, de pétrole contre du blé qui est à la base même de l'agriculture motorisée, et qui permet le transfert des paysans d'Ukraine en Sibérie, ou du Canada au Texas, à condition que leurs tracteurs puissent être alimentés ?

Dans des étendues comme celles de l'U. R. S. S. et des États-Unis, la navigation intérieure joue un rôle équivalent à celui des chemins de fer. L'économie russe ou américaine est tributaire de la Volga, des Grands Lacs ou du Mississippi, tout autant que des voies ferrées. C'est seulement vers la fin de la dernière guerre que les transports intérieurs par eau ont été attaqués sérieusement, avec d'excellents résultats d'ailleurs. Mais, si l'on pouvait songer à couper un canal comme le Dortmund-Ems ou le Mittelland, il n'a jamais été question de s'attaquer à un fleuve comme le Rhin. La vulnérabilité des grandes voies sans écluses sera très probablement l'un des aspects les plus importants de la nouvelle guerre, et ce sera là un des triomphes de l'explosif atomique. La bombe-fusée à retard, pénétrant à 20 m dans le lit d'un fleuve, y ouvrira un entonnoir de plusieurs centaines de mètres. Les lèvres seront de véritables barrages dont le déblaiement posera un problème difficile en raison de l'inondation environnante, surtout si l'emplacement de l'attaque a été judicieusement choisi. Dans les défilés à travers des terrains rocheux, l'obstruction peut durer plusieurs mois. Le Rhin, dans son cours moyen, le Danube, aux Portes de Fer, sont particulièrement vulnérables. Mais la Volga, le Mississippi, les liaisons des Grands Lacs entre eux et avec l'Atlantique ne seront guère plus aisés à maintenir en état de navigabilité. Devant ces possibilités nouvelles de l'aviation, la voie de mer, dont la protection pendant deux guerres a causé tant de soucis aux Alliés, deviendra peut-être la seule liaison acceptable pour les gros transports.

### DESTRUCTION DES INDUSTRIES - CLEFS

Les industries de guerre de toute nature, que la coupure des transports n'aurait pas privées de leurs sources de matières premières, seront exposées aux mêmes destructions que jusqu'ici, évidemment amplifiées lorsqu'on substituera la bombe atomique à la bombe ordinaire. Le maintien en surface des industries-clefs n'est plus possible. L'utilisation des cavités naturelles, dont le recensement est en cours à cette fin aux États-Unis, celle des mines à grande profondeur, ou celle d'abris spécialement construits s'imposera. Si l'on ajoute la nécessité de protéger le mieux possible contre le souffle les installations non abritées qui subsisteront, les montagnes deviendront une région de prédilection, ou

l'on trouvera sans grands travaux les centaines de mètres de roc exigées par les bombes à retard et les pare-souffle naturels qui empêcheront les dégâts des bombes, éclatant au-dessus du sol, de s'étendre à des dizaines de kilomètres. Certaines régions d'Europe occidentale ou des Etats-Unis seront très favorisées à cet égard par rapport à la Russie d'Europe.

Il ne peut être question d'indiquer, même sommairement, tous les changements que l'emploi des explosifs atomiques apportera aux conditions d'exécution et aux résultats à attendre du bombardement stratégique. Bornons-nous au cas des barrages, ou l'innovation serait la plus grosse de conséquences. On sait les difficultés que présente leur destruction, qui tiennent à l'importance de la charge dont l'explosion simultanée est nécessaire à la rupture d'ouvrages en maçonnerie ou en béton qui mesurent plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur à la base. La concentration d'explosifs transportés par plusieurs escadrilles a été particulièrement coûteuse lors de la destruction par la R. A. F. des grands barrages de la Moëne et de l'Eder. La bombe atomique évite toutes ces difficultés. Le moindre chasseur bombardier, lançant une bombe-fusée à 10 000 m de l'objectif, viendra à bout du plus résistant des barrages. Il ne semble pas qu'on ait prêté l'attention voulue à cette éventualité. Des régions industrielles entières sont ainsi exposées à perdre subitement toutes leurs ressources en énergie hydroélectrique. De ce point de vue, l'U. R. S. S. et l'Amérique se classent dans l'ordre inverse de la facilité à se protéger en abris souterrains : pour un seul barrage géant sur le Dniepr, les Etats-Unis les comptent par douzaines dans les vallées comme celles du Tennessee.

## LES BOMBARDIERS DE DEMAIN

Les appareils dont on disposera pour le bombardement stratégique conviennent-ils à des objectifs aussi lointains ? Aux **Boeing « Superfortress »** de 1945 ont succédé des **Consolidated « Dominator »** auxquels on attribue un rayon d'action de 16 000 km avec charge utile évidemment très faible. En remplaçant le moteur **Rolls-Royce « Merlin »** par un **« Griffon »**, le **de Havilland « Mosquito »** est devenu un **« Hornet »** dont l'évolution vers le transport des grosses bombes et les rayons d'action élevés avec réservoirs supplémentaires ne fait que commencer ; lorsque le chasseur-bombardier atteint, comme le **de Havilland « Hornet »**, la puissance des **Boeing « Fortress »** et des **Consolidated « Liberator »**, il n'est pas exagéré de lui prédire un rayon d'action du même ordre, soit 5 000 km environ. Telles sont, en bombardier lourd et en chasseur-bombardier, les possibilités d'aujourd'hui dont on peut être assuré qu'elles seront largement dépassées demain.

En consacrant l'effort voulu à la production de bombardiers lourds, chacun des deux

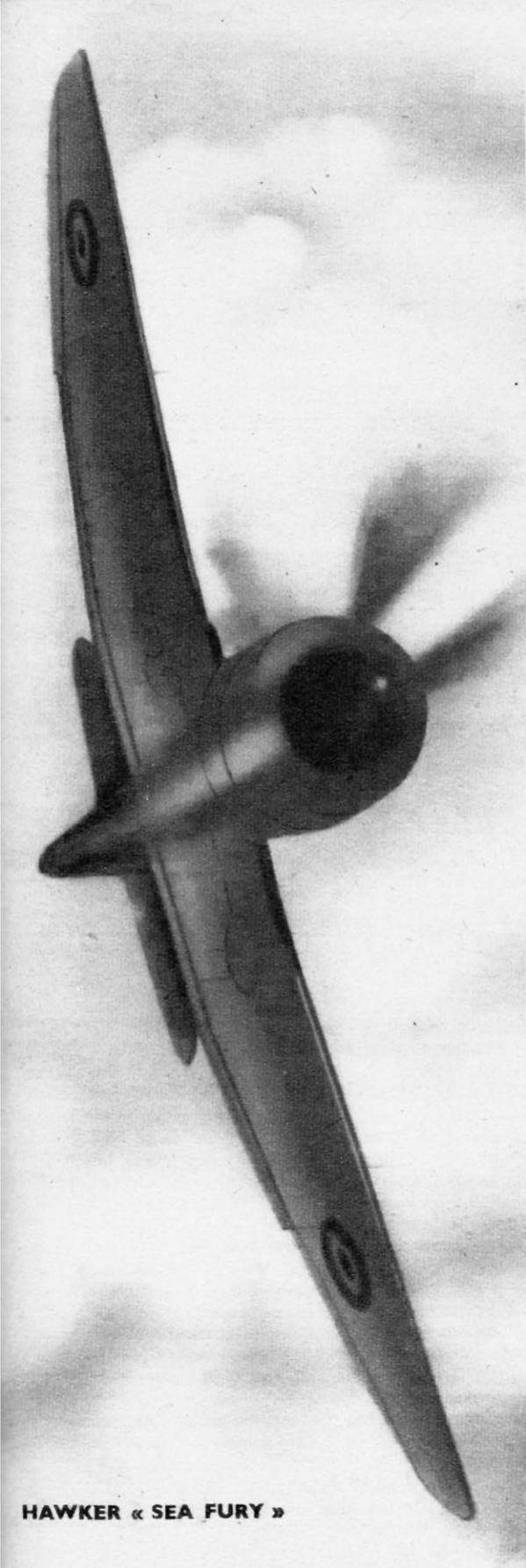
adversaires aura donc largement la possibilité d'atteindre l'autre, et cette perspective est l'argument le plus courant aux Etats-Unis pour obtenir de l'opinion publique son appui en vue de conserver une puissante aviation militaire. Mais le rendement de l'opération sera très différent suivant la position des bases de départ par rapport aux objectifs.

## ROLE DE LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE

L'Empire britannique et les Etats-Unis sont évidemment en bien meilleure posture que l'U. R. S. S. Du Japon à la Norvège, il n'y a pas 4 000 km. Mais les bases possibles au Sud de l'U. R. S. S., de la Grèce à l'Inde, sont beaucoup mieux situées encore. Si Anvers est le pistolet braqué au cœur de l'Angleterre, il ne peut rien contre les lointaines régions de l'Empire britannique. L'Iran serait au contraire une base de départ d'où l'on tiendrait sous les bombes la presque totalité des zones industrielles de l'U. R. S. S.

Ce qui a maintenu, au cours de la deuxième guerre, les Etats-Unis et le Canada à l'abri des entreprises aériennes de l'Allemagne et du Japon, c'est avant tout le faible nombre de bases dont leurs adversaires pouvaient s'emparer pour la conduite de leurs opérations, donc la facilité relative de leur défense. Appuyés sur l'Islande et le Groenland à l'Est, sur l'Alaska et les Hawaï à l'Ouest, l'Amérique du Nord était à l'abri de toute menace quand le Japon, entouré par les milliers d'îles et d'îlots des archipels sous son contrôle, ne pouvait établir dans chacun la garnison qui aurait empêché les forces américaines de pénétrer au cœur de son empire.

La même situation jouera encore demain en faveur de l'Amérique. Cependant, le rayon d'action accru des bombardiers stratégiques, comme l'utilisation des routes polaires qui sont le plus court chemin de l'U. R. S. S. vers le Canada et le Nord des Etats-Unis, aggravent la menace. Le gros risque, celui qui inquiète présentement les dirigeants américains et qui explique les manœuvres du printemps dernier dans l'Arctique, c'est l'occupation possible de quelques bases choisies dans les possessions insulaires du Canada, qui joueraient vis-à-vis de l'Amérique le rôle des Mariannes ou des Bonin vis-à-vis du Japon et qui seraient même assez proches pour un bombardement par fusées. C'est la crainte qu'exprimait le général Eisenhower lorsqu'il déclarait en mai dernier : « L'Amérique peut devenir une cible pour des projectiles terriblement destructeurs lancés de très loin. Etant donné que de tels projectiles peuvent être lancés à partir d'installations de dimensions très réduites, bien dissimulées et très dispersées, il est probable que leur efficacité demeurera pratiquement inchangée tant que les forces terrestres n'auront pu atteindre leurs bases de lancement ou détruire leurs stocks et les usines qui les fabriquent.



HAWKER « SEA FURY »

# AVIATION TACTIQUE

**B**IEN qu'elle procédât au fond du même état d'esprit, l'attitude des armées jusqu'en 1939 vis-à-vis de l'intervention directe de l'avion dans le combat différait de celle des marines.

## TUTELLE DE L'ARMÉE ET DE LA MARINE

Armées et marines désiraient également confisquer à leur profit l'action aérienne, les armées pour l'exploiter, les marines pour la paralyser. Les unes et les autres se retrouvaient d'accord pour interdire ou du moins contrôler les missions indépendantes, source possible d'émancipation de l'aviateur.

De 1914 à 1918, les armées avaient apprécié le concours de l'avion. Le commandement connaissait la valeur du renseignement aérien et la faiblesse des autres armes à cet égard ; l'artilleur trouvait dans l'avion un procédé d'observation incomparable ; le fantassin, qui en jugeait de l'autre extrémité de la trajectoire, n'ignorait plus le danger des marches et des stationnements sous l'œil de l'aviateur. Le rôle éminent de la chasse, qui descendait les avions ennemis et protégeait les avions amis, n'avait jamais été discuté.

Les autres missions tactiques où l'on affirmait l'intérêt de l'avion soulevaient un peu de scepticisme. Le mitraillage et le bombardement direct des troupes engagées dans le combat au sol avaient débuté en 1917 et 1918 ; ils avaient continué pendant la guerre d'Espagne, mais on ne voulait y voir qu'un pis-aller pour les armées manquant de canons et de munitions. A en juger par les précautions que prenait l'artilleur dans l'installation de ses positions de batterie, la crainte des attaques d'avions à faible altitude était le moindre de ses soucis. Quant aux troupes en déplacement et aux colonnes de ravitaillement, on jugeait bien les mouvements de nuit préférables, mais autant pour leur secret que pour leurs dangers ; faute de connaître ou d'apprécier à leur valeur exacte les résultats obtenus en 1918 en Palestine, on n'attribuait guère qu'un « effet moral » aux projectiles tirés ou lancés d'avion. Au reste, l'aviateur ne manifestait pas en général un grand

enthousiasme pour ajouter ce genre de missions à celles où il avait déjà fait ses preuves. Pour un qui approuvait la longue campagne du général Mecozzi en faveur de l'intervention directe, dans le combat au sol, de ce qu'il baptisa « aviation d'assaut », dix préféraient suivre les théories de Douhet sur l'inutilité, donc la nocivité, de toutes les missions autres que le bombardement stratégique.

Dans le combat naval, l'intervention directe de l'avion par ses bombes, ses torpilles ou ses balles de mitrailleuse n'était guère souhaitée par le marin. Il l'acceptait dans les missions de renseignement ou de réglage d'artillerie, mais jugeait que, dans leur composition d'alors, les flottes disposaient de toutes les armes nécessaires pour se combattre. Si l'infanterie ne risquait pas de disparaître en tant que corps parce que l'aviation lui aurait prêté son concours pour enlever un fortin, arrêter un char ou neutraliser une batterie, la marine estimait la situation du cuirassé de 35 000 tonnes, et même de croiseurs de déplacement moindre, compromise dès qu'un chasseur-bombardier aurait prouvé de façon catégorique qu'il était le plus dangereux adversaire de bâtiments aussi coûteux.

Sur les missions tactiques de l'aviation, la guerre a fourni des enseignements difficilement discutables, étant donné leur abondance et leur concordance.

Elle a confirmé d'abord l'intérêt de l'avion dans toutes les missions auxiliaires de renseignement et de réglage du tir.

Les résultats obtenus en mission d'assaut ont été excellents dans l'ensemble, mais leur classement doit être fait dans l'ordre inverse de celui qu'on leur attribuait généralement, qui était celui de leur ancienneté.

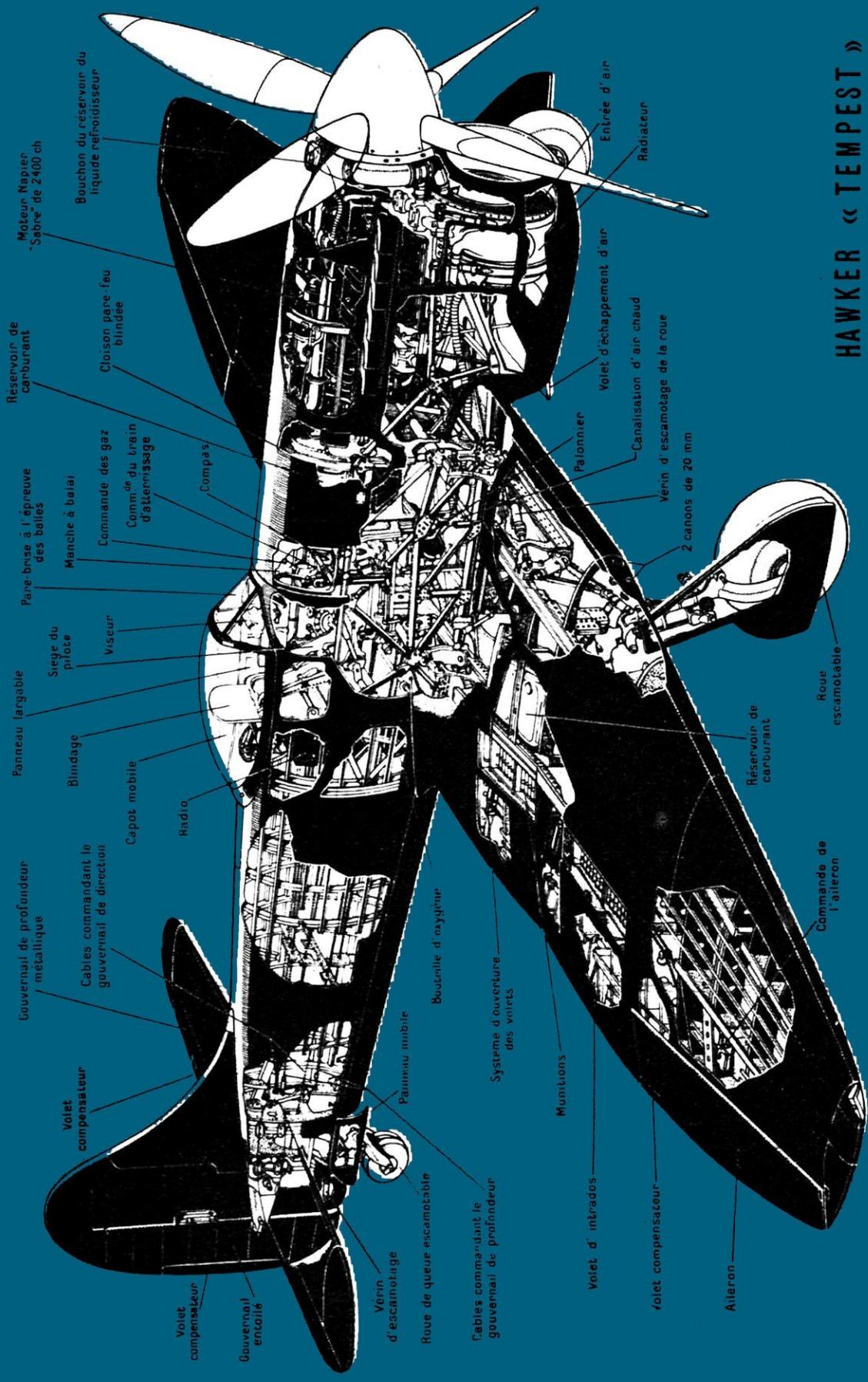
## L'AVION D'ASSAUT CONTRE LE FANTASSIN ET LE CHAR

L'attaque de l'infanterie, en tranchée ou sous béton, qui avait remporté tant de succès en Espagne, fut reprise par la Luftwaffe. La combinaison des divisions blindées et des escadres d'avions d'assaut était la base même des offensives de la Wehrmacht en Pologne et, en mai-juin 1940, sur le front occidental. Il est difficile de contester leur succès, mais aurait-il été très différent si les « Stukas » n'y avaient pas participé, et si des incursions profondes de chars avaient été lancées dans les brèches d'offensives à base de préparation d'artillerie ? Malgré la surprise et la faible réaction de l'infanterie, l'opération coûta cher. Répétée sur le front de l'Est contre des troupes dont la valeur dans la défensive était réputée, et bien décidées à tenir, coûte que coûte, aussi bien devant l'avion que devant le char, les entreprises de son aviation d'assaut furent le tombeau de la Luftwaffe. Ni devant Moscou, ni devant Leningrad, elle ne put ouvrir la brèche ;

elle suppléa encore plus difficilement l'infanterie dans la progression de cave en cave à Stalingrad.

Employée moins libéralement et plus judicieusement, l'aviation tactique remporta de nombreux succès contre l'infanterie abritée dans la campagne du Pacifique. Le commandement américain se plaît à rappeler celui du barrage d'Ipo, à l'est de Manille, où l'adversaire était retranché dans une ligne de positions enterrées à l'épreuve de l'obus et de la bombe. En trois jours, du 16 au 18 mai 1945, les chasseurs-bombardiers du 5<sup>e</sup> Fighter Command lâchèrent un millier de récipients chargés à 500 litres de « Napalm », gelée incendiaire à base d'essence. La 43<sup>e</sup> Division, qui suivait, avançait l'arme à la bretelle. Mais ce moderne feu grégeois n'aurait-il pas donné le même résultat dans un projectile de mortier ? A Iwojima comme à Okinawa, le charme était rompu ; l'infanterie américaine devait à nouveau reprendre sa lente et coûteuse progression, pendant que les navires et l'artillerie de campagne déversaient les dizaines de milliers de tonnes d'obus en tirs de préparation et d'accompagnement. Les **Republic « Thunderbolt »** et les **Vought-Sikorsky « Corsair »** ne dispensaient pas le fantassin du nettoyage à la grenade dans les labyrinthes souterrains des deux îles.

La mission d'arrêt des chars fut une de celles où l'aviation d'assaut rendit les services les plus signalés, sans pertes exagérées. Les premières tentatives, celles des bombardiers en piqué de l'armée de l'air et de la marine françaises contre les Panzerdivisionen, en mai 1940, donnèrent de piètres résultats tout en coûtant fort cher. C'est qu'il leur manquait à la fois l'avion, où le chasseur se révélait très supérieur au bombardier spécialisé, et les armes, canon de moyen calibre ou bombe-fusée. L'avion et les deux armes apparurent dès l'hiver 1941-1942 sur les « **Stormovik** » soviétiques. Presque aussitôt, le canon de 40 mm était monté à cette même fin sur les **Hawker « Hurricane »** engagés en Libye. Enfin, les bombes-fusées à grande vitesse des **Hawker « Typhoon »** et des **Republic « Thunderbolt »** britanniques et américains devaient donner toute leur mesure au cours du débarquement en France. Les succès allaient s'amplifiant. Au début de 1943, les « **Stormovik** » repoussaient avec des pertes énormes l'attaque de printemps de deux armées blindées allemandes, pendant que l'offensive de Rommel, perçant les lignes alliées dans le Sud tunisien, était bloquée par l'aviation au col de Kasserine. L'été suivant, l'avion arrêtait les contre-attaques des Panzerdivisionen en Normandie avec plus de succès encore ; presque tous les chars engagés étaient détruits ou immobilisés dans les poches qu'ils avaient ouvertes. A cette période critique où l'infanterie n'avait pas porté les armes de combat rapproché à charge creuse au degré de puissance qu'elles ont atteint dans les derniers mois de la guerre, l'avion s'est classé en tête des armes antichars.



Moteur Napier  
"Sabre" de 2400 ch

Bouchon du réservoir du  
liquide refroidisseur

Réservoir de  
carburant

Cloison pare-feu  
blindée

Entrée d'air  
Radiateur

Volet d'échappement d'air

Canalisation d'air chaud

Vérin d'escamotage de la roue

2 canons de 20 mm

Patonnier

Pare-brise à l'épreuve  
des balles

Manche à balai

Commande des gaz  
Comm. de train  
d'atterrissage

Compas

Siège du  
pilote

Visueur

Panneau largable

Blindage

Capot mobile

Radio

Gouvernail de profondeur  
métallique

Cables commandant le  
gouvernail de direction

Volet  
compensateur

Volet  
compensateur

Gouvernail  
entoilé

Vérin  
d'escamotage

Roue de queue escamotable

Cables commandant le  
gouvernail de profondeur

Bouteille d'oxygène

Système d'ouverture  
des volets

Munitions

Volet d'intrados

Volet compensateur

Aileron

Réservoir de  
carburant

Roue  
escamotable

Commande de  
l'aileron

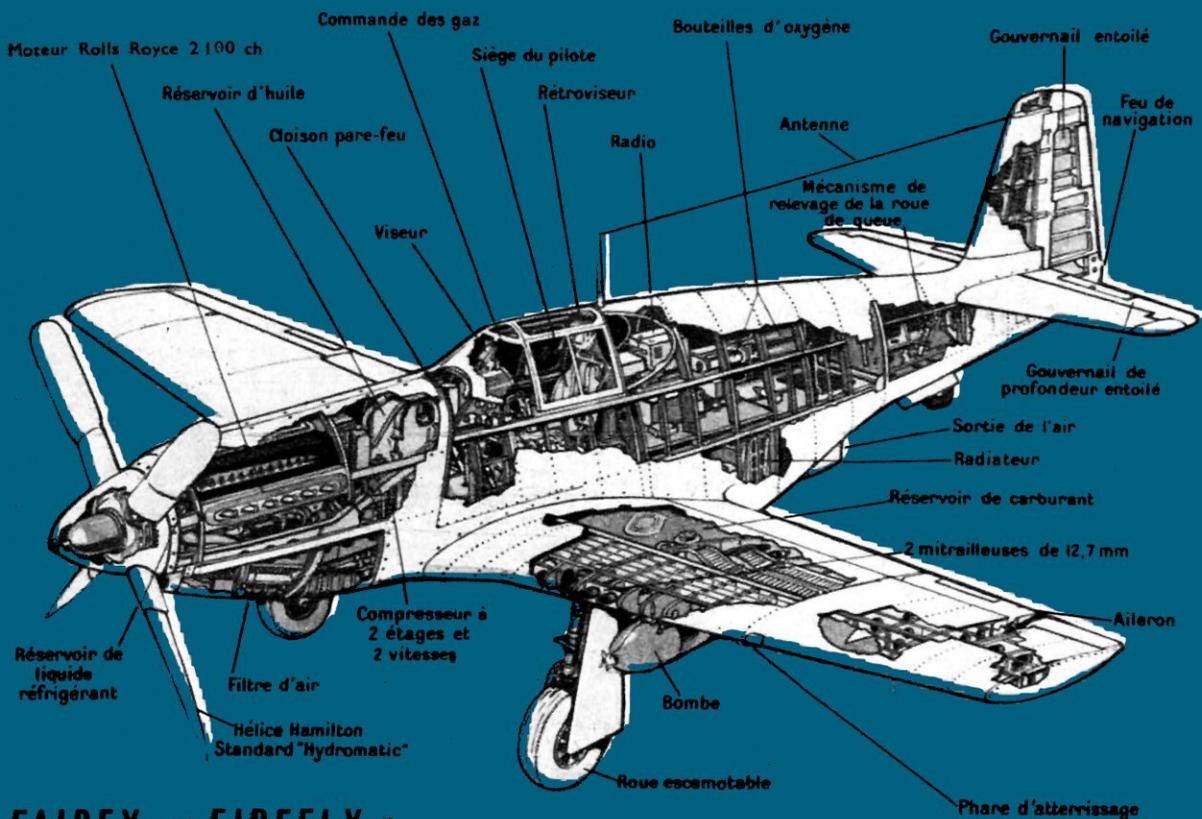
HAWKER « TEMPEST »

# AVIATION TACTIQUE

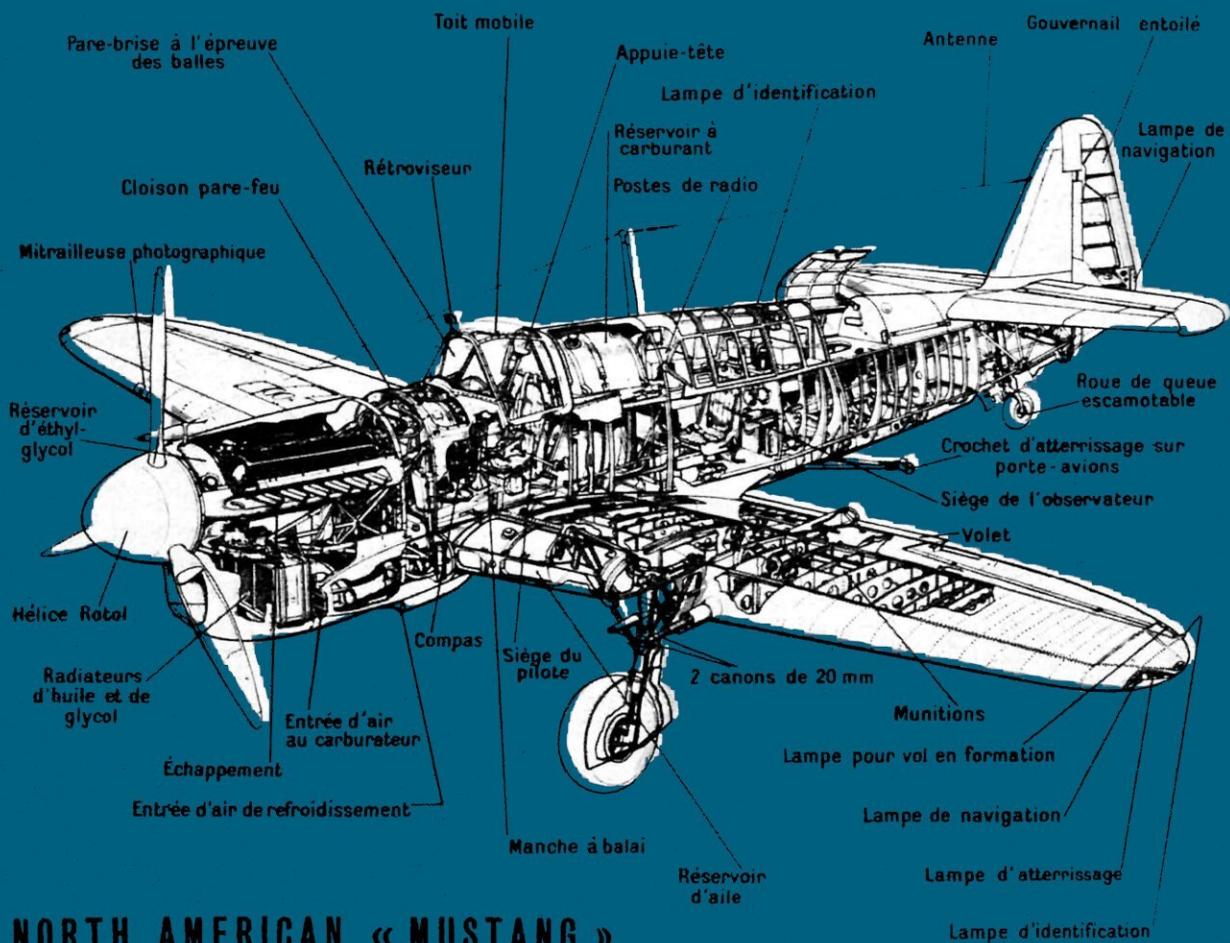
CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	DIMENSIONS		POIDS POIDS EN CHARGE (kg)	PUISANCE MOTEURS (ch)	PERFORMANCES			ÉQUIPAGE	ARMEMENT	OBSERVATIONS
		ENVE- LURE (m)	LOF- BUEUR (m)			VITESSE MAXI. (km/h)	RAYON D'ACTION (km)	PLAFOND PRATIQUE (m)			
<b>FRANÇAIS</b> <b>ARSENAL</b>	VH-10	15,49	12,94	8.500	2 Hispano-Sulza 12 Z de 1.180 ch	720	2 750	8 500	1		Moteurs disposés en tandem 2 hélices coaxiales tournant en sens contraire
	SE-580	15,86	13	7.500	1 Hispano-Sulza 24 Z de 2.500 ch		2 500	9 000			2 hélices tripales coaxiales
	80-175	17,96	12,43	8.023	2 (même et Rhône N-48/N-49 de 1.015 ch		3 300	10 300			Bombardier bimoteur de reconnaissance
<b>SNCA-S. O.</b>	80-177				2 Hispano-Sulza 12Y31						Bimoteur de reconnaiss- sance dérivé du 8Y-175
	80-6.000	9,18	10,13	3.500		860		9 000			Chasseur à réaction
<b>AMÉRICAINS</b> <b>BEECH</b>											
	X.A-38 <i>Grisdy</i>	20,4	15,7	16.300	2 Wright R-3.350 (Cyclone de 2.200 ch	640	2 300	10 700	1		1 canon de 75 mm, 6 mitrailleuses de 12 mm
	P-59 <i>Airacomet</i>	13,87	11,63	5.000	2 (General Electric I-16			12 200	1		1 canon de 37 mm, 3 mitrailleuses de 12,7 mm
<b>BELL</b>	P-63 <i>Kimblebra</i>	12,63	10	3.850	1 Allison V-1.710-98 de 1.500 ch	655	2 300	10 700	1		1 canon de 37 mm, 2 mitrailleuses de 12,7 mm, 2 mitrailleuses de 12,7 mm synchronisées
	XP-77	8,38	6,97	1.665	1 Ranger V-770 de 520 ch	640		10 700	1		1 canon de 20 mm, 2 mitrailleuses de 12,7 mm
	XP-88	16,15	13,86	12.250	2 (General Electric I-40	805			1		6 mitrailleuses de 12,7 mm, 1.800 kg de bombes
<b>BOEING</b>	XP8B-1				1 Pratt et Whitney R-4.960 de 3.600 ch	725		9 000	1		6 canons de 20 mm, 1.500 kg de bombes ou 2 torpilles de 900 kg
	XP-54	16,40	16,65	8.350	1 Lycoming	642		10 425	1		2 hélices coaxiales tractées
<b>CONSOLIDATED</b> <b>VULTEE</b>					1 General Electric T(3-100 à l'avant avec hélice de 1,40 m	886			1		Chasseur propulsé par 1 hélice tractée et 1 moteur à réaction à l'arrière
	XP-81	15,17	13,6	9.000	1 General Electric I-40 à l'arrière						
<b>CURTISS WRIGHT</b>	XP-65 <i>Ascender</i>	13,72	7,82		1 Allison V-1.710-96	640					
	XP-44 <i>Hellriver</i>	15,15	10,9	7.050	2 Wright R-2.600-20 Cyclone	488		7 300	2		2 canons de 20 mm, 8 fusées, 900 kg de bombes
	XP-87										Chasseur à réaction
<b>DOUGLAS</b>	AD-1 <i>Skyrider</i>	15,24	12	7.310	1 Wright R-3.350 (Cyclone de 2 100 ch		2 400	7 600			2 mitrailleuses, bombes
	F9F <i>Hellcat</i>	13	10,2	5.220	1 Pratt et Whitney R-2 800-10 de 2 000 ch	640	2 880	11 530	1		6 mitrailleuses de 12,7 mm
<b>GRUMMAN</b>	F7-F <i>Tiger</i>	15,7	13,8	7.400	2 Pratt et Whitney R-2.800-2 Double Wasp de 2 100 ch	685			1-2		1.800 kg de bombes, projectiles fusées ou 1 torpille de 533 mm
	F-8F <i>Bearcat</i>	10,81	8,68	4.225	1 Pratt et Whitney R-2.800-22 de 2.800 ch	675	1 525		1		4 mitrailleuses de 12,7 mm

# AVIATION TACTIQUE (suite)

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	DIMENSIONS		POIDS EN CHARGE (kg)	PUISSANCE MOTEURS (ch)	PERFORMANCES			ARMEMENT	OBSERVATIONS
		ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)			VITESSE MAXI. (km/h)	RAYON D'ACTION (km)	PLAFOND PRATIQUE (m)		
<b>AMÉRIC. (suite)</b>										
<b>LOCKHEED</b>	P-80 Shooting Star	11,8	10,5	6.360	1 General Electric T-40	880		13 720	6 mitrailleuses de 12,7 mm	Chasseur à réaction
<b>MAG DONNELL</b>	FD-1 Phantom			4.500	2 reacteurs Westinghouse	800	1 000	11 000		
<b>MARTIN</b>	AM Mauler	15,24	12,7	8.445	1 Pratt et Whitney Wasp Major de 3 000 ch	880	2 050		4 canons de 20 mm, 2.000 kg de bombes ou de torpilles	
<b>NORTH AMERICAN</b>										
	P-51-H Mustang	11,27	9,81	4.540	1 Rolls Royce Griffon	740	3 290	13 000	6 mitrailleuses de 12,7 mm, 10 fusées, 450 kg de bombes	
	P-52 Twin Mustang	15,6	11,06	9.070	2 Rolls Royce Merlin de 2.200 ch	770	4 000	13 700	6 mitrailleuses de 12,7 mm, 25 fusées, 4 bombes de 600 kg	Chasseur à double fuselage type P-51
	F-31				1 General Electric TG-180-V-5	937	1 200	14 200		Chasseur à réaction embarqué, version XP-86 pour l'aviation d'armée
	XP-56				1 Pratt et Whitney					2 hélices propulsives coaxiales
<b>NORTHROP</b>										
	P-61 Black widow	20,12	13,73	12.800	2 Pratt et Whitney R-2.800-10 de 2 100 ch	600		10 000	4 canons de 20 mm, 4 mitrailleuses de 12,7 mm, 2 bombes de 900 kg	
	XP-79	11,58	4,26		2 Westing. 19-B Yankee				4 mitrailleuses	Chasseur à réaction
<b>REPUBLIC</b>										
	P-47-N Thunderbolt	12,4	11	5.075	1 Pratt et Whitney R-2.800-30	704	1 200	12 200		
	XP-84 Thunderbolt	11,10	11,28	4.080	1 General Electric de 1 350 ch	655	1 600	12 200		Chasseur à réaction
<b>RYAN</b>	PR-1 Fireball	12,19	9,78		1 Wright Cyclone de 1 350 ch	630	2 400		8 mitrailleuses de 12,7 mm, fusées	1 hélice tractée et 1 moteur à réaction à l'arrière
<b>VOUGHT</b>	F4 U-4 Corsair	12,5	10,5		1 General Electric J-16	722			4 canons de 20 mm.	
	XP-50-1 Skimmer				2 Pratt et Whitney R-2.800 de ch	772				
<b>AUSTRALIENS</b>										
<b>COMMONWEALTH AIRCRAFT</b>	CA-15	10,80			1 Rolls Royce Griffon 61 de 2 035 ch	800			6 mitrailleuses de 12,7 mm, 10 fusées	
<b>SUÉDOIS</b>										
<b>SVENSKA AEROPLAN</b>	J-21	11,6	10,45			650				Hélicoptère, hélice propulsive
<b>ITALIENS</b>										
<b>AERONAUTICA UMBRA</b>					2 moteurs de 1.250 ch	690	1 700		2 canons de 20 mm, 4 mitrailleuses de 12,7 mm	4 hélices coaxiales
<b>PIAGGIO</b>	P-119	13	9,7	4.100	1 Piaggio P-XXVRC de 1.700 ch	550	1 500	7 000	1 canon de 20 mm, 4 mitrailleuses de 12,7 mm	Moteur à l'arrière du siège du pilote, entraînant par un arbre de transmission une hélice tractrice dans le nez du fuselage



**FAIREY « FIREFLY »**



**NORTH AMERICAN « MUSTANG »**

## L'AVION D'ASSAUT CONTRE LES ARRIÈRES ENNEMIS

Dans l'attaque des arrières immédiats des armées, l'avion a remporté des succès aussi remarquables. Il s'est révélé la seule arme propre aux missions d'interdiction, où l'artillerie à longue portée avait toujours échoué. En Italie, l'isolement des têtes de pont, manqué à Salerne, réussit à Anzio. A plusieurs reprises, le trafic par voie ferrée à destination du front fut entièrement interrompu pendant des semaines. En Normandie, ces opérations furent reprises à grande échelle sur profondeur accrue, avec un succès complet, malgré la densité du réseau ferré et routier ; les délais de transport imposés aux réserves allemandes retardèrent leur entrée en ligne jusqu'à consolidation des têtes de pont ; des divisions entières parvenaient au front sans aucun matériel lourd, le combattant, fantassin, artilleur ou pionnier, réduit à ce qu'il pouvait porter sur lui dans un voyage de nuit à bicyclette.

L'isolement de la Ruhr représente le dernier degré de puissance de l'aviation tactique sur le front occidental, à la veille de l'effondrement allemand.

La défense de ce gigantesque arsenal qu'était la Ruhr, bande de 65 km de longueur et 20 km de largeur moyenne entre la rivière Ruhr et le canal Rhein-Herne, fut la dernière

tentative de Hitler pour endiguer l'avance anglo-américaine. Dix-sept divisions, une population normale de près de quatre millions d'hommes, accrue de quelques centaines de milliers de prisonniers, devaient renouveler le miracle de Stalingrad dans une région qui s'y prêtait beaucoup mieux. Les canaux de Dortmund-Ems et Mittelland, les cinq voies ferrées principales et les nombreuses voies secondaires qui se déployaient à partir de la Ruhr vers l'Est furent coupés entre la fin de février 1945 et le 24 mars, par la destruction de 16 ponts sur une ligne d'interdiction allant de Brème à Coblenze. L'aviation entre tint les coupures malgré les concentrations de main-d'œuvre et de matériaux réunies pour la remise en état. Simultanément, elle soumettait l'intérieur de la poche à des attaques incessantes. Des 42 « Super-Tiger » envoyés en renfort à Bayerling, 34 ne lui parvinrent jamais, mis hors d'usage avant de l'atteindre. La 11<sup>e</sup> Division blindée abandonna dans un bois toute sa colonne de ravitaillement. Le personnel des dépôts brûlait l'essence faute de moyens de transport, et les combattants brûlaient leurs chars et leur artillerie faute d'essence pour les déplacer. Un mois et demi de vivres avait été réuni. Mais, quand la poche fut résorbée après dix-huit jours de combat, on trouva des régiments entiers qui n'avaient pas mangé pendant les quatre jours qui avaient précédé leur reddition. La paralysie des transports était totale.

## LES ERREURS DANS LE CHOIX DES MISSIONS TACTIQUES

Suivant leur organisation en armées de l'air indépendante ou leur subordination au commandement terrestre, les aviations tactiques reçurent des missions très différentes, pêchant par excès ou par défaut. Mais le classement en est plus complexe que pour le bombardement stratégique.

Dans le cas des aviations française et britannique, on distingue très nettement les effets de la répugnance d'une aviation indépendante vis-à-vis des missions tactiques. Elle apparaît également dans les missions auxiliaires anciennes, la recherche du renseignement ou le réglage du tir, pour lesquelles aucun matériel moderne n'avait été préparé, et dans celles de l'aviation d'assaut, où l'on avait rejeté aussi bien la création d'appareils spécialisés que l'adaptation du chasseur. L'aviation française fut mise hors de cause avant d'avoir pu réparer ces erreurs de 1939 ; la R. A. F. eut le temps de corriger les siennes, aidée par les réclamations incessantes de l'armée et de la fraction d'opinion qu'elle inspirait, et favorisée d'ailleurs par les très faibles effectifs britanniques en ligne jusqu'en 1944, qu'il n'était guère difficile de doter d'une aviation tactique largement cal-

culée. Le commandement choisit assez heureusement les missions des Tactical Air Forces ; la lutte contre les chars, comme le harcèlement de l'armée Rommel en retraite à travers la Libye, sont des exemples d'opérations parfaitement conduites, où les sacrifices demandés aux formations terrestres et aériennes étaient très judicieusement balancés.

### L'ACTION BRITANNIQUE

L'hostilité envers les missions tactiques n'eut d'ailleurs pas de conséquences graves. Conservée pour les jours difficiles au cours du repli en Belgique du corps expéditionnaire britannique, pendant que la Luftwaffe s'épuisait en interventions d'utilité contestable au profit de la Wehrmacht, la R. A. F. joua brillamment la partie décisive au-dessus de Dunkerque et la gagna. Repliée dans les Iles, reconstituée et renforcée pendant près de deux mois, elle remporta un succès d'égale importance au cours de la bataille d'Angleterre. Dans les premiers douze mois de guerre, la Grande-Bretagne avait besoin, avant tout, de la maîtrise de l'air aux abords

de ses côtes et sur son territoire. La R. A. F. s'acquitta brillamment de cette tâche essentielle ; ses déficiences en missions tactiques peuvent lui être pardonnées.

Ce n'est qu'à partir de la campagne d'Egypte et de Libye que l'armée était en droit de lui réclamer un concours direct plus sérieux. L'affaire se termina assez bien pendant les mois décisifs du deuxième semestre 1940 où Wavell contint l'offensive de Graziani, puis le rejeta en Cyrénaïque. Mais il faut reconnaître que la R. A. F. eut la chance de ne trouver devant elle, au début, que des formations de la Regia Aeronautica, au lieu des unités de la Luftwaffe qui arrivèrent au printemps suivant avec le maréchal Rommel.

## L'ÉCHEC ITALO-ALLEMAND

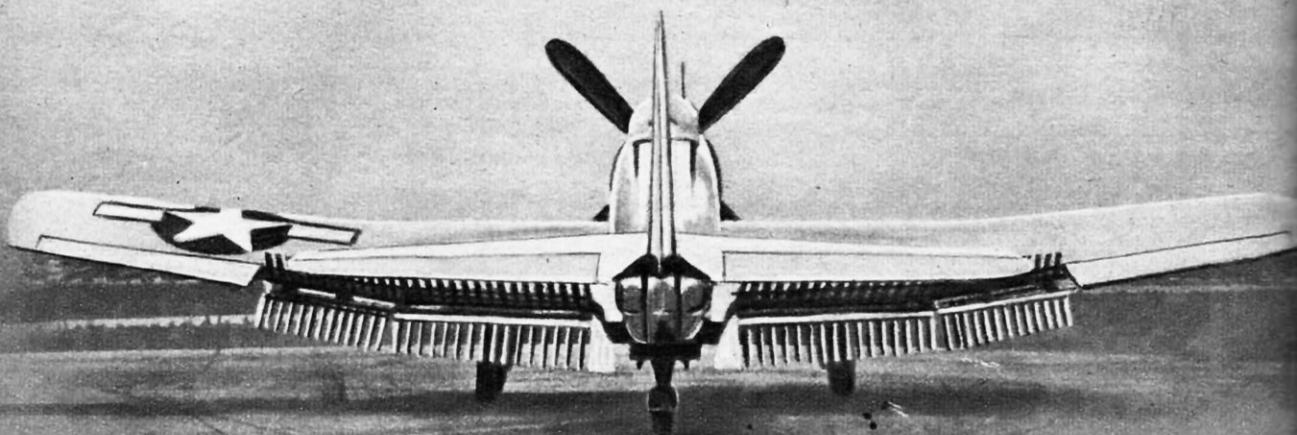
Les caractéristiques de l'action tactique des aviations allemande et italienne, et surtout de la première, ont été l'excès de la tâche qui leur fut imposée, et le mauvais choix de leurs missions. Elles s'expliquent très probablement par les succès remportés en Espagne, au service de l'armée nationaliste, en supplantant une artillerie lourde absente. Mais aucun adversaire ne leur disputait alors la maîtrise aérienne ; l'infanterie qu'elles attaquaient était pauvrement équipée en D. C. A. et les autres objectifs, chars en action ou

colonnes en déplacement, participaient de la faiblesse générale de l'armée gouvernementale en matière!

Contre ces objectifs renouvelés de la guerre d'Espagne, les escadres d'assaut de la Luftwaffe remportèrent de faciles succès en Pologne et sur le front occidental. Dès que la résistance de l'adversaire se raidit, ce qui arriva pour la première fois devant Tobrouk, et se répéta ensuite pendant des années sur le front de l'Est, les pertes s'amplifièrent et devinrent disproportionnées aux résultats.

La Regia Aeronautica conduisit plus mal encore ses opérations. Dans le repli volontaire de Wavell sur Marsa-Matrouh, elle n'eut pas à intervenir. Elle eût pu le faire beaucoup plus utilement au cours de la contre-offensive qui suivit, en arrêtant la marche assez risquée des blindés britanniques du désert vers la côte, ou en s'opposant à l'action des maigres effectifs de la R. A. F. contre les blindés italiens et les colonnes en retraite. La carence de l'aviation italienne dans cette mission essentielle coûta à l'armée de Graziani des centaines de milliers de prisonniers tombés aux mains d'un adversaire numériquement très inférieur.

Assurément, les « Picchiatelli » italiens n'étaient guère mieux adaptés aux missions variées de l'aviation d'assaut que les « Stukas » allemands, comme nous le verrons plus en détail dans le paragraphe suivant. Mais les avions de l'armée d'Egypte, avant que les



**MARTIN « MAULER » — Bombardier piqueur et torpilleur possédant doubles volets-freins.**

# AVIATION TACTIQUE (suite)

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	DIMENSIONS		POIDS EN CHARGE (kg)	PUISSANCE MOTEURS (ch)	VITESSE MAXIM. (km/h)	PERFORMANCES		ÉQUIPAGE	ARMEMENT	OBSERVATIONS
		ENVERGURE (m)	HAUTEUR (m)				RAYON D'ACTION (km)	PLAFOND PRATIQUE (m)			
<b>ANGLAIS</b>	<i>Firebrand</i>	15,6	11,9	7.200	1 Bristol Centaurus de 2.500 ch	500	1 200		1	4 canons de 20 mm, 1 torpille de 850 kg ou 2 bombes de 850 kg	
	DE-98 <i>Monarch B-XVI</i>	16,52	13,57	11.350	2 Rolls Royce Merlin 72 de 1.650 ch	650	2 400	10 980	2	4 canons de 20 mm, 4 mitrailleuses de 7,7 mm, ou 1 bombe de 1 812 kg	Il existe une version pour porte-avion
	DE-100 <i>Vampire</i>	13,41	9,36	4.070	1 DH Goblin 2	870	2 240	14 600	1	4 canons de 20 mm	Il existe une version pour porte-avion chasseur à réaction
	DE-108 <i>Hornet</i>	13,71	11,3	9.480	2 Rolls Royce Merlin de 2 030 ch	755	4 800	10 700	1		Il existe une version pour porte-avion
	DE-108 <i>Swallow</i>				1 DH Ghost	1 095					Chasseur à réaction
<b>FAIREY</b>	<i>Firefly 4</i>	12,55	11,5	5.980	1 Rolls Royce Griffon 74 de 2 100 ch	620	1 720		2	4 canons de 20 mm, bombes ou fusées	
	<i>Spearfish</i>	18,4	13,6	10.000	1 Bristol Centaurus 56 de 2 800 ch	470	1 670	7 920	2	4 mitrailleuses de 12,7 mm, torpille ou bombes	
	<i>Merlin IV</i>	18,1	12,5	6.305	2 Rolls Royce Derwent V	941	1 320	15 800	1	4 canons de 20 mm	Chasseur à réaction
	<i>Tempest</i>	12,5	10,5	6 250	1 Bristol Centaurus V de 2 500 ch	695			1		
<b>HAWKER</b>	<i>Typhoon</i>	12,67	9,47	5 220	1 Napier Sabre II A	650			1	4 canons de 20 mm ou 4 mitrailleuses de 12,7 mm et fusées, bombes	
	<i>Sea Fury</i>	11,74	10,53	5.457	1 Bristol Centaurus XVIII de 2 400 ch	742	1 250	12 650	1	4 canons de 20 mm, 450 kg de bombes ou 4 fusées	Il existe une version ferrestre
	MB-V	10,6	11,5	5.200	1 Rolls Royce Griffon de 2 300 ch	745				4 canons de 20 mm	2 hélices coaxiales
<b>MARTIN-BAKER</b>	<i>B6-44</i>				2 moteurs à réaction Metro-Vickers				1		Chasseur, hydravion à coque
	<i>Spitfire XVI</i>	9,98	9,58	8 320	1 Rolls Royce Merlin 236	642	696	12 200	1		
	<i>Spitfire XIV</i>	10,6	9,95	4 220	1 Rolls Royce Griffon de 2 050 ch	750	852	12 650	1	4 canons de 20 mm	
<b>SAUNDERS-ROE</b>	<i>Sea King</i>	10,67	10,04		1 Rolls Royce Griffon de 2 408 ch	724	1 200		1		Version navale du Spitfire
	<i>Seafire Mark 40</i>	11,23	10,03	4 300	1 Rolls Royce Griffon de 2 078 ch	708			1		Version navale du Spitfire
	<i>S24-87</i>	15,24	12,19	5.443	1 Rolls Royce Merlin de 1 600 ch	450			1		Allée à incidence variable

**Hawker « Hurricane »** fussent employés en appui direct, ne l'étaient pas davantage. Les succès britanniques, comme les échecs italo-allemands de 1940-1941, tiennent à un choix d'objectifs beaucoup plus judicieux par le commandement britannique que par les commandements des puissances de l'Axe.

## LE SUCCÈS RUSSO-AMÉRICAIN

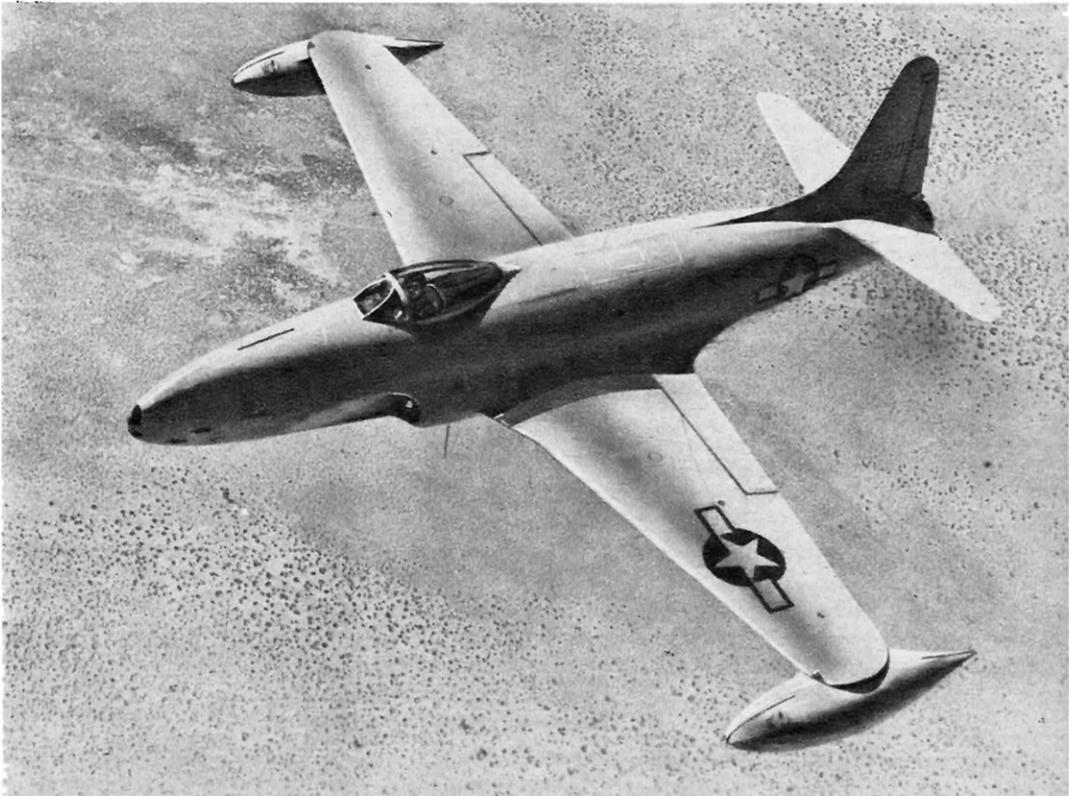
Entrées en ligne plus tardivement, les aviations soviétique et américaine ont fort bien compris les enseignements des campagnes auxquelles leurs chefs avaient pu assister en spectateurs ; aucune faute grave ne peut leur être reprochée dans le choix de leurs missions tactiques.

Dès l'hiver 1941-1942, l'aviation d'assaut soviétique montrait, par le programme de ses « **Stormovik** », l'intérêt qu'elle portait à l'arrêt du char par l'avion. Plus la campagne se prolongeait, et plus sa maîtrise en ce domaine s'accusait, pendant que la « **Luftwaffe** » laissait au fantassin allemand, qui n'y parvint guère qu'en 1945, le soin de lutter contre les chars. Peut-être l'attaque des arrières allant jusqu'à l'interdiction presque complète des transports ferrés et routiers n'a-t-elle pas été l'objet du même souci à l'Est et à l'Ouest, et la part de l'aviation dans les grands encerclements des unités allemandes par l'Armée Rouge a-t-elle été moindre que celle des aviations tactiques britannique et

américaine dans les opérations analogues de la Normandie à la Ruhr. C'était une question de répartition entre l'effort aérien et l'effort terrestre. L'aviation soviétique n'a jamais eu, à l'Est, la supériorité écrasante qui était celle des aviations alliées à l'Ouest.

Le choix des missions de l'aviation tactique américaine a été parfait et, joint au gros effort consenti en faveur de l'arme aérienne en général, il explique les très faibles pertes de l'armée eu égard aux résultats obtenus. En Tunisie, en Italie, en France et même lors de la contre-offensive allemande du Luxembourg, favorisée par un brouillard intense, l'avion est toujours intervenu à temps pour retourner la situation que l'attaque des chars allemands avait rendue critique. Mais l'aviateur laissait à l'infanterie et l'artillerie réunies le soin d'enlever l'un après l'autre plusieurs centaines de forts à travers la ligne Siegfried, sans que le commandement protestât si l'explosif n'était pas porté par avion dans l'embrasure. Libérés de cette mission coûteuse, les Tactical Air Forces et les Air Commands pouvaient se consacrer entièrement à des tâches plus utiles, comme l'expulsion des avions allemands hors du champ de bataille, la destruction au sol de la D. C. A. avant les débarquements aériens et l'interdiction des arrières qui, privant les troupes en ligne de ravitaillement et de renforts, leur coupant la retraite, livra aux armées alliées des centaines de milliers de prisonniers au cours de la campagne de France.

## **LOCKHEED « SHOOTING STAR » — Le plus rapide des chasseurs à réaction américains.**





VICKERS « SPITEFUL » — Version du « Spitfire » avec ailes laminaires et moteur « Griffon ». ▲

DE HAVILLAND « HORNET » — Nouvelle version de chasse du de Havilland « Mosquito ». ▼



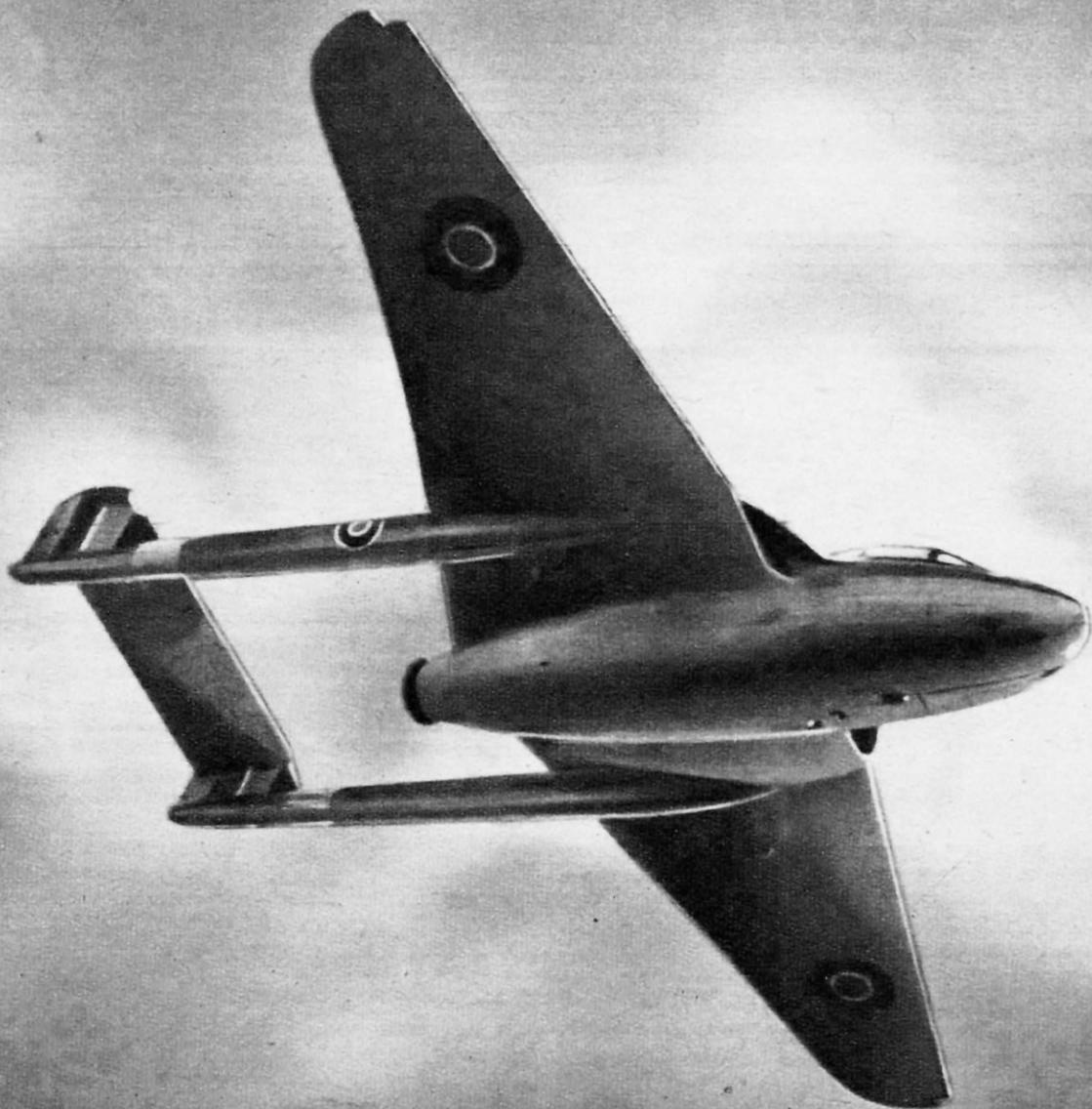
# LE MATÉRIEL DE L'AVIATION TACTIQUE

Pour des missions aussi différentes que le renseignement, l'observation du tir, l'assaut des divers objectifs au sol, la nécessité de types d'avions adaptés à chacune paraissait évidente. La visibilité, la maniabilité, la faible vitesse d'atterrissage pour l'utilisation des terrains de l'avant, étaient autant d'exigences sur lesquelles insistait l'aviateur spécialisé et que le commandement des armées ne manquait pas de rappeler, chaque fois qu'on proposait d'unifier le matériel d'une aviation stratégique et d'une aviation tactique, terrestre ou navale. Le souci du combat aérien était le seul qu'on négligeait. La maîtrise de l'air ne regardait que le commandement de l'aviation ; à lui de l'acquérir, de la conserver et de fournir les escortes de chasse requises pour que les appareils de coopération puissent

effectuer leur travail en toute sécurité.

Des septembre 1939, l'accompagnement des appareils de reconnaissance rapprochée apparut comme une tâche risquée qui réclamait une escorte imposante, sans qu'on pût garantir de la mener à bien. Quant à l'exploration lointaine, il n'était pas question de la confier à quelque avion lent, défendu par un jumelage de mitrailleuse. L'observation à vue fut abandonnée et remplacée avantageusement par la photographie en monoplace, sur un chasseur spécialement équipé pour les grandes altitudes. Jusqu'à la fin de la guerre, les **Vickers-Supermarine « Spitfire »** se tirèrent fort bien de cette mission.

Le succès de l'observation d'artillerie, avec les **Fieseler « Storch »** et les **Piper « Cub »**, semble donner raison aux programmes d'appareils spécialisés. Remar-



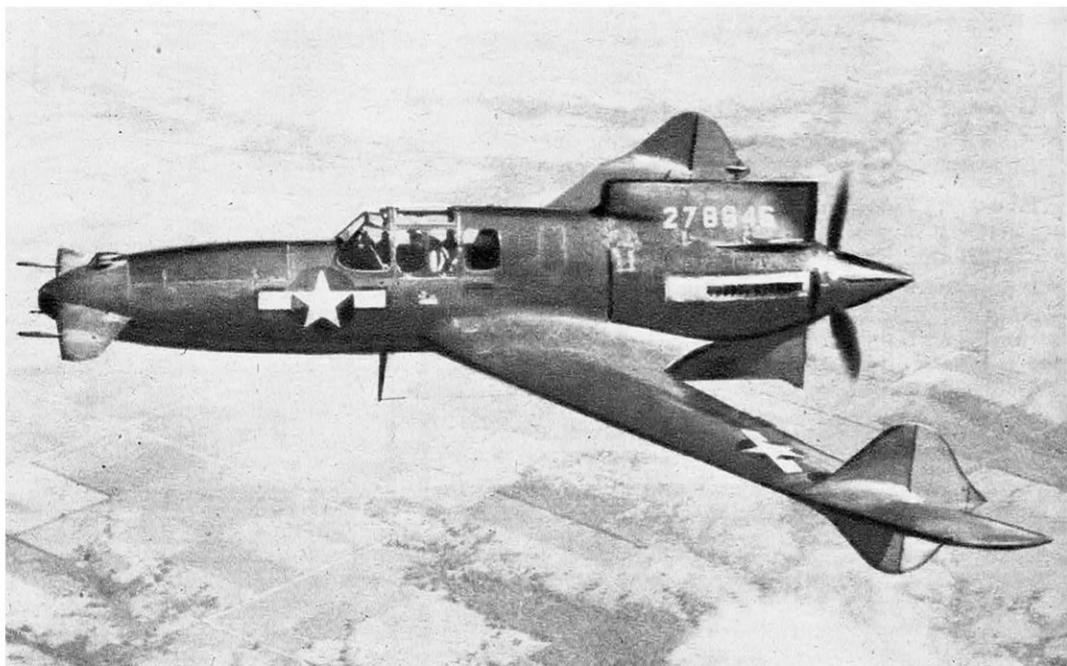
DE HAVILLAND « VAMPIRE »

## AVIONS MILITAIRES RUSSES

DÉSIGNATION	Экземпляр	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS M CHARGE (kg)	MOTEURS	PUISSANCE (ch)	VITESSE MAXIM. (km/h)	RAYON D'ACTION (km)	PLAFOND (m)	OBSERVATIONS	ARMEMENT
IL-4	4	21,40	14,50	15 000	2 de 1 100 ch	2 200	150	4 000	9 000	Bombardier bimoteur	3 mitrailleuses de 7,62 mm 2 000 kg de bombes
IL-2 « Stormovik »	1	13,75	11,70		1 moteur	1 700	450			Avion d'assaut	2 canons de 32 mm, 2 mitrailleuses de 12,7 mm, 8 fusées, 1 bombe de 400 kg
IL-3	2	14,95	11,75		1 moteur AN-38	1 300	435			Avion d'assaut	2 canons de 32 mm, 1 arme orientable en arrière
LA-5	1	9,68	8,72	3 359	1 moteur M-82	1 600	600	800	5 000	Monoplace de chasse	2 mitrailleuses de 12,7 mm, 4 bombes de 50 kg
LAGG-3	1	9,68	8,96	3 200	1 M-105-P	1 100	500	640	9 000	Monoplace de chasse	1 canon de 20 mm, 2 mitrailleuses de 12,7 mm, 6 fusées
MIG-3	1	11,45	9,50	2 800	1 moteur	1 200	580		4 000	Monoplace de chasse	2 canons de 20 mm, 4 mitrailleuses
PE-2	4	17,16	12,00	7 500	2 M-105-P de 1 100 ch	2 200	540		9 000	Avion d'assaut et bombardier	4 mitrailleuses de 7,62 mm, 1 000 kg de bombes
TU-2	4	18,86	13,8	10 583	2 M-82-NU de 1 750 ch	2 500	750		11 000	Bombardier bimoteur d'attaque	2 canons de 20 mm, 6 mitrailleuses de 12,7 mm, 1 mitrailluse de 12,7 mm, dans la queue
YAK-1	1	10	8,5		M-105-P	1 100	596			Monoplace de chasse	1 canon de 20 mm, 2 mitrailleuses de 12,7 mm
YAK-9	1	10	8,5		M-105-P	1 800	600			Monoplace de chasse	1 canon de 20 mm, 2 mitrailleuses de 12,7 mm, 6 fusées
G-S-T		31,90	19	12 300	2 Pratt et Whitney Twin Wa.p de 1 000 ch	2 000	300	6 400	7 700	Hydravion bombardier-patrouilleur	6 rampes de lancement de projectiles-fusées

## AVIONS ALLEMANDS A RÉACTION

CONSTRUCTEURS	DÉSIGNATION	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS M CHARGE (kg)	MOTEURS	VITESSE MAXIM. (km/h)	RAYON D'ACTION (km)	PLAFOND PRATIQUE (m)	OBSERVATIONS
<b>ARADÓ</b>	Ar-234-B	14,42	12,66	10 000	2 Junkers JUMO-004	752		11 480	Chasseur à réaction
<b>BACHEM</b>	BP-20 « Natter »	3,96	6,24	1 710	1 Walter HWK-509	960		11 277	Chasseur-fusée
<b>DORNIER</b>	DO-335	13,8	13,87	9 610	2 Daimler Benz DB-603	688	1 120	10 190	Chasseur bimoteur : 1 hélice propulsive, 1 hélice tractrice
<b>GÖTTA</b>	P-60-B	14,17	10,27	10 000	2 Heinkel He-011	625			Chasseur à réaction
<b>HEINKEL</b>	H-162	7,2	9	2 700	1 BMW-003-E-1	855	389	12 020	Chasseur à réaction
<b>MESSERSCHMITT</b>	Me-163-B	9,3	5,9	4 314	1 Walter 109-509	880			Chasseur-fusée
	Me-262-A	12,5	10,6	7 045	2 JUMO-004	840		12 000	Chasseur à réaction



**CURTISS « ASCENDER » — A voilure « canard », à moteur arrière et à hélice propulsive.**

quons d'abord que ni les « Storch » ni les « Cub » n'avaient été établis en vue du réglage d'un tir ; l'artilleur découvrit qu'un bon biplace de tourisme récent faisait mieux l'affaire que les appareils à l'étude desquels il donnait ses soins depuis vingt ans. Mais surtout, leur emploi était lié à la maîtrise absolue de l'air dans le secteur en cause. Si l'artillerie française avait disposé en 1940 des « Cub » qu'on lui affecta à partir de 1943, elle eût été tout aussi embarrassée pour protéger avec leur aide la retraite des armées françaises que la Luftwaffe le repli de l'armée allemande dans la péninsule italienne, si elle avait entrepris alors de faire survoler les avant-gardes alliées avec ses « Storch ».

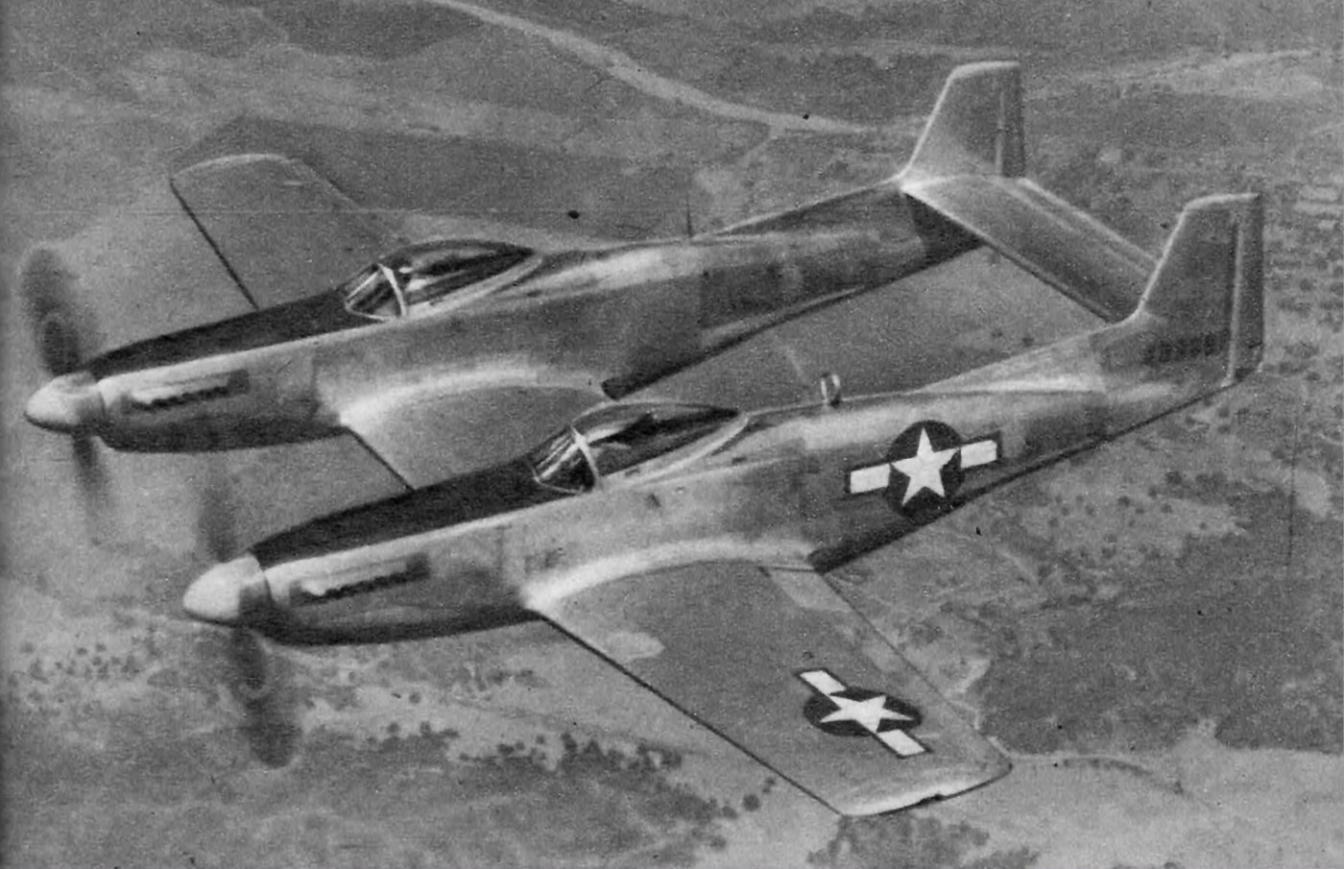
## LES STUKAS

L'aviation d'assaut donna lieu à une réalisation allemande réputée, le **Junkers Ju-87**, le « Stuka », et à des réalisations italiennes similaires, moins connues par leurs exploits. Avec sa construction économique, sa charge utile élevée pour l'époque, sa défense arrière, sa protection par blindage, ses freins facilitant l'attaque en semi-piqué jusqu'à très faible distance de l'objectif, le Ju-87 était le type de l'avion soigneusement adapté à l'attaque des objectifs au sol. Son programme n'avait négligé que l'aptitude au combat aérien et la résistance à la D. C. A. qu'un blindage léger ne suffit pas à garantir quand on prétend approcher à quelques centaines de mètres d'un objectif défendu par des mitrailleuses de 12,7 mm ou des canons de 20 mm bien camouflés. Même en Pologne et en France, les pertes furent sévères ; en Libye, puis sur le front de l'Est, dans les opérations

contre des troupes mieux armées en D. C. A. et appuyées de plus près par leur chasse, les effectifs de la Luftwaffe fondirent très rapidement dans les missions d'assaut.

## LE CHASSEUR DANS LES MISSIONS D'ASSAUT

A peu près simultanément, les aviations soviétique et britannique opposèrent à la formule des « Stukas » celle d'un avion de chasse équipé en vue de l'attaque au sol, qui ne pouvait pas prétendre à s'approcher en piqué aussi près de l'objectif qu'un **Ju-87** avec ses freins, mais qui restait apte au combat aérien contre les autres chasseurs et arrêtaient ses interventions à une distance compatible avec sa sécurité. Les « **Stormovik** » et les **Hawker « Hurricane »**, avec leur armement mixte ou séparé de mitrailleuses, de canons antichars de moyen calibre et de bombes variées, simples ou à propulsion par fusée, transposaient à l'aviation d'assaut la formule du chasseur-bombardier inaugurée par la « Luftwaffe » dans ses applications au bombardement stratégique. Ils remportèrent des succès ininterrompus avec des pertes acceptables. L'aviation soviétique conserva le même type jusqu'à la fin des hostilités ; l'aviation britannique, sans changer la formule, l'améliora en remplaçant les **Hawker « Hurricane »** par des appareils plus modernes à moteurs plus puissants ; l'aviation américaine la reproduisit avec ses **Republic « Thunderbolt »** et ses chasseurs embarqués de types voisins, dont le poids autorisait un armement important, une protection sérieuse et un rayon d'action très élevé.



**NORTH AMERICAN « TWIN MUSTANG »** — Chasseur bimoteur à deux postes de pilotage. ⬆

**CONSOLIDATED-VULTEE XP-81** — Chasseur équipé de turbopropulseur et turboréacteur. ⬇



En somme, la Luftwaffe mise à part, qui hésita longtemps à engager ses chasseurs dans l'attaque au sol, les autres aviations comprirent assez rapidement que le meilleur avion d'assaut était tout simplement le meilleur avion de chasse pour faible altitude. Les erreurs dans le choix des armes persistèrent plus longtemps et il n'est pas du tout certain qu'elles aient entièrement disparu.

## CHOIX DE L'ARMEMENT

Avec leurs mitrailleuses légères et leurs bombes lourdes, les « Stukas » visaient à couvrir toute la variété des objectifs, l'homme non abrité ne résistant pas plus à la balle de 7,9 mm que le char ou le fortin à la bombe de 500 kg.

L'aviation américaine apprécia plus exactement le calibre de l'arme automatique optimum pour le combat aérien et l'attaque des objectifs terrestres ; le 12,7 mm permettait l'attaque de plus loin, traversait mieux les blindages légers et les remparts de sacs à terre, détruisait plus complètement le matériel de transport. Dès la retraite italo-allemande de Libye, on s'aperçut que les balles ordinaires de la mitrailleuse de 12,7 mm incendiaient beaucoup mieux les colonnes motorisées que les balles de petit calibre.

L'attaque du char à l'arme automatique exigeait évidemment un calibre plus élevé encore, dût-on accepter une vitesse initiale moindre. L'arme d'avion de moyen calibre fut inaugurée sur les « Stormovik » et portée à 40 mm sur les Hawker « Hurricane » II D ; les aviations américaine et allemande jugèrent par la suite le 37 mm largement suffisant.

## LA BOMBE-FUSÉE

La bombe-fusée ouvrait la voie à des armes de puissance encore supérieure, qui n'était pas inutile dès que la protection atteignait celle d'un char « Tigre ». Inaugurée avec les bombes légères, à vitesse modérée, des « Stormovik », la bombe-fusée crût en poids et en vitesse au point que les Hawker « Typhoon » et les Republic « Thunderbolt » pouvaient prétendre à la même puissance de bordée qu'un croiseur léger.

Ces armes, qui apparurent seulement au cours des douze derniers mois de guerre, marquent-elles la limite de la puissance de feu convenable à l'avion d'assaut ? Certainement pas. La vitesse, si aisément donnée par la fusée, est une caractéristique qu'il y a tout intérêt à augmenter encore. On pouvait hésiter lorsqu'elle exigeait un matériel lourd et sacrifier, comme sur les « Stormovik » et les Hawker « Hurricane », la vitesse initiale au calibre. Des qu'on emploie la fusée, la vitesse n'est plus qu'une question de répartition des poids entre la poudre, le corps du projectile et l'explosif. La grande vitesse, qui donne à la fois la puissance de perforation et la justesse du lancement à grande distance, convient à tous les objectifs au sol. A tout coup, la bombe-fusée de 50 kg à 1 500 mis touchera le fortin et en percera le béton, quand l'atteinte et la destruction par la bombe ordinaire de 500 kg étaient problématiques ; une bombe-fusée cinq fois moins lourde, mais à même vitesse, suffira contre le mieux protégé et le plus manœuvrant des chars actuels.

Ces mêmes bombes seront aussi efficaces dans l'attaque d'un navire, où l'on a cru pendant trois quarts de siècle devoir séparer le projectile à trajectoire aérienne et la torpille sous-marine quand la trajectoire mixte aérienne au début, sous-marine ensuite, réunissait la précision de celui-là et l'efficacité de celle-ci. Lancée en semi-piqué, la bombe-fusée à très grande vitesse perforera les blindages de ceinture si elle atteint directement le navire ; les coups courts, jusqu'à plusieurs dizaines de mètres, pénétreront, au travers du caisson de protection sous-marine, jusque dans les grands compartiments des fonds, avec un effet très supérieur à celui de la torpille ou de la bombe qui font explosion au contact de la carène ou à son voisinage.

La bombe-fusée à très grande vitesse est l'arme à toutes fins de l'avion d'assaut, aussi précieuse en combat aérien qu'au sol ou à la mer, qui joint la légèreté à l'efficacité et permet l'attaque lointaine à l'abri des réactions violentes de la D. C. A. ou de l'arme automatique d'avion de faible calibre.

# L'AVIATION TACTIQUE DANS UN PROCHAIN CONFLIT

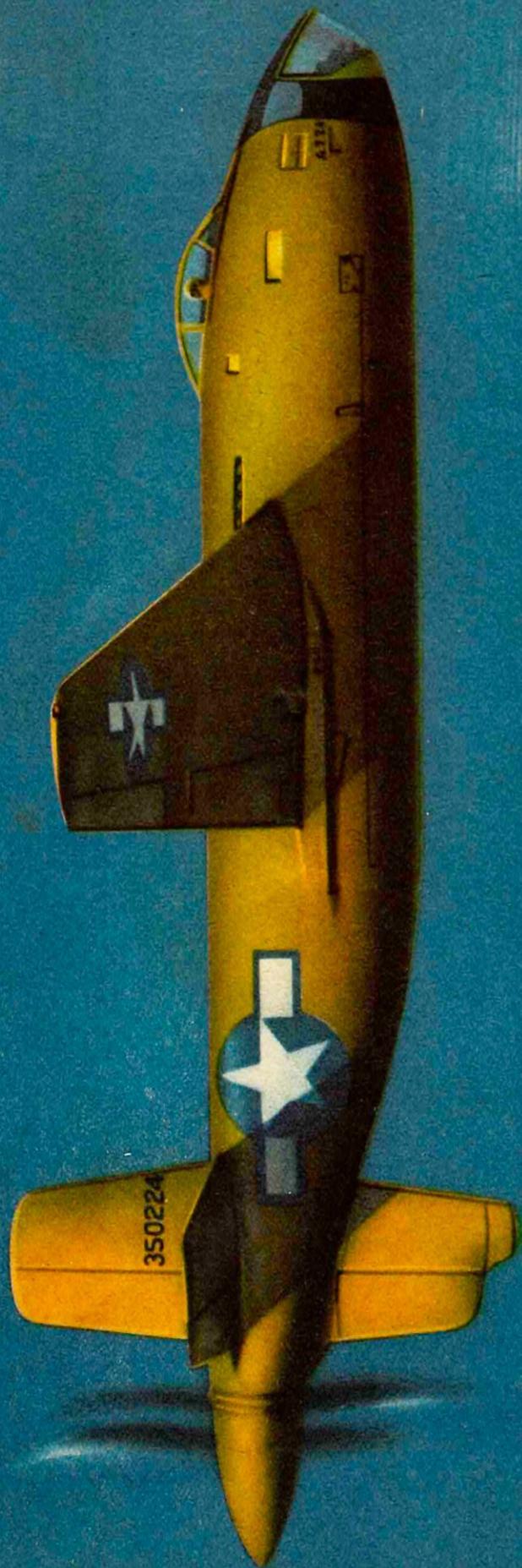
Les missions de l'aviation tactique dans un prochain conflit ne différeront pas essentiellement des précédentes. Si une adaptation s'impose, c'est d'abord celle des méthodes de combat, de transport et de ravitaillement des armées, qui ne conviennent plus aux conditions actuelles de la guerre aéro-terrestre. Le fantassin, l'artilleur et le blindé ont besoin d'une transformation complète pour résister à l'avion.

Tant qu'il faudra aux 12 000 à 15 000 hommes d'une division l'énorme matériel dont l'importance est concrétisée par les 100 à 150 km

de ruban de route que réclamait la division motorisée de 1939, ou les 100 000 t de cargos qu'exigeait de 1942 à 1945 son transport par mer, l'attaque de ces objectifs, sur terre ou sur l'eau, sera la mission essentielle d'une aviation d'assaut. L'armée qui prétendra déplacer ces monstres sans être assurée de la maîtrise de l'air les perdra aussi sûrement par immobilisation que l'artillerie française se vit râfler en 1940 l'énorme matériel de ses réserves générales encerclé par les Panzer-divisionen. Mais celle qui se croira autorisée à ne pas se transformer, dans la certitude que



BEECH XA-38 "GRIZZLY"



DOUGLAS XB-42 "MIXMASTER"

la maîtrise de l'air jouera toujours à son profit, risque fort de se trouver aussi mal en point sous les coups d'armes à longue portée dont ses chasseurs ne la préserveront pas.

## ALLÈGEMENT DE L'ÉQUIPEMENT DES ARMÉES

La leçon des divisions allemandes qui ne parvenaient au front de Normandie qu'avec le matériel dont chaque homme pouvait charger sa bicyclette doit être méditée. La supériorité de troupes ainsi équipées, dans le transport ou le déploiement, dans la marche avant ou en retraite, compensera leur infériorité en matériel. Dans les crises aiguës de transport, le militaire découvrira, en les abandonnant, que beaucoup de matériels lourds n'ont guère plus d'utilité que les pianos à queue et les oiseaux des îles du maréchal de Soubise, qu'on fait beaucoup de choses avec les 30 kg que porte un homme à pied, et que le légionnaire romain n'a pas conquis autrement son empire.

A supposer que le combattant parvienne à s'en faire suivre, les obusiers de 210 mm et les chars lourds seront aussi sensibles en ligne qu'en cours de transport aux coups de l'avion d'assaut. L lançant à plus grande distance des armes de puissance, de portée et de précision accrues, il les détruira plus aisément avec des risques moindres. Seul échappera à ses coups celui qui échappera à sa vue. C'est alors un très grand avantage pour l'homme de n'avoir que 30 kilogrammes de matériel à cacher avec soi dans un trou.

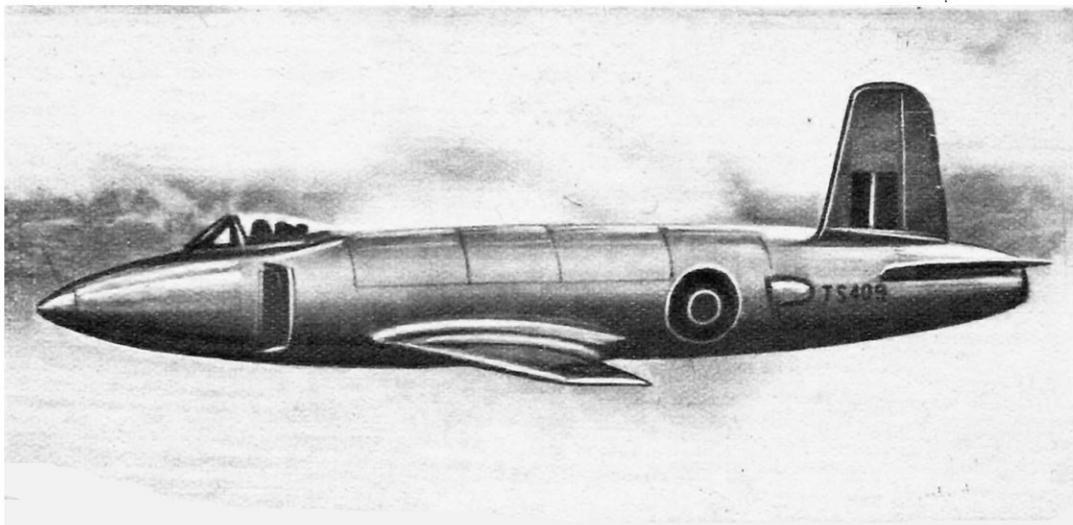
Le type d'appareil le plus convenable pour les missions d'assaut sera, demain comme hier, étroitement dérivé du chasseur, et l'emploi généralisé de cette arme à fins multiples qu'est la bombe-fusée légère à très grande vitesse se prêtera parfaitement à une ressemblance atteignant l'identité. Ce

sera donc, comme le chasseur d'accompagnement, un avion à réaction. Le bombardement stratégique aura montré une fois de plus le chemin aux missions tactiques, s'il est vrai que Hitler n'ait accepté en 1944 la construction en grande série des **Messerschmitt Me-263** qu'en vue de leur emploi comme chasseurs-bombardiers au-dessus de l'Angleterre, dans la tâche où les **Me-109** les avaient précédés en 1940. Le chasseur à réaction, qui traverse l'Amérique sans escale, a fait depuis de tels progrès en rayon d'action qu'il suffit des maintenant à toutes les missions tactiques.

Aucune différence n'est à faire entre les appareils destinés aux missions navales et ceux destinés aux missions terrestres, ni entre les appareils embarqués, et ceux qui sont basés à terre. Le type du chasseur à réaction étudié un peu partout convient parfaitement à tous les besoins en mers étroites comme sur les terres d'Europe occidentale.

Si la propulsion par fusée fait, au cours des prochaines années, les mêmes progrès que la réaction depuis 1942, la formule du chasseur-bombardier à réaction, indiscutée aujourd'hui, ne sera elle-même que provisoire. Le chasseur à fusée étendra son domaine des missions d'interception aux missions d'accompagnement, puis à l'attaque au sol. La forme la plus probable de cette évolution est d'ailleurs l'une des combinaisons variées de turbo-réacteurs, de statoréacteurs et de fusées qui joindront au rayon d'action élevé des appareils empruntant leur comburant à l'atmosphère les performances en vitesse et en plafond que leur assurera, au moment voulu, un appoint de propulsion par fusée pure. Et le premier appareil à se transformer sera peut-être le plus lent, celui de l'observateur d'artillerie, lancé par fusée comme la salve qu'on lui demandera de contrôler, et au même moment, avec une minute d'autonomie pour l'observation photographique des coups

**VICKERS SUPERMARINE 10/44** — Chasseur à réaction, équipé d'un turboréacteur Rolls-Royce « Nene », armement : 4 canons Hispano de 20 mm, qui a été présenté à Radlett.



# L'AVIATION DE DÉFENSE

**L'**AVION-FUSÉE est contemporain de l'avion à réaction. Il a été employé concurremment, en Allemagne, où les **Messerschmitt Me-163** étaient au moins aussi dangereux que les **Me-262** et où les **Bachem «Netter»**, s'ils étaient apparus quelques mois plus tôt, auraient peut-être arrêté les incursions de bombardiers lourds accompagnés de leur escorte de chasse. La fusée a même été employée avant la réaction au Japon, sur les « **Baka** », dans une mission qui n'était probablement pas la plus convenable à ce type de propulsion et qui avait au moins l'inconvénient d'exiger inutilement le sacrifice du pilote.

Ces premières réalisations de l'avion-fusée n'ont pas donné les résultats escomptés. Les avions alliés sur le front occidental, comme les navires américains en Extrême-Orient, ont résisté à leur intervention. Mais il en avait été de même des premières bombes radioguidées ou des V-1, et on ne doute point cependant que ce sont là des armes vouées au plus brillant avenir. L'avion-fusée se perfectionnera comme elles. Sa supériorité en vitesse et en plafond s'accroîtra ; son infériorité en rayon d'action s'atténuera et le jour n'est peut-être pas loin où les avions à 2 000 km/h annoncés par les chefs de l'aviation américaine auront le rayon d'action voulu pour déborder les missions de défense et s'acquitter de toutes celles qu'on voudra bien leur confier dans la zone de l'avant.

## LA CONSOMMATION ET LE RAYON D'ACTION DE L'AVION-FUSÉE

La plus connue de ses caractéristiques, celle qui en a régi l'emploi jusqu'ici, est l'énormité de sa consommation.

Un chasseur de 6 000 kg, avec moteur à explosion de 2 500 ch, atteint les 750 km/h en brûlant 500 kg d'essence à l'heure, soit 0,66 kg au kilomètre. Avec des réservoirs largables portant sa charge de combustible à 2 000 kg, il franchira donc sans difficulté 3 000 km à toute puissance, 4 000 à 5 000 km en croisière.

Remplaçons son moteur par un turbo-réacteur lui donnant la même vitesse, donc une poussée égale à la traction de 720 kg qu'exerçait l'hélice. Il brûlera environ 1 kg de gasoil par kilogramme de poussée et par heure, soit moitié plus que le moteur à explosion. Avec 2 000 kg de combustible, il ne fera plus que 2 000 km à la même vitesse de 750 km/h. Il ne gagnera guère à naviguer à vitesse moindre, car, si la puissance exigée

diminue, le rendement baisse également, quand celui du groupe motopropulseur est à peu près constant. Mais, aux vitesses supérieures, vers 950 km/h par exemple, c'est le rendement du turbo-réacteur qui augmente, quand celui du motopropulseur diminue.

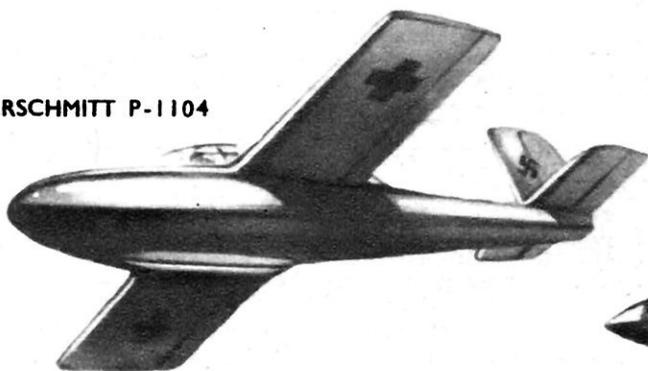
Si l'avion était assez bien étudié pour que l'approche de la vitesse du son ne se fit pas sentir, et que la résistance variât comme le carré de la vitesse entre 750 et 950 km/h., il faudrait porter la poussée à 1 150 kg de combustible à l'heure (1,2 kg au kilomètre). A supposer que le moteur à explosion permit d'atteindre cette vitesse, sa consommation passerait à 1,05 kg au kilomètre, du seul fait du relèvement de résistance. Mais elle dépasserait en réalité celle du turbo-réacteur, à cause de la chute du rendement de l'hélice.

En passant du réacteur à la fusée, aux vitesses voisines que ces deux modes de propulsion ont permis d'atteindre jusqu'ici, le relèvement de consommation s'accroît. Avec une excellente poudre ou un mélange de liquides à chaleur de réaction élevée, on dépassera difficilement la vitesse de 2 500 m/s à l'éjection des gaz. La poussée est alors sensiblement de 250 kg pour chaque kilogramme de poudre brûlée à la seconde. Pour exercer avec une fusée la même poussée de 1 150 kg que le turbo-réacteur doit fournir à 950 km/h, il faudra brûler dans la fusée 4,6 kg de poudre à la seconde, soit 16 500 kg à l'heure. La fusée, avec éjection des gaz à 2 500 m/s, consomme 14,4 fois plus que le réacteur donnant le kilogramme de poussée par kilogramme de combustible et par heure. On s'explique ainsi le très faible rayon d'action des avions-fusées, qui ne dépasseront pas 115 km dans l'exemple choisi du chasseur de 6 000 kg emportant 2 000 kg de poudre. Les courbes de la figure 1, où le calcul est fait en appréciant plus exactement l'augmentation de résistance dans le domaine transsonique et supersonique, précisent la diminution rapide du rayon d'action de l'avion-fusée à mesure que la vitesse demandée s'élève.

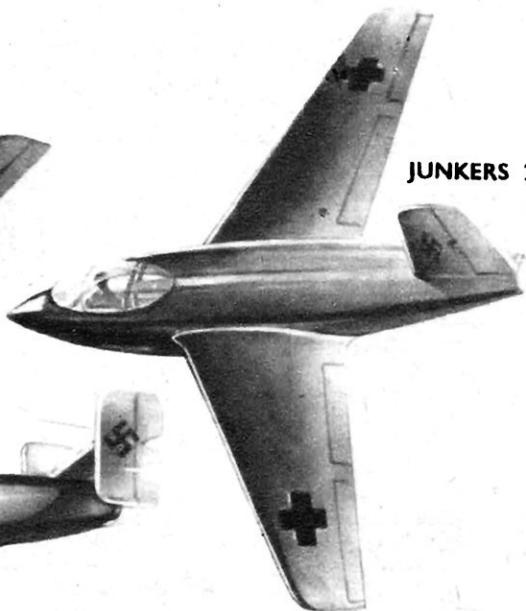
L'infériorité de la poudre sur le mélange d'hydrocarbures et d'air ambiant tient à deux causes. La première est le faible pouvoir calorifique de la poudre (ou de tout mélange de liquides), qui contient à la fois combustible et comburant, quand les hydrocarbures empruntent le comburant à l'air ambiant ; ce sera, par exemple, une poudre à 1 200 calories au kilogramme au lieu des 10 500 calories au kilogramme d'un gasoil qui prélève pour sa combustion stricte l'oxygène de 15 kg d'air. La deuxième cause est le

# TYPES DE CHASSEURS-FUSÉES ALLEMANDS

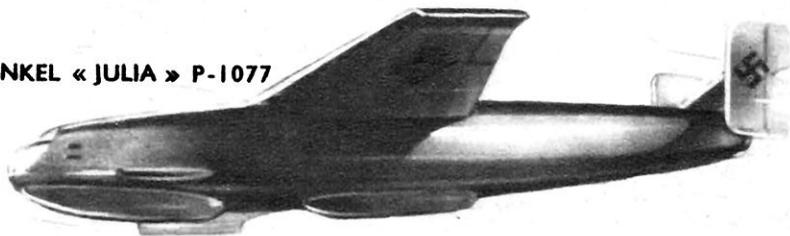
MESSERSCHMITT P-1104



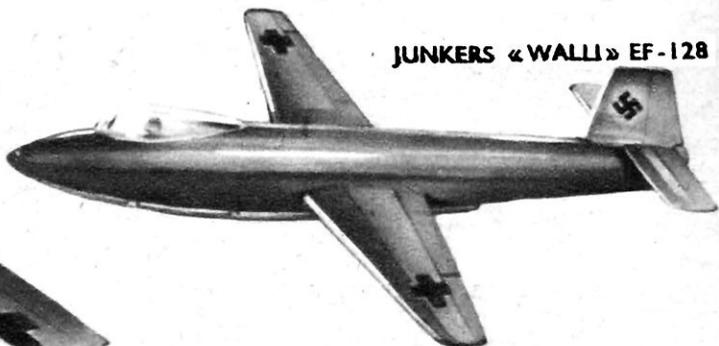
JUNKERS 26f



HEINKEL « JULIA » P-1077



JUNKERS « WALLI » EF-128



MESSERSCHMITT  
Me 163 « KOMET »



moindre rendement propulsif de la poudre qui ne contient pas d'excès d'oxygène et éjecte ses gaz à très grande vitesse, par rapport au turboréacteur où l'on fait passer un gros excès d'air en vue d'abaisser la température des aubages, près de quatre fois plus qu'il n'est nécessaire pour la combustion stricte, et qui éjecte donc ses gaz à vitesse modérée ; or le rendement propulsif varie en raison inverse de la vitesse d'éjection.

## LA CONCILIATION DE LA VITESSE ET DU RAYON D'ACTION

Cependant les V-2, avec le même mode de propulsion que les avions-fusées, atteignent les 350 km. Nul ne doute que ce chiffre puisse être dépassé aujourd'hui et même très largement sur des engins qui seraient munis d'une voilure. Pourquoi l'avion-fusée piloté resterait-il en deçà ?

C'est que les notions de portée d'une bombe planante et de rayon d'action d'un avion-fusée

sont très différentes. La portée ou la longueur de trajectoire d'un engin dont la vitesse est essentiellement variable, puisque tout son parcours se compose d'au moins trois périodes d'accélération positive et négative, ne peut se comparer au rayon d'action d'un avion, où l'on fait abstraction de ces phases troublées pour ne retenir que le vol horizontal à vitesse constante. Or, dès qu'on atteint les vitesses réalisables avec la fusée, c'est la conception du projectile et non celle de l'avion qui doit prévaloir. Les performances de l'avion-fusée n'ont pas à être évaluées sous la forme d'une vitesse maximum, d'un rayon d'action, d'un plafond, mais bien sous celle d'une portée et d'un sommet de trajectoire, comme dans le cas d'un projectile ; la notion de vitesse maximum passe elle-même au second plan devant celle de portée dès que le mode de propulsion est la fusée à émission réglable imprimant à l'engin une énergie indifféremment emmagasinée sous forme cinétique et sous forme potentielle.

Cette conception n'est pas seulement

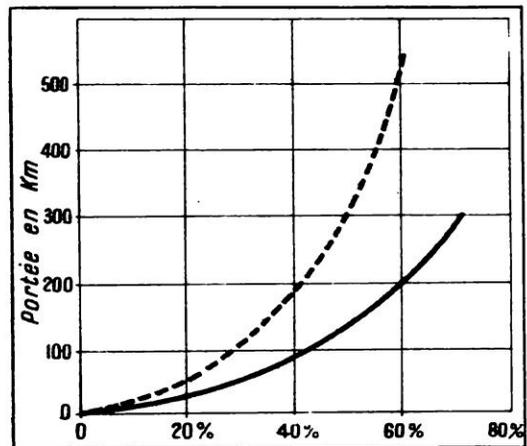
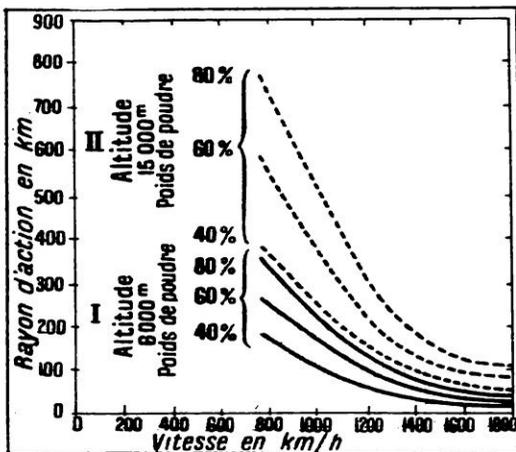
théorique. Elle influe directement sur le mode de lancement, le réglage de la puissance, l'emploi tactique. Elle apparaît déjà sur le **Bachem « Natter »**, avec son pylone de lancement au voisinage de la verticale. Elle explique l'évolution américaine de l'avion-fusée vers les très hautes vitesses, qui ont rencontré quelque scepticisme à leur première annonce, et qui sont, croyons-nous, la seule voie où il puisse s'engager avec profit.

Du point de vue consommation, c'est évidemment un grave inconvénient de la fusée que de ne rien emprunter à l'air ambiant. Mais c'est un gros avantage du point de vue puissance. Alors que celles du turboréacteur et du statoréacteur sont limitées, surtout à grande altitude, par l'ouverture de la prise d'air et le diamètre du fuseau-moteur, celle de la fusée ne l'est que par la section du col des tuyères. Autant dire qu'elle peut être relevée, pratiquement, à toute valeur désirable, puisque, du seul fait des pressions dans ces sections, quelques dizaines de grammes par centimètre carré à grande altitude dans le cas du moteur à réaction, et quelques dizaines de kilogrammes au moins par centimètre carré dans le cas de la fusée, les masses de gaz éjectés dans l'unité de temps peuvent être dans le rapport de un à mille.

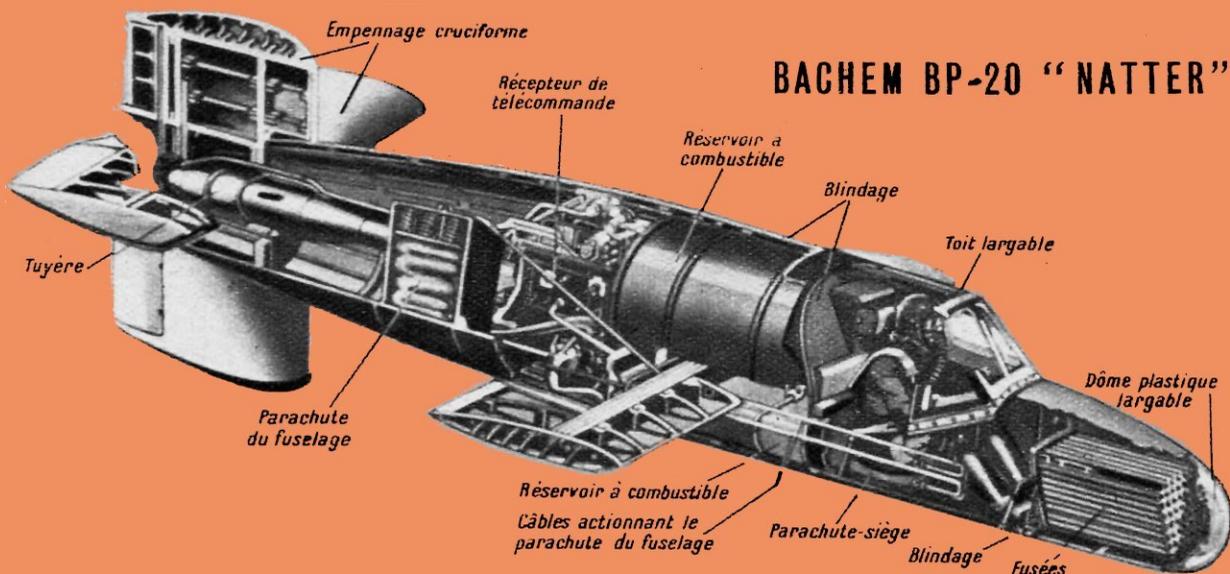
Pour comparer le rayon d'action d'un avion à moteur-fusée établi pour une vitesse uniforme en vol horizontal, et la distance atteinte par le même appareil, avec le même poids de poudre, dont la combustion serait réglée uniquement en vue de la portée maximum, il faudrait pouvoir définir cette loi de combustion optimum dans le cas général, ce qui n'est guère aisé. Faut-il traverser les basses

couches de l'atmosphère à vitesse modérée, en réservant les grandes vitesses aux couches élevées, dont la faible densité les freinera moins ? Faut-il, au contraire, donner dès le départ, dans le temps minimum, toute la vitesse possible ? Il est certain qu'il faut se rapprocher d'autant plus de cette dernière solution que le tonnage de l'avion est plus élevé. La caractéristique essentielle de la propulsion par fusée est l'indépendance entre le supplément de vitesse qu'imprime la combustion d'une quantité donnée de poudre et la vitesse à laquelle il s'ajoute. Si, par exemple, on tire à la verticale une fusée de poids assez élevé pour qu'on puisse négliger la résistance de l'air, et que la combustion en un temps très court de la totalité de la poudre lui imprime une vitesse de 600 m/s, elle atteindra une altitude d'environ 18 000 m. Si on fractionne la combustion en deux, en attendant que la vitesse due à la première moitié ait disparu au moment où l'on allume la seconde, on imprimera deux fois de suite une vitesse de 300 m/s, et deux fois de suite l'élévation correspondante de 4 500 m, ce qui ne fait que 9 000 m au total.

L'intérêt de la combustion rapide de la totalité de la poudre, c'est que le supplément de vitesse de 300 m/s imprimé par la deuxième moitié s'ajoute à la vitesse imprimée par la première moitié ou à ce qui en reste, qu'elle soit de 300 m/s ou qu'elle soit tombée à une valeur faible ou nulle. Or les altitudes des sommets de trajectoire, ou les portées, sont proportionnelles au carré des vitesses initiales, dès qu'on peut négliger la résistance de l'air. C'est l'inconvénient de la vitesse uniforme, sur l'avion-fusée, que de renoncer



**RAYON D'ACTION ET PORTÉE D'UN AVION-FUSÉE** — Les courbes de gauche donnent, en fonction de la vitesse, le rayon d'action d'un avion-fusée de finesse 8,3 à 750 km/h, voisine de celle des meilleurs avions de chasse à moteur à explosions, par exemple un avion de 6 000 kg, au moteur de 2 500 ch, dont l'hélice exercerait une traction de 720 kg à l'altitude de 6 000 m. Les courbes I se rapportent à l'altitude de 6 000 m., les courbes II à celle de 15 000 m. Dans chaque cas, on suppose que le poids de poudre emporté est de 40, 60 ou 80 % du poids de l'avion au décollage. La loi admise pour la variation de la résistance en fonction du nombre de Mach est la loi de Gåvre (Voir « Bombes planantes et volantes télécommandées », Science et Vie n° 341, février 1946). La figure de droite donne, en traits pleins, la portée sous un angle de lancement de 45°, au sens balistique du terme, d'un avion-fusée de 6 000 kg ayant à peu près les qualités balistiques de la V-2, et dont on réglerait la loi de combustion en vue d'atteindre la portée maximum. En traits mixtes, on a indiqué la portée limite pour un avion-fusée de très gros tonnage, qui serait celle qu'on atteindrait dans le vide. L'intérêt du gros tonnage et des fortes teneurs en poudre est considérable et les portées au sens balistique des avions-fusées à grande vitesse sont très supérieures à leurs rayons d'action donnés par la figure de gauche.



## BACHEM BP-20 "NATTER"

Ce chasseur d'interception, dont la mise au point se terminait en Allemagne au moment de l'écroulement de la puissance militaire d'outre-Rhin, est propulsé par fusée et doté d'une vitesse ascensionnelle élevée, mais d'une faible autonomie. C'est un monoplace de 5,4 m d'envergure seulement, pourvu d'une aile en bois et d'un empennage cruciforme également en bois. Il devait décoller verticalement, aidé de fusées auxiliaires, et atteindre 11 000 m en un peu plus d'une minute. Un poste central de commandement au sol devait le diriger par télécommande radioélectrique jusqu'à proximité de la formation ennemie, le pilote prenant seulement au dernier moment la conduite de son appareil. Dans le nez du fuselage était installée une batterie de trente-trois fusées avec lesquelles le pilote devait attaquer et détruire le bombardier visé. Le pilote était alors éjecté hors du fuselage et descendait en parachute, tandis que le groupe propulseur, accroché lui aussi à un parachute, pouvait éventuellement être récupéré. La fusée à réaction, alimentée par un mélange de liquides, était du type Walter HWK-509.

entièrement à ce bénéfice possible de l'addition des vitesses. Il est d'autant plus grave pour les vitesses élevées que le rayon d'action de l'avion-fusée varie alors en raison inverse de la vitesse, tandis que la portée du projectile-fusée, lorsqu'on néglige la résistance de l'air, varie comme le carré de la vitesse.

Aux avantages de la combustion rapide du point de vue du rendement propulsif et de l'accumulation de l'énergie cinétique maximale dans l'avion, s'ajoute le relevement du rendement thermique par éjection possible de gaz à très haute température. Dans un avion-fusée destiné à fonctionner en régime permanent, il faut limiter cette température pour conserver la tuyère ; si la propulsion dure quelques secondes seulement, le métal résiste beaucoup mieux, et brûlerait-il vers la fin que cela n'a pas grande importance.

Pour être complète, l'analyse devrait faire intervenir la période de montée de l'avion-fusée avant qu'il ait atteint sa vitesse horizontale uniforme, la réserve de combustible à conserver pour l'attaque ou le déroboement, le lancement à partir du sol ou d'un avion à grande altitude, le vol plané après le sommet de la trajectoire... Mais les remarques précédentes qui portent sur le facteur essentiel, suffisent à définir le sens dans lequel doivent s'orienter, croyons-nous, la technique de ce type d'appareil, et les principes de son emploi tactique.

### LA TECHNIQUE DE L'AVION-FUSÉE

La propulsion par fusée n'a aucun intérêt ni aucun avenir aux vitesses voisines de celle

du son ; c'est un domaine réservé au turbo-réacteur et au statoréacteur. Celui de la fusée s'étend aux vitesses très supérieures, qui atteindront certainement un jour les 2 000 m/s possibles d'une V-2 à combustion rapide. Les vitesses des appareils à fusée pilotés, allemands et japonais, construits jusqu'ici, ont été une erreur : la seule conception juste est celle des avions américains annoncés dans la classe de 2 000 km/h et plus. Ces vitesses ne sont pas coûteuses si on les atteint en un temps très court, et si on ne vise pas à les entretenir.

Le rayon d'action n'en souffre pas, au contraire, ainsi que nous venons de le montrer. Sur les appareils de gros tonnage, la portée balistique à trajectoire parabolique, qui ne peut dépasser encore 30 km, atteindra 60 à 100 km dès que les vitesses passeront à 3 000 ou 4 000 km/h ; les portées avec descente planée seront au moins doubles. Le rayon d'action de l'avion-fusée à 2 000 km/h lui permet dès maintenant l'intervention dans toutes les missions de défense ; celui de l'avion-fusée de demain le fera pénétrer dans le domaine de l'aviation tactique.

Le plafond, considéré comme sommet d'une trajectoire verticale et non plus comme le point culminant d'une route à faible pente ou la sustentation aérodynamique est toujours voisine du poids, dépasse déjà très nettement celui de tous les avions à propulsion par hélice ou par réaction, avec les appareils américains de la classe des 2 000 km/h. Cette vitesse, à l'altitude où elle est atteinte et qui ne sera guère inférieure à 6 000 m du point

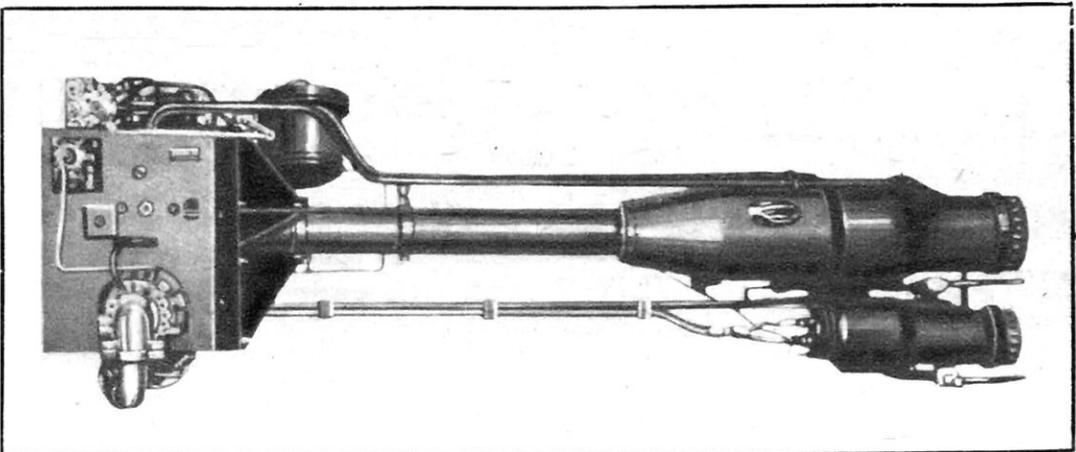
de vue de l'accélération acceptable par le pilote, donnerait en effet à elle seule un lancer vertical de 15 000 m environ au-dessus du point où l'on arrêterait le moteur. Les plafonds correspondant aux vitesses de 3 000 à 4 000 km/h dépassent largement les besoins actuels du combat aérien, mais il n'est pas exclu qu'il s'étende aux altitudes de 50 km et plus, si les avions-fusées y trouvent une zone avantageuse pour leur action contre les objectifs au sol. Les altitudes de 120 km atteintes l'été dernier par les fusées américaines genre V-2 n'ont pas seulement, comme on l'annonçait, un intérêt scientifique pour l'exploration de l'ionosphère. Dans l'aviation militaire, la limite utile des plafonds est aussi indéfinie que celle des vitesses.

La vitesse ascensionnelle, aussi désirable pour imposer le combat et pour y échapper, est améliorée par le moteur-fusée à combustion rapide, tout comme la vitesse, le rayon d'action ou le plafond. Les montées à 1 000 m par minute des chasseurs à hélice sont largement dépassées, au voisinage du sol, par les chasseurs à réaction d'aujourd'hui, mais la difficulté se retrouve en altitude, où le turboréacteur comme le statoréacteur n'ont aucun moyen de rétablir la puissance. Le relèvement de la vitesse ascensionnelle, de l'ordre de 11 000 m à la minute sur les « Natter », a été un des progrès essentiels à inscrire à l'actif de la fusée. La seule limite, sur l'avion piloté, sera la résistance de l'homme à l'accélération. Le progrès technique essentiel de l'avion-fusée, comme celui de la fusée d'ailleurs, sera le relèvement de la fraction du poids total consacrée au combustible ; il permettra l'amélioration simultanée de toutes les performances qui viennent d'être étudiées. Le réservoir largable donne la solution, comme pour le chasseur à hélice ou à réaction.

## LA TACTIQUE DE L'AVION-FUSÉE

La tactique de l'avion-fusée devra être étroitement adaptée à ses performances.

**WALTER HWK-509** — Fusée à combustible liquide et eau oxygénée, à deux chambres de combustion, d'une poussée de 2 000 kg ; équipait les Messerschmitt 163 « Komet » et Bachem BP-20 « Natter ».

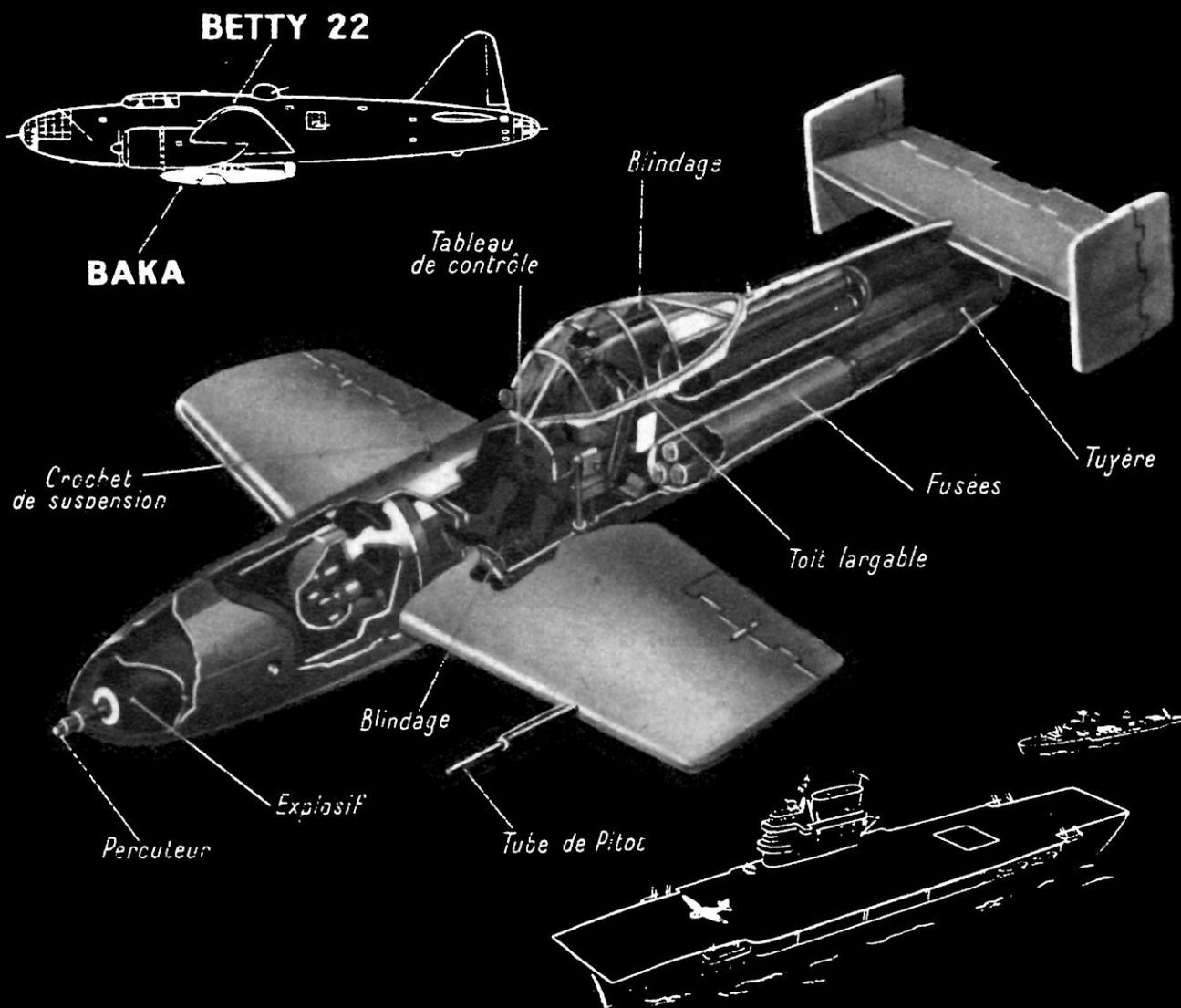


Sous la forme qu'on lui avait donnée sur les appareils effectivement utilisés, les Messerschmitt Me-163 et les « Baka », les performances différaient trop peu de celles des autres avions, à hélice ou à réaction, pour justifier un bouleversement tactique. Au contraire, dès qu'elles atteignent celles des Bachem « Natter », en vitesse ascensionnelle notamment, et surtout celles des avions-fusées américains annoncés, les principes tactiques de leur emploi relèvent davantage d'un tir d'artillerie que d'un combat d'avions.

La mission essentielle de l'avion-fusée est la défense d'un territoire contre les incursions d'avions ennemis et, jusqu'à un certain point, contre les bombes volantes genre V-1. Il substitue au projectile inerte tiré par canon ou propulsé par fusée un engin à direction intelligente, dont le pilote pourra modifier la trajectoire jusqu'à une certaine distance de l'objectif en tenant compte de ses manœuvres de déroboement, et qu'il prolongera par le lancement simultané de toute une gerbe de fusées extra-rapides, ainsi qu'il était prévu sur le « Natter ».

La poursuite d'une position prenant l'objectif par l'arrière serait illusoire ; l'avion-fusée ne l'emportera pas sur le terrain de la manœuvrabilité. Il lui restera la ressource de la présentation dans une direction quelconque, celle de la route la plus courte, que nous croyons avoir été insuffisamment exploitée jusqu'ici par la chasse. Il y faudra à la fois des fusées extra-rapides ajoutant leur vitesse à celle de l'avion pour atteindre les 2 000 m/s et plus, une direction de tir perfectionnée, et peut-être même deux hommes à bord pour servir convenablement les appareils complexes de cette direction de tir.

Suivant la densité du réseau de défense, l'altitude de l'adversaire, les performances des avions-fusées utilisés, ils seront lancés directement sur l'objectif en cabré sous grand angle ou, au contraire, ne l'attaqueront qu'en piqué, dans la partie descendante de leur trajectoire, à distance relativement élevée de



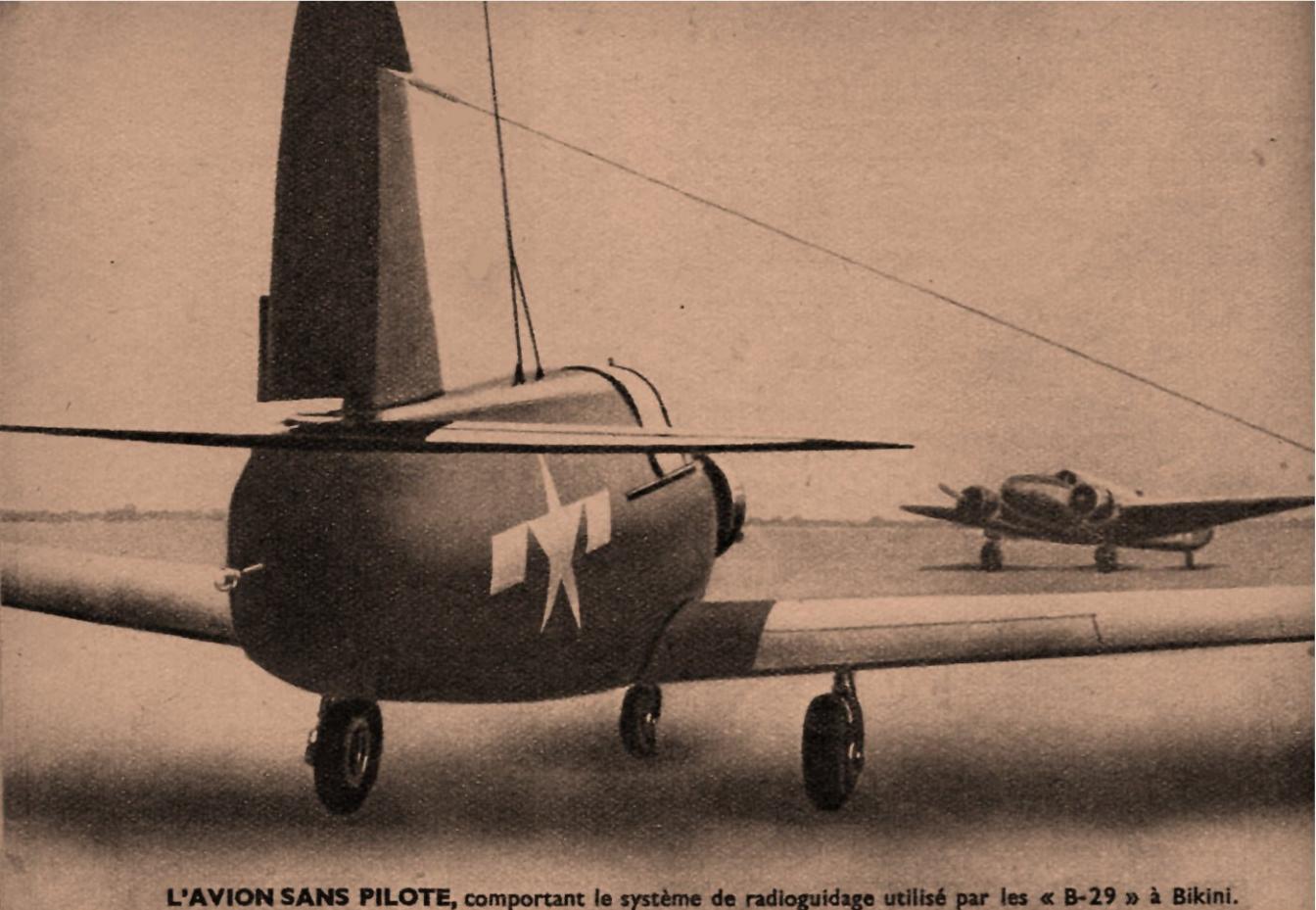
« BAKA » — Lâché à 8 000 m par le bombardier sous lequel il est accroché, le « Baka » pique vers son but. Grâce aux tuyères qui entrent en action un peu avant l'impact, il atteint près de 1 000 km/h.

leur base. Cette deuxième méthode sera obligatoirement employée pour l'attaque au sol, lorsque l'avion-fusée recevra cette mission.

Arme de défense, l'avion-fusée serait le chasseur d'accompagnement idéal, et le seul en particulier qui pourrait lutter efficacement contre les similaires s'il avait le rayon d'action voulu. La difficulté se présente déjà pour les chasseurs à réaction, et l'on annonce le remorquage par les bombardiers américains à grand rayon d'action de leurs **Lockheed « Shooting Star »** d'accompagnement. L'avion-fusée aux caractéristiques actuelles se prêterait parfaitement à un tel usage et reviendra prendre sa remorque à l'issue du combat. Si l'on pousse à l'extrême la formule du réservoir largable à grande capacité accroché à un avion-fusée de très faible surface de voilure, on se heurtera à des difficultés de sustentation de l'appareil chargé, remorqué à grande altitude. L'accrochage sous l'aile

du remorqueur serait alors préférable, la remorque n'étant prise qu'après délestage ; cette solution faciliterait d'ailleurs la tâche assez dure du pilote dans les raids à grande distance. Mais le remorquage intégral, avec fusée à deux liquides et remplissage des réservoirs à l'instant du largage, est possible.

Dès que le chasseur d'accompagnement aura pris cette forme, on ne marquera pas de réclamer son concours dans la mission de bombardement elle-même. Il s'y révélera, comme jusqu'ici, le seul type d'appareil apte au placement précis d'une bombe. Il ira déposer sa charge de plutonium larguée à 2 000 m de distance, et s'en éloignant à 2 000 ou 3 000 km/h, ne risquera rien de son explosion, quand le bombardier lourd qui la lâchera directement à grande altitude devra l'abandonner au gré des vents, suspendue à un parachute, dans des conditions assez peu favorables à la justesse du lancement.



L'AVION SANS PILOTE, comportant le système de radioguidage utilisé par les « B-29 » à Bikini.

# L'AVION SANS PILOTE

**L**A substitution à la bombe inerte d'un engin plus complexe, sans équipage, avec ou sans voilure, avec ou sans propulsion, avec ou sans dispositif de direction, est la nouveauté principale de la dernière guerre. Elle étend les possibilités de l'aviation jusqu'à des opérations qu'on estimait trop dangereuses pour les confier à un pilote. Mais elle met pareillement à la disposition des armées de terre et de mer des moyens d'action lointaine et précise qui les dispensent du recours à l'armée de l'air. L'avion sans pilote devient une artillerie nouvelle, plus coûteuse évidemment, mais dont la puissance et la zone d'action justifient largement le supplément de prix.

## LES BOMBES EN SERVICE

Les engins sans pilote radioguidés sont apparus en 1943, en Méditerranée, dans l'attaque des navires alliés par la Luftwaffe.

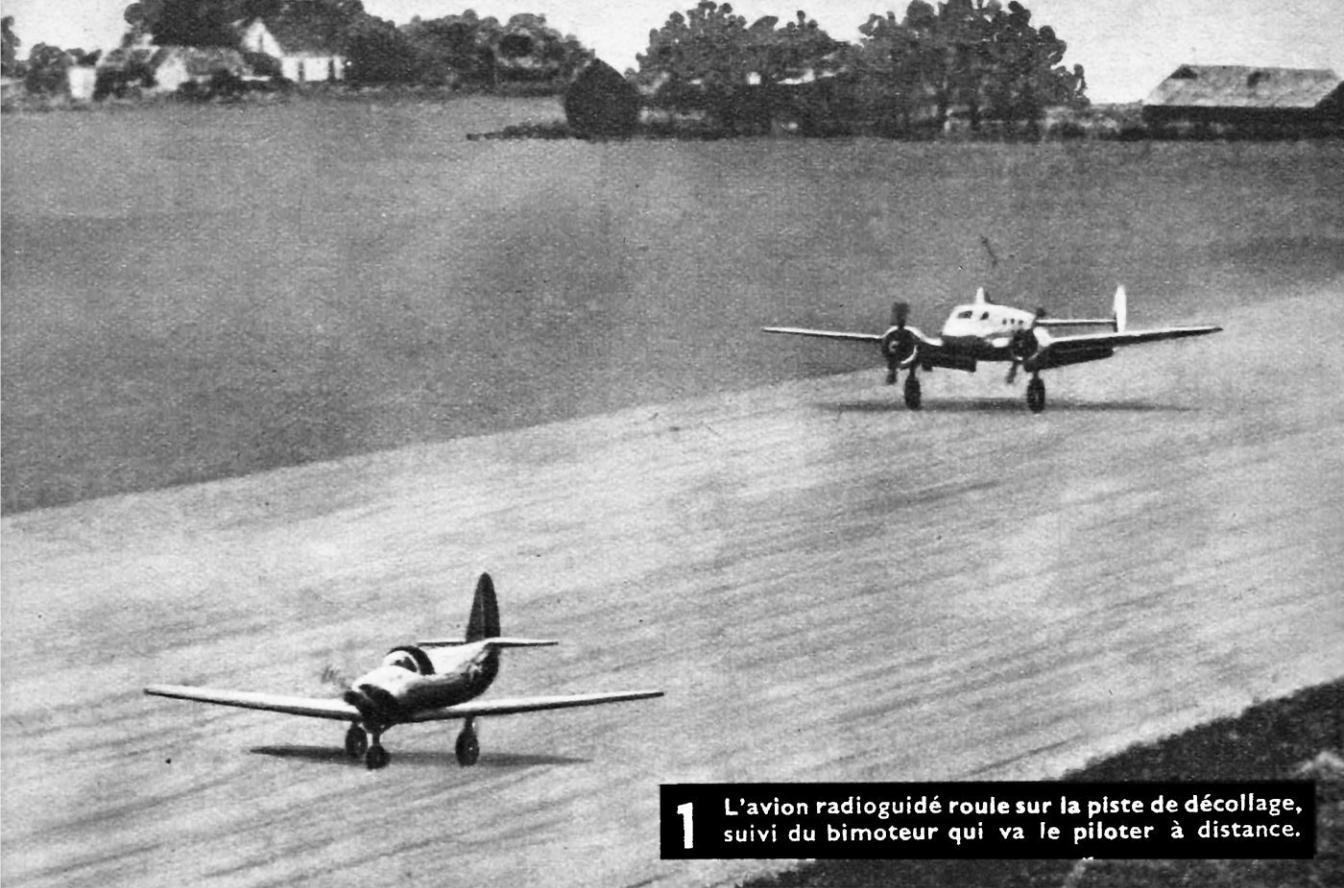
Le premier fut la bombe 1 400 FX, dérivé de la bombe de perforation de 1 400 kg et lancée comme elle en vol horizontal à grande altitude. Elle portait quatre ailes très courtes destinées à faciliter son orientation, au cours

de sa chute libre, par des gouvernails en direction et en portée commandés par radio. L'amplitude des corrections couvrait largement les erreurs de visée et les évolutions possibles du navire pendant la durée de chute.

La bombe Henschel Hs-293 ajoutait une voilure et une propulsion par fusée qui, si elle n'assurait pas le vol horizontal, augmentait du moins beaucoup la portée atteinte en vol plané. Le radioguidage en direction et en portée était conservé.

La direction automatique fut employée pour la première fois avec les bombes planantes « Bat », de la marine américaine, utilisées en 1945 dans l'attaque des navires de guerre et des navires marchands japonais. Le radioguidage était remplacé par un radar émetteur et récepteur, porté par la bombe, et qui orientait automatiquement les gouvernes pour maintenir l'engin en direction de l'objectif.

Avec les V-1 et les V-2 apparaît l'engin à très grande portée dépassant de loin les réalisations de l'artillerie. La V-1 est une bombe planante, mue par pulsoréacteur, qu'on peut lancer soit d'une rampe à terre, soit d'un avion qui lui imprime sa vitesse minimum de sustentation ; ce dernier procédé



**1** L'avion radioguidé roule sur la piste de décollage, suivi du bimoteur qui va le piloter à distance.



**2** A bord du bimoteur, la boîte de commande qui règle par radio les évolutions de l'avion sans pilote.



**1** Aux U. S. A., lancement par catapulte d'un avion-cible télécommandé par radio.

fut employé notamment lorsque les rampes de lancement vers l'Angleterre furent saisies par l'avance alliée de 1944. La V-2 est un projectile-fusée sans voilure. Les deux armes ont été employées en pratique au bombardement massif, sans dispositifs particuliers de radioguidage ou de direction automatique. Mais ils s'y adaptèrent parfaitement.

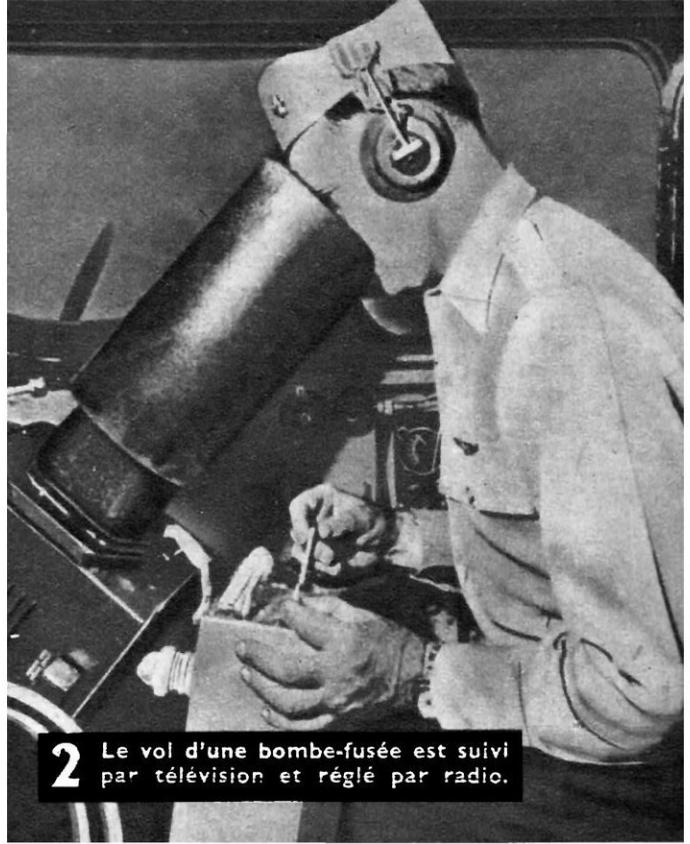
## LES ENGIN A L'ÉTUDE

Toute une série d'armes fondées sur ces principes furent étudiées en Allemagne et allaient être construites en grande série à la fin de la guerre, en vue de l'emploi en D. C. A. notamment. Telles étaient la bombe Henschel Hs-298, propulsée par fusée à poudre, radioguidée, destinée au tir d'avion contre avion ; le « Schmetterling » (papillon), bombe volante Junkers à propulsion par fusée, radioguidée, destinée soit au tir d'avion contre avion, soit au tir de terre contre avion ; la « Wasserfall » (chute d'eau) réduction de la V-2 avec addition d'une voilure cruciforme, pour le tir de terre contre avion ; la « Rheintochter » (fille du Rhin), de Rheinmetall-Borsig, bombe volante, à propulsion par fusée et lancement par fusée auxiliaire, avec voilure à six plans, destinée au tir de terre contre avion ; la X-4, bombe volante avec commande à distance par fils de 6 000 m, pour le tir d'avion contre avion.

En dehors de la bombe « Bat » déjà citée, l'armée et la marine américaine avaient à leur actif, fin 1945, nombre de réalisations intéressantes ; les deux bombes Northrop en forme d'aile volante, la première avec un réacteur General Electric, la deuxième avec un pulsoréacteur Ford, apparenté à celui de la V-1 ; les trois bombes « Glomb » (Glider-bomb ou bombe planante), radioguidée, « Cargoye », bombe volante à propulsion par réaction et direction automatique, « Gorgon », bombe volante à propulsion par fusée, radioguidée.

Si l'on en juge par l'échec des V-1, qui étaient détruites en presque totalité à la fin de l'été 1944, par la chasse et l'artillerie de D. C. A., l'engin sans pilote n'a d'avenir que dans les très grandes vitesses, donc avec la propulsion par fusée ou, à la rigueur, par statoréacteur. En dehors des dispositifs spéciaux de radioguidage ou de direction automatique, la technique en reste la même qu'il y ait ou non un pilote à bord. Les « Baka » japonais auraient certainement donné de meilleurs résultats si l'on avait consacré le poids du pilote à un blindage avant ; les derniers modèles de V-1 recevaient un pilote et on étudiait son logement sur une V-2.

Ce n'est donc point par la présence ou l'absence du pilote que différeront les techniques. La coupure s'établira au changement de propulseur. Et encore les combinaisons de réacteur et de fusée en vue d'améliorer le rayon d'action sont-elles prêtes à faire le pont, pour les engins montés ou non.



**2** Le vol d'une bombe-fusée est suivi par télévision et réglé par radio.

## L'AVION SANS PILOTE DANS L'ARMÉE DE TERRE

Les engins variés à propulsion par fusée étendront le champ d'action de l'artillerie et bouleverseront les limites entre elle et les armées de mer et de l'air.

L'artillerie terrestre s'annexera les missions de bombardement stratégique à plusieurs centaines de kilomètres sur l'avant de ses positions. Au prix actuel des bombardiers, de leurs équipages, de leurs escortes, la fusée est le moyen le plus économique de transporter un tonnage donné d'explosifs dans la limite de ces distances. Le radioguidage ou la direction automatique ne sont pas des dispositifs assez onéreux pour faire balancer le choix, surtout si on les applique à un nombre limité de très gros engins, le relevement du tonnage unitaire étant plus favorable encore au rendement de la propulsion qu'à l'efficacité sur l'objectif. A défaut de bombes atomiques, les fusées de cent ou de mille tonnes, chargées en explosifs puissants et bon marché : nitroglycérine, panclastite, air liquide, seront placées avec toute la précision désirable à quelques centaines de mètres au-dessus d'une ville et les dégâts produits ne seront pas tellement différents de ceux d'Hiroshima.

Les missions tactiques bénéficieront de ce même progrès. Les transports et les concentrations de troupes seront justiciables de la fusée dans les mêmes limites de distance que

les usines ou les villes. Certains objectifs très résistants, considérés longtemps comme à l'épreuve de la bombe d'avion, les ponts du Rhin par exemple, seront balayés par le souffle des fusées de gros tonnage. Que ce soit à partir de la Meuse ou de l'Elbe, deux douzaines de ces engins peuvent interrompre, en quelques minutes, les communications entre les deux rives de ce fleuve.

C'est très probablement dans la défense des côtes, si l'on accepte de désigner encore sous ce nom une intervention contre des flottes ou des convois naviguant à des centaines de kilomètres au large, que les engins à fusée introduiront les bouleversements les plus sérieux. Non seulement les mers étroites, telles que l'Adriatique ou la Baltique, seront interdites à la navigation des grands bâtiments de surface dès qu'il le plaira à un des riverains, mais encore la domination terrestre s'étendra beaucoup plus loin, jusqu'au contrôle entier de mers comme la Méditerranée ou de vastes zones de l'Atlantique, par des puissances qui retrouveraient les positions de l'Allemagne en 1940.

A elle seule, la menace de la terre imposera une transformation complète aux flottes qui voudront pouvoir combattre dans les eaux voisines, qu'elles se soient ou non assurées la maîtrise aérienne. La manœuvre de dérochement est la seule parade possible contre

toute une série d'armes a grande vitesse, qui vont de la fusée de gros tonnage aux engins utilisant l'explosif atomique. La maniabilité, qui la conditionne, devient un facteur de puissance plus important que l'armement de défense, ou la protection, qui n'arrêteront ni l'un ni l'autre les nouvelles armes. Contre l'impact direct des fusées de plusieurs tonnes à 1 500 m/s, la cuirasse épaisse est inutile ; elle est nuisible en ce qu'elle exige, pour la porter, un bâtiment de tonnage trop élevé pour l'esquiver, ce qui est la seule chance d'échapper à ses effets. La conclusion reste la même quelle que soit l'organisation de l'arme, en projectile perforant, à forte teneur d'explosif ou a explosif atomique.

Les engins sans pilote donneront à l'artillerie de D. C. A. une puissance qu'elle n'a jamais connue et c'est l'explication des nombreuses études allemandes en vue de cette application. D'après les résultats d'essais du « Schmetterling », son créateur, le professeur Wagner, ingénieur en chef de Junkers, affirmait pouvoir garantir un avion abattu

par engin lancé. La prétention n'a rien d'in vraisemblable si l'adversaire est un bombardier lourd du type que les Alliés affectaient, en 1945, au bombardement stratégique.

Là encore, la seule parade possible sera l'esquive des engins à grande vitesse, donc à faible maniabilité, par les manœuvres de déroboement d'avions étudiés en vue d'une maniabilité supérieure. Pour l'avion comme pour le navire, ni l'armement, ni la protection ne serviront de rien contre de telles armes. La détection, suivie d'une manœuvre a vitesse faible ou modérée sous l'accélération maximum, sera la seule chance d'échapper.

Le gros avion à nombreux armement de défense est condamné a une infériorité certaine. Son équipage ne peut supporter les mêmes accélérations qu'un pilote de monoplace couché, l'appareil non plus d'ailleurs. Au surplus, le retard dans l'entrée en évolution, lié au moment d'inertie des masses à dévier, est aussi nefaste que la limitation du rayon de la manœuvre.

## L'AVION SANS PILOTE DANS LA MARINE

Si la volonté de maintenir à tout prix des formules condamnées ne l'emporte pas sur leurs intérêts véritables, les marines trouveront dans l'avion sans pilote un armement incomparable pour assurer leur avenir et leur indépendance.

Elles s'inquiètent de voir leur domaine envahi par des aviateurs qui s'y battent sans leur permission et dont il leur faut solliciter le concours. Elles peuvent désormais remplacer ces collaborateurs indociles par une mécanique qui exécutera fidelement leurs instructions. L'avion sans pilote se prête à toutes leurs fantaisies. On peut lui monter un appareil de télévision qui l'adaptera à l'exploration comme au réglage du tir : le bourrer d'explosif et l'envoyer s'écraser sur l'adversaire avec son propulseur, son radioguidage

et sa télévision, ou, si l'on vise a l'économie, le ramener à bord une fois sa bombe placée.

Mais il faudra aux marines qui voudraient se lancer dans cette voie l'héroïsme de se libérer de conceptions contradictoires. Comment justifierait-on la construction de cuirassés de 45 000 tonnes ou de porte-avions de même tonnage, et l'étude simultanée d'engins de 10 tonnes qu'une vedette ou un sous-marin dirigerait sur eux à 100 km de distance ?

Si la formule de l'avion sans pilote est vraiment acceptée, avec toutes ses conséquences, le matériel naval n'aura jamais connu pareil bouleversement.

L'avion sans pilote remplacera d'abord le canon comme armement principal, c'est-à-dire destiné à la lutte contre le bâtiment similaire. Les trois qualités essentielles du

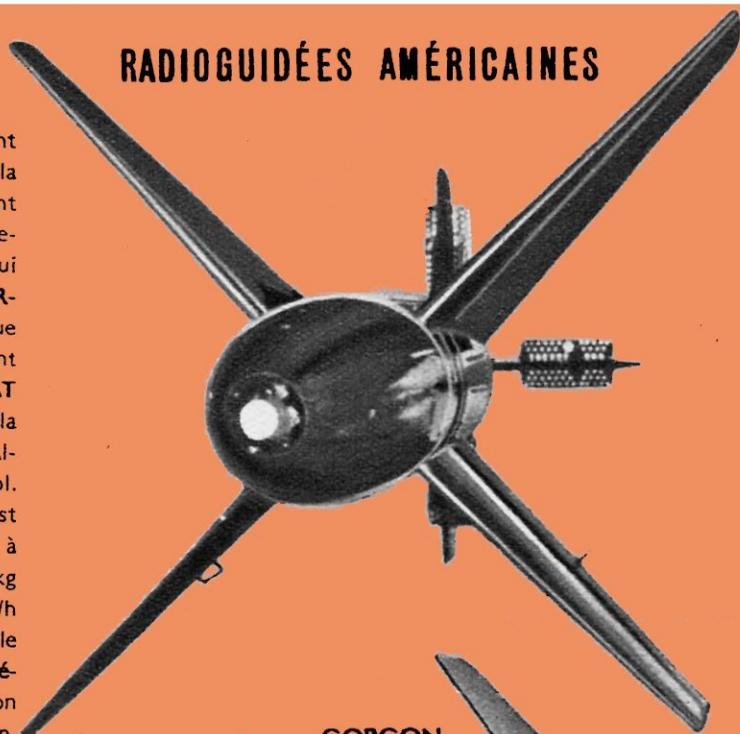
BOMBE VOLANTE AMÉRICAINNE GB-4



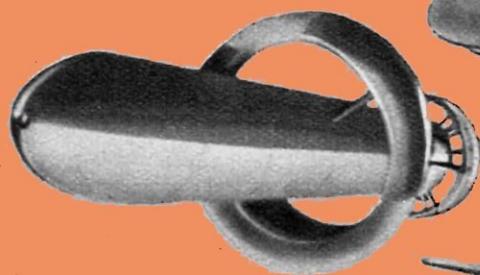
## BOMBES VOLANTES

## RADIOGUIDÉES AMÉRICAINES

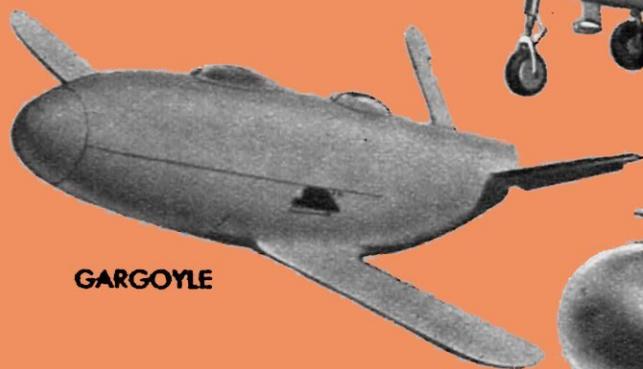
La **GORGON** porte seulement 45 kg d'explosif, alors que la **GLOMB** (GLIDER BOMB), pesant 1 812 kg, est normalement remorquée par un chasseur qui l'oriente vers l'objectif. La **GARGOYLE**, de 453 kg, est conçue pour la perforation et atteint presque 1 000 km/h. Les **BAT** sont emportées par paire sous la voilure d'un Consolidated « PRIVATEER » qui les lâche en vol. La **JB-1 A** (due à Northrop) est munie d'un réacteur Ford à pulsations ; elle pèse 3 175 kg et est catapultée à 350 km/h avec fusées de décollage ; elle peut atteindre une vitesse supérieure à 650 km/h et son rayon d'action est de plus de 160 km.



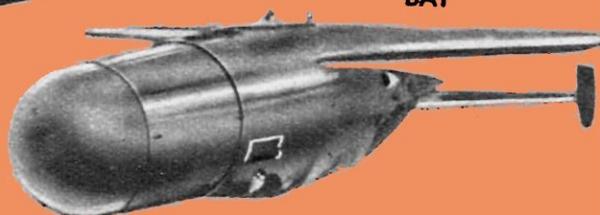
**GORGON**



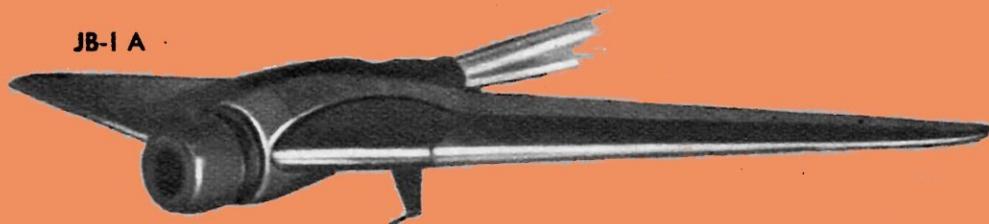
**GLOMB**



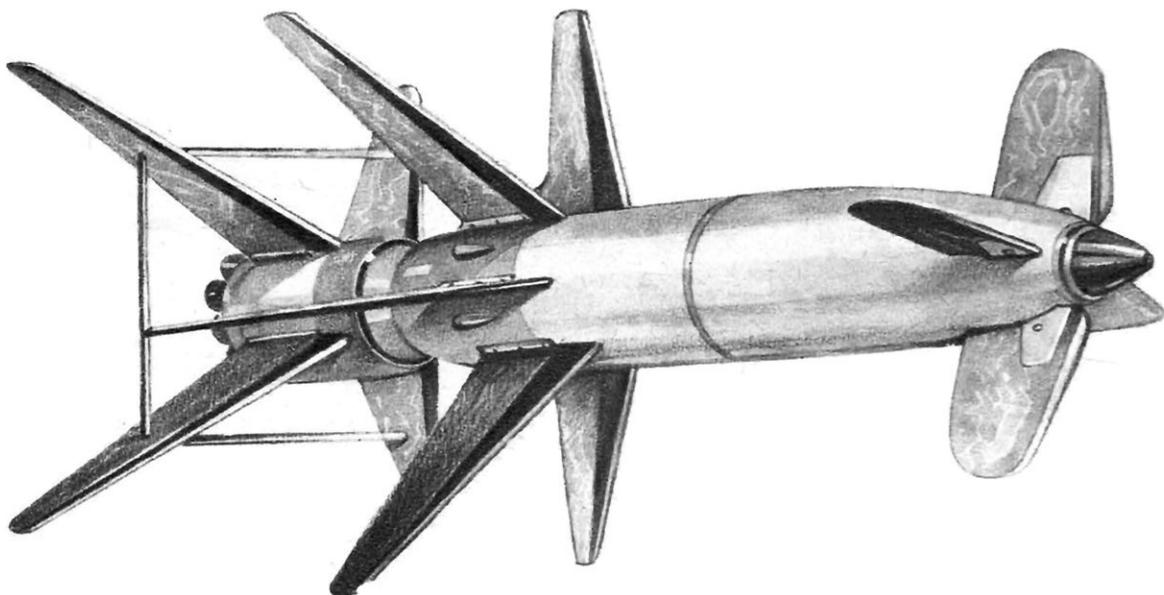
**GARGOYLE**



**BAT**



**JB-1 A**



**RHEINTOCHTER R-1** — Cette bombe comporte un corps principal de 3,60 m de longueur, muni de six ailes en flèche, de gouvernes à l'avant et d'une fusée-radar. Au début de sa trajectoire, elle est propulsée par une fusée auxiliaire, éjectée après un parcours de 2 000 m — Vitesse 500 m/seconde.

canon de marine, la puissance, la portée, la précision, ne sont plus son apanage. La V-2 vient d'en faire la démonstration pour la puissance et la portée ; le radioguidage ou la direction automatique y ajouteront la précision. La disproportion entre l'armement qu'un navire peut recevoir et la protection dont il est susceptible s'accroîtra. Au tonnage d'un torpilleur ou d'un sous-marin, il peut lancer des fusées qui l'emporteront en poids d'acier ou en charge d'explosif sur les projectiles d'artillerie les plus lourds, qui iront plus loin et plus vite et qui arriveront plus sûrement à destination, malgré les manœuvres de l'objectif pour leur échapper. Mais ces bâtiments légers eux-mêmes seront impuissants contre la vedette ou le sous-marin de poche qui utiliseront contre eux une réduction des mêmes armes.

De même que l'avion sans pilote, au service de l'artillerie de côte, repoussera à des centaines de kilomètres au large le grand bâtiment de guerre ou les cargos du type actuel, de même, au service d'un navire qui pourrait lui résister et s'approcher des côtes,

il fera sentir l'action navale à des centaines de kilomètres dans l'intérieur des terres. Et ce ne sont là que portées de début, avec la simple transposition navale des engins terrestres réalisés jusqu'ici. Les dirigeants américains, qui se souviennent d'avoir dû supporter pendant des mois la présence des sous-marins allemands au large de leurs côtes, n'ont pas caché leurs appréhensions devant le risque d'une attaque s'étendant des convois aux ports et aux villes de l'intérieur.

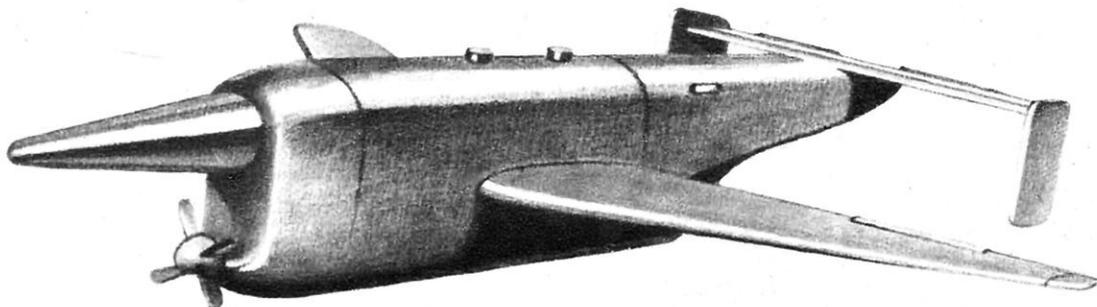
L'armement de défense du navire trouvera dans l'avion sans pilote le même appoint que l'armement principal, ou plutôt l'un et l'autre seront les mêmes. Ce n'est pas qu'une fusée de 10 tonnes soit nécessaire pour pulvériser l'avion sur lequel elle est radioguidée, si cet avion prononçait, comme jusqu'ici, son attaque à quelques kilomètres ; mais les armes nouvelles qu'il emporte lui permettent d'engager le combat à 100 km. Il faudra bien au navire des armes de défense de poids comparable pour atteindre la même portée.

## L'AVION SANS PILOTE DANS L'ARMÉE DE L'AIR

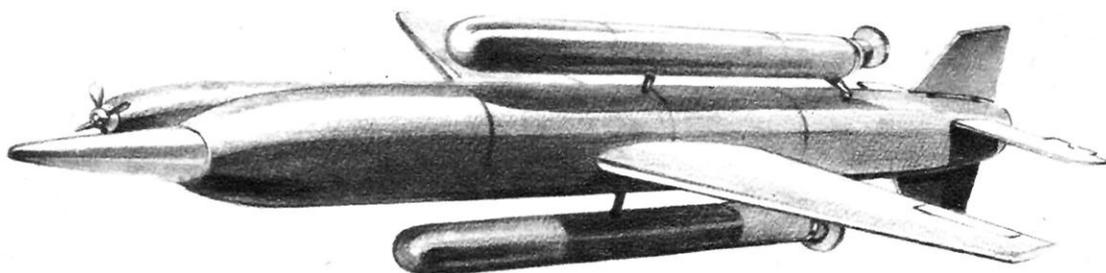
Au service de l'aviation, l'appareil sans équipage recevra d'abord toutes les missions difficiles, celles qu'on réussissait seulement en multipliant les sacrifices. On n'aura plus besoin de lancer à faible altitude des escadrilles de bombardiers lourds pour détruire deux barrages de la Ruhr en accu-

mulant la charge d'explosif, quand un seul engin, sans personne à bord, radioguidé à 30 km, déjouera tous les efforts de la défense rapprochée. La même attaque conviendra à la destruction d'un *Tirpitz* abrité au fond d'un fjord, avec des batteries de D. C. A. sur les montagnes avoisinantes, ou à celle

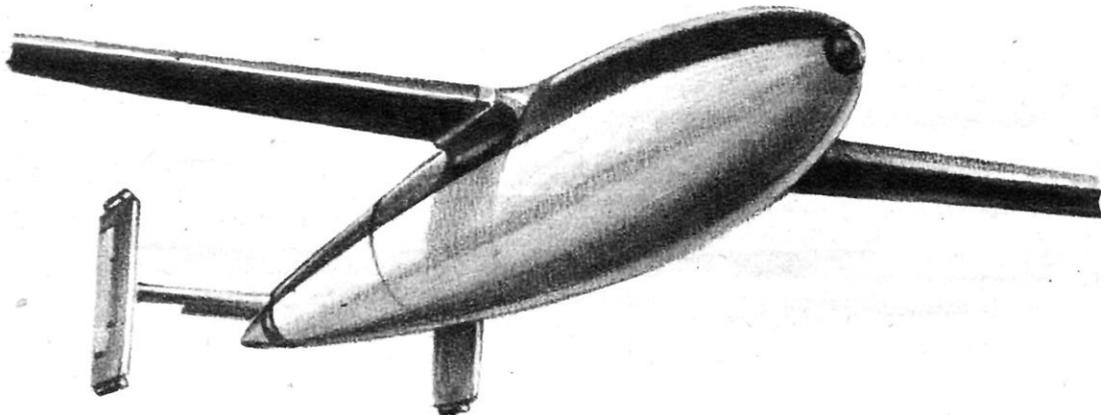
## BOMBES VOLANTES ALLEMANDES



**HENSCHEL Hs-298** — Bombe volante destinée au tir d'avion contre avion à moyenne distance, 1000 à 2 500 m. Ses caractéristiques sont les suivantes : envergure, 1,30 m ; longueur, 2,02 m ; largeur du fuselage, 0,19 m ; hauteur du fuselage, 0,40 m. L'aile, trapézoïdale et en flèche, a une profondeur de 0,50 m à l'emplanture et 0,23 m à l'extrémité. Le poids est de 95 kg. Elle est propulsée par une fusée à poudre et dirigée par une télécommande radioélectrique actionnant de petits volets de freinage sur la voilure et l'empennage. L'explosion est commandée par une fusée « radar » fonctionnant automatiquement à proximité de l'objectif. Cette bombe, dont la construction avait commencé en 1941, n'en était encore qu'au stade des essais.

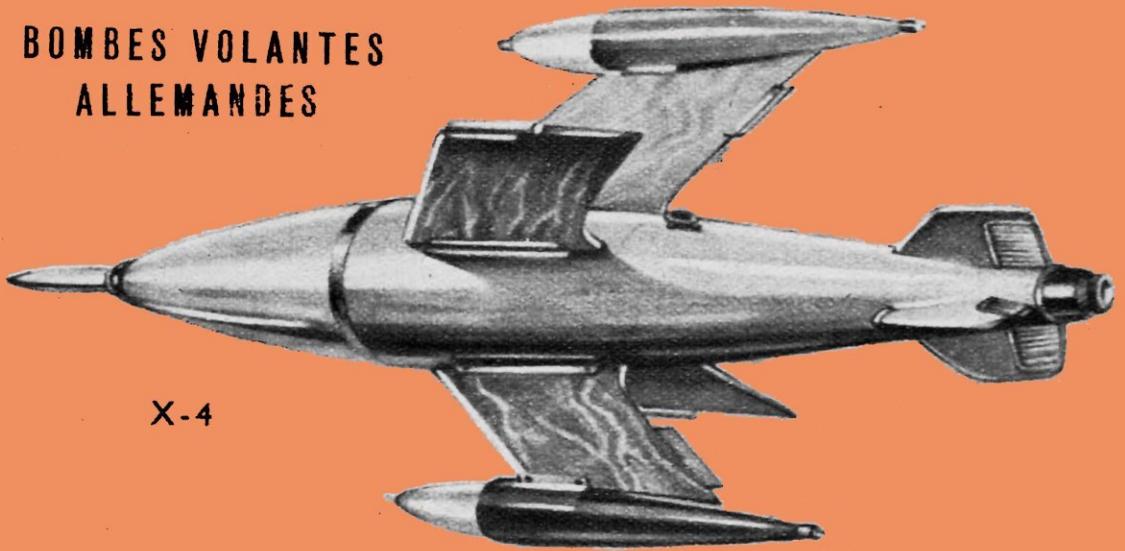


« **SCHMETTERLING** » — Bombe volante à propulsion par fusée, radioguidée, destinée soit au tir d'avion contre avion, soit au tir de terre contre avion. Le corps de la bombe est cylindrique, avec un avant dissymétrique, muni, à gauche, d'une partie conique où se trouve la fusée et à droite d'une hélice à quatre pales entraînant une dynamo pour le service des appareils auxiliaires. Ses caractéristiques sont les suivantes : envergure, 1,90 m ; longueur, 4,01 m ; diamètre du fuselage, 0,34 m ; poids, 160 kg. L'aile trapézoïdale a une profondeur de 0,66 m à l'emplanture et 0,32 m en bout d'aile. Les performances seraient les suivantes : vitesse, 1000 km/h ; plafond, 15000 m ; rayon d'action, 32 km. Lorsqu'il est tiré du sol, le « Schmetterling » reçoit, outre la fusée logée dans le corps de l'engin, deux fusées de lancement placées au-dessus et au-dessous, et qui sont éjectées après une très courte durée de fonctionnement. Les essais auraient été très satisfaisants ; le professeur Wagner, ingénieur en chef de Junkers, affirmait pouvoir garantir un avion abattu par engin lancé.



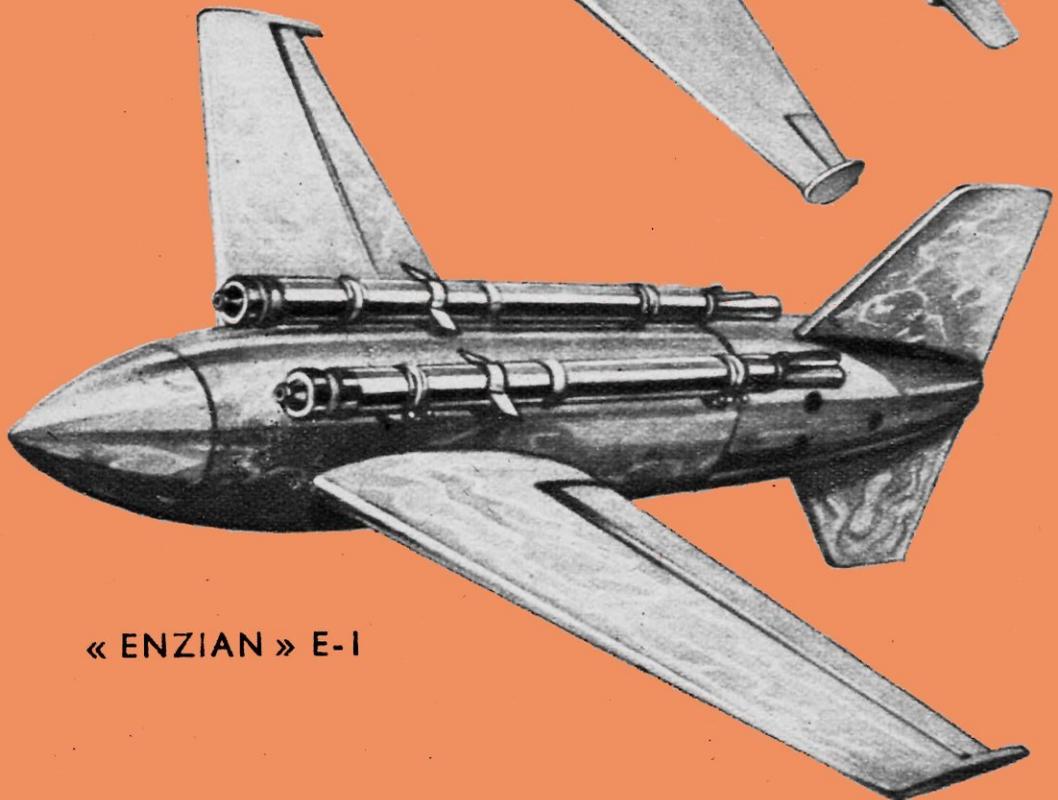
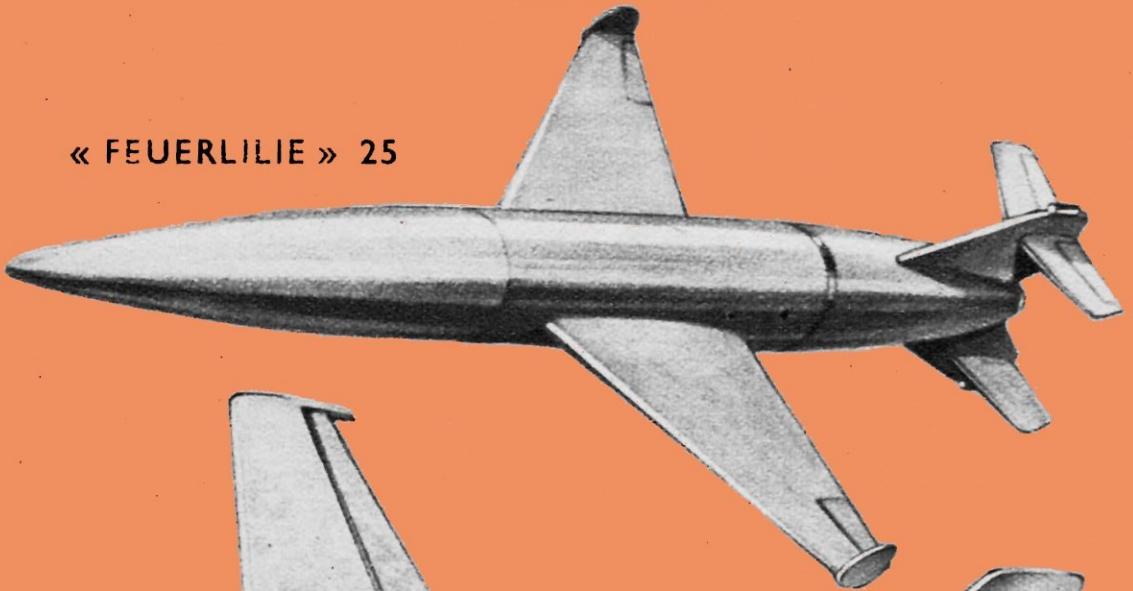
**BLOHM ET VOSS BV-226** — Bombe planante destinée à l'attaque des navires. Ses caractéristiques sont les suivantes : envergure, 6,30 m ; longueur, 3,35 m ; surface de voilure, 1,34 m<sup>2</sup> ; allongement, 34 ; poids total, 725 kg ; charge d'explosif, 450 kg ; charge au mètre carré, 540 kg. Elle a été étudiée en vue d'atteindre la très grande finesse nécessaire au lancement à grande distance d'une bombe planante, où la pesanteur est le seul moteur, et la grande vitesse indispensable pour la préserver de la chasse ou de l'artillerie.

**BOMBES VOLANTES  
ALLEMANDES**



**X-4**

**« FEUERLILIE » 25**



**« ENZIAN » E-1**

de l'escorte d'une « Superforteresse » transportant une bombe atomique.

L'avion sans pilote se prêtera même à des opérations beaucoup plus risquées, puisque les traditions des armées occidentales ne comportent pas les missions-suicide des « Kamikaze » et des « Baka ». La suppression du pilote sera d'ailleurs un avantage à tous les points de vue. A en juger par les réalisations de fusées-radar, l'économie du poids et de l'encombrement d'un homme, affectée à la protection d'un propulseur aussi peu fragile que la fusée, permettra l'établissement d'engins parfaitement résistants aux calibres des armes automatiques et dont l'ogive pourra fort bien faire ricocher les moyens calibres de l'artillerie de défense.

Dans la guerre aérienne, l'avion sans pilote sera l'arme offensive ou défensive à employer en toutes circonstances difficiles, qu'on veuille traverser les barrages d'une chasse d'interception lorsqu'on n'a pas de chasse d'accompagnement à leur opposer, ou arrêter les attaques des bombardiers lourds, quand on n'a pas de chasse d'interception, à même d'affronter leur chasse d'accompagnement. De même que l'avion sans pilote condamne le grand bâtiment dans le combat naval, de même il élimine le gros avion du combat aérien. L'appareil de 50 tonnes, avec 16 000 km de rayon d'action, si perfectionnée que soit la conduite du tir de sa mitrailleuse de 12,7 mm, ne pourra pas affronter des engins de vitesse triple de la sienne, car ses balles n'entameront seulement pas le revêtement. Il n'aura même pas la ressource du navire de 45 000

tonnes, qu'on faisait naviguer n'importe où, à condition de le couvrir d'une « ombrelle » assez dense de chasseurs. Ici, l'attaque viendra du sol survolé, à partir d'abris qu'il sera aussi difficile de découvrir que de détruire.

Intervenant dans la guerre terrestre, l'avion sans pilote en condamnera définitivement certaines formes. On avait cru que des dalles de béton de 5 à 6 m pouvaient rendre une fortification imprenable, parce que la consommation de projectiles des obusiers qui les auraient percées était prohibitive. L'avion sans pilote, qui atteindra ces buts à chaque coup et dont la vitesse à l'impact peut être accrue au degré désirable, sans être liée, comme celle du projectile d'obusier, à la distance du tir et à sa dispersion, est l'arme parfaitement économique pour de telles destructions. La même crèvera les barrages de 100 m d'épaisseur à la base, soufflera les arches de ponts de 500 m de portée.

Dans la guerre navale, l'avion sans pilote portera au navire des coups plus puissants encore qu'il n'en a reçu jusqu'ici. Ce n'est pas seulement le navire au large et au port, lorsque l'assaillant bénéficiait de la surprise ou d'une maîtrise écrasante, que les armes nouvelles parviendront à couler. Ce sont les navires sous-marins ou de surface qu'elles écraseront sous le béton de leurs abris que les bombes lourdes n'avaient pas réussi à percer ; ce sont les convois qu'elles enverront au fond, après avoir traversé leur escorte de chasse ; ce sont les grands canaux, Suez et Panama, qu'elles mettront hors d'usage.

## L'AVENIR DE L'AVION SANS PILOTE

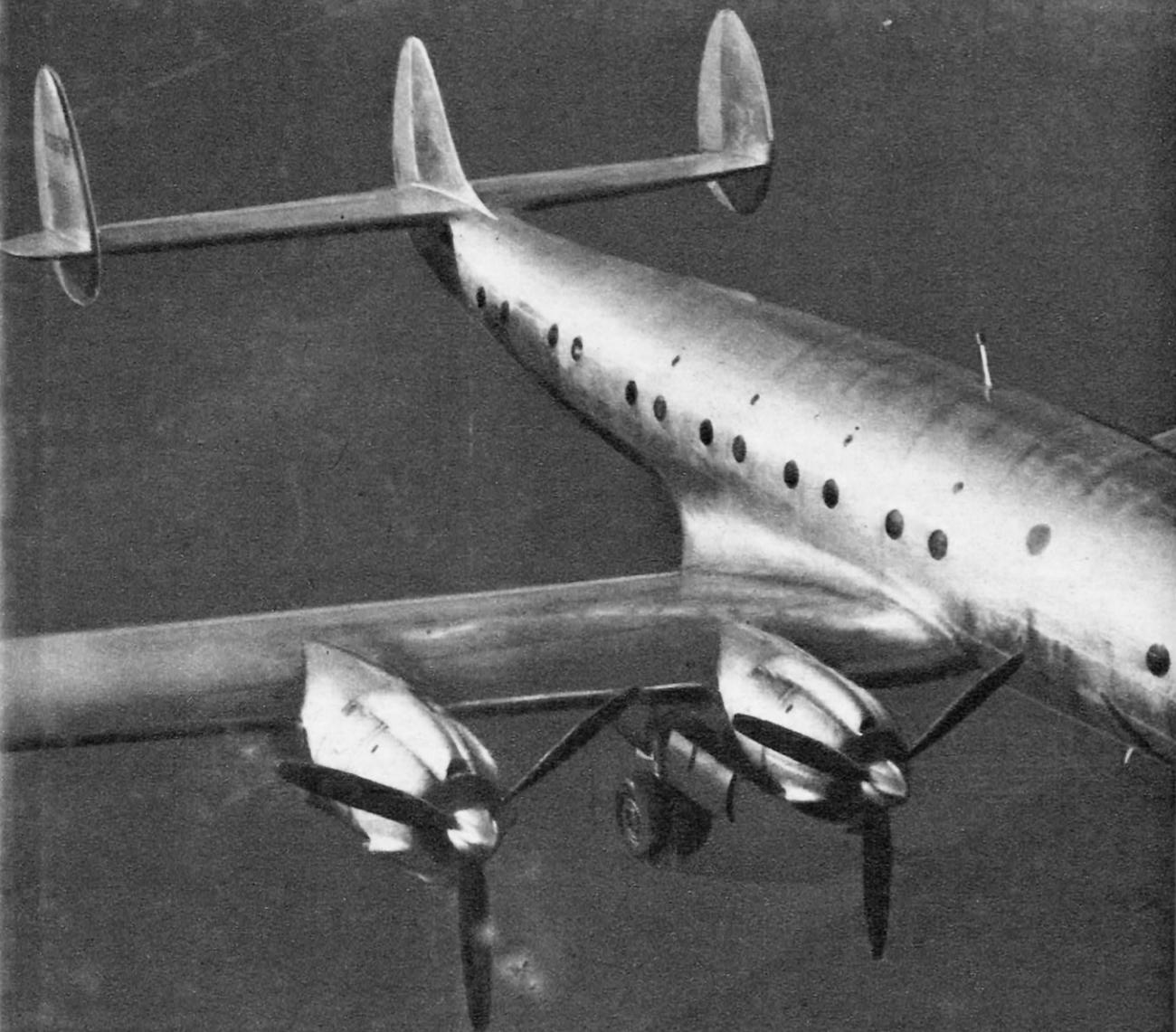
Il faut insister sur deux caractères communs aux transformations qu'entraîneront les armes nouvelles, caractères qui appartenaient déjà, bien qu'à un degré moindre, à l'aviation telle qu'on l'a employée jusqu'ici.

L'avion sans pilote sonne le glas des monstres de toute espèce, que ce soient les forts recouverts de 8 m de béton, les navires de ligne ou les porte-avions de 45 000 tonnes, les bombardiers hexamoteurs qu'on affirme pouvoir emmener des bombes de 50 tonnes. L'économie de ces constructions se justifiait par des considérations diverses, au premier rang desquelles l'aptitude à une protection passive ou active renforcée. Les armes nouvelles, sans même qu'il soit nécessaire de faire appel à l'explosif atomique, défient toute protection de cette nature. La seule chance de leur échapper est de passer inaperçu ou de les esquiver par sa maniabilité. Elle suppose la protection légère. Le fantassin dans son trou, le char pour un homme, couché dans une prairie où il ne dépassera pas la hauteur des foin, le sous-marin, l'avion léger résisteront là où le fort à 10 m

de saillie au-dessus du sol, le grand navire ou le gros avion hérissé d'armes de défense succomberont.

Ce bouleversement intégral des matériels de guerre n'est plus seulement fonction des nouveautés introduites et des désirs manifestés dans chacun des trois domaines, terrestre, naval ou aérien. Ceux qui préféraient la composition traditionnelle des flottes au torpilleur et au sous-marin pouvaient s'entendre pour en limiter les progrès et les dégâts.

Mais ou est l'équivalent du contre-torpilleur et de l'escorteur pour arrêter les engins lancés à des centaines de kilomètres, par la batterie de côte ou l'aviation, contre une escadre ou un convoi ? Jamais l'interpénétration de la guerre terrestre, navale et aérienne n'aura été plus complète. Les mêmes armes y serviront, avec des variantes le plus souvent insignifiantes suivant les objectifs. Les transformations imposées à une armée, à une marine ou à une aviation seront décidées au moins autant par les deux autres que par elle-même.



**LOCKHEED "CONSTELLATION"**

# LIGNES ET AÉROPORTS

**L**E développement considérable des lignes internationales au lendemain de la guerre s'explique par les progrès techniques de l'aviation et les résultats acquis pendant six années de guerre dans le domaine des transports militaires. Mais sa rapidité tient avant tout aux accords qui ont ouvert les grandes lignes mondiales à la concurrence internationale et à l'effort que les différents pays ont dû fournir pour ne pas abandonner complètement les transports aériens à celui d'entre eux qui était le mieux placé pour les assurer actuellement : les Etats-Unis.

## DE PARIS A CHICAGO

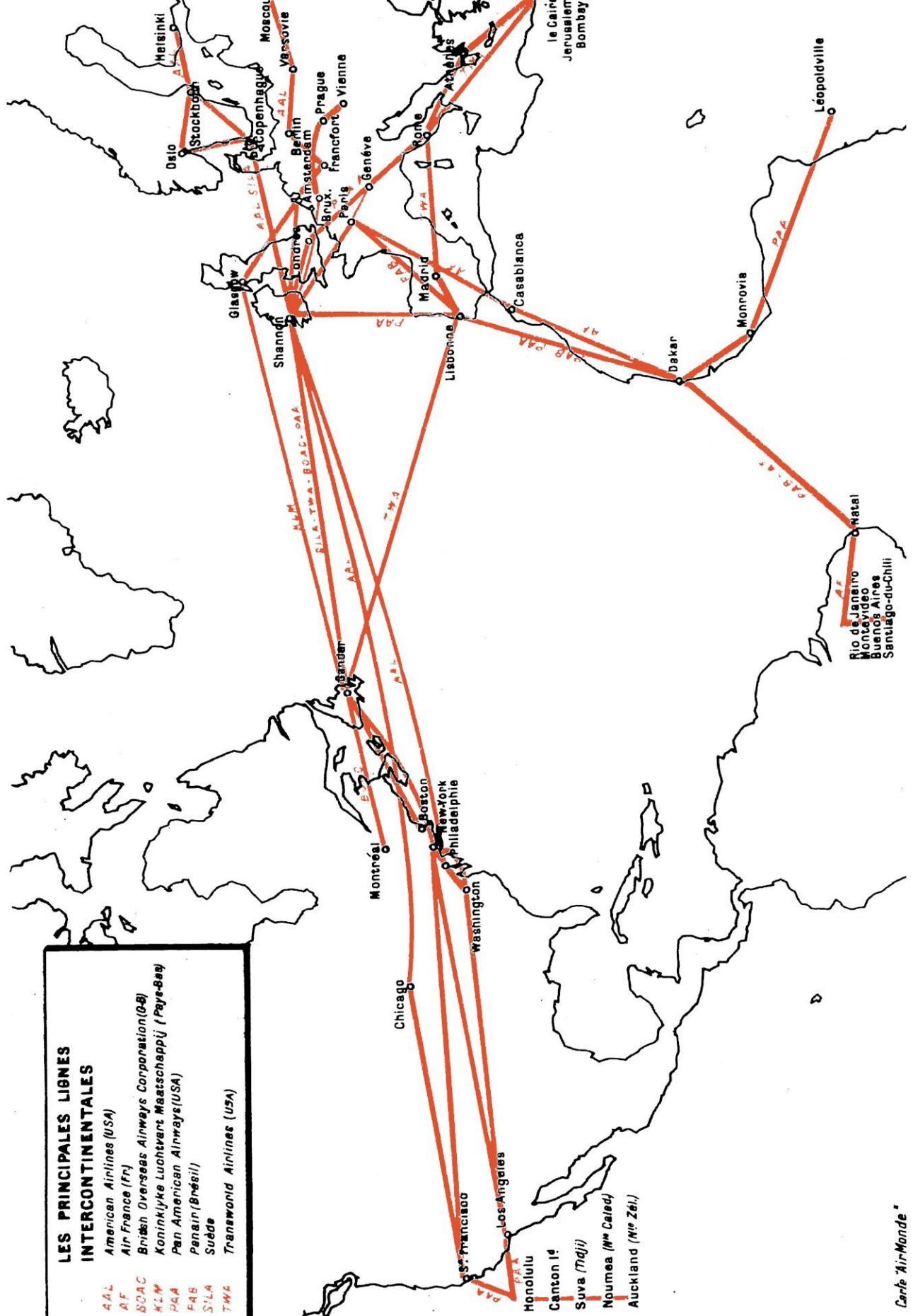
Les lignes internationales étaient régies jusqu'en 1943 par deux conventions, celle de Paris et celle de la Havane. La convention internationale pour la navigation aérienne, signée à Paris en 1919, reconnaissait comme principe de base qu'en l'absence de traités spéciaux, une nation détenait la souveraineté entière et exclusive sur l'espace aérien au-dessus de son territoire. Elle avait donc le droit d'autoriser ou de refuser le survol par tout aéronef quel qu'il fût. La convention de 1919 n'avait pas été ratifiée par les Etats-Unis, mais un accord sur l'aviation commerciale, signé à la Havane, en 1928, par presque toutes les républiques américaines, reconnaissait à peu près dans les mêmes termes le principe de la souveraineté nationale sur l'espace aérien.

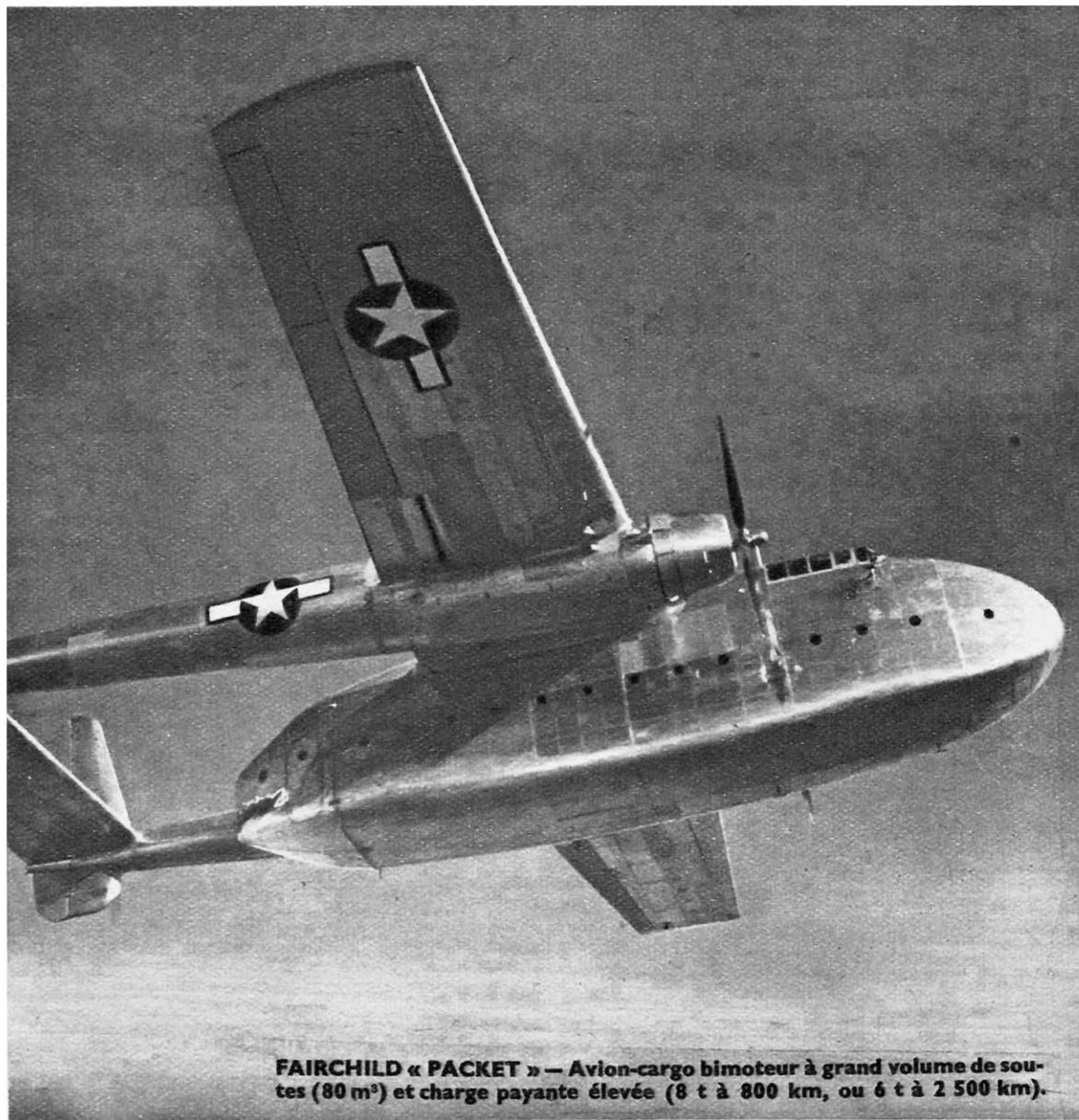
L'application de ce principe a gravement entravé l'essor des transports aériens de 1919 à 1939. C'est ainsi que l'Italie refusa, pendant de longues années, le survol de son territoire par les avions des « Imperial Airways », reliant Londres aux Indes et à l'Australie. Elle exigeait, en échange, le droit de survol de l'ensemble des territoires britanniques et, plus particulièrement, l'établissement de lignes italiennes entre la Péninsule, Malte



## LES PRINCIPALES LIGNES INTERCONTINENTALES

- AAL** American Airlines (USA)
- AF** Air France (Fr)
- BOAC** British Overseas Airways Corporation (GB)
- KLM** Koninklijke Luchtvaart Maatschappij (Pays-Bas)
- PAA** Pan American Airways (USA)
- FAB** Panair (Brésil)
- SUA** Suède
- TWA** Transworld Airlines (USA)





**FAIRCHILD « PACKET »** — Avion-cargo bimoteur à grand volume de soutes (80 m<sup>3</sup>) et charge payante élevée (8 t à 800 km, ou 6 t à 2 500 km).

et Gibraltar. Elle n'accorda finalement l'autorisation demandée qu'après une déviation de la ligne britannique par l'Europe centrale, qui montrait qu'elle pouvait être établie malgré la mauvaise volonté italienne. Les « Imperial Airways » rencontrèrent d'ailleurs des difficultés analogues du côté de l'Iran.

La convention négociée à Chicago en novembre 1944, et qui lie presque tous les pays à l'exception de quelques uns, dont le principal est l'U. R. S. S., accorde à tous les contractants le droit de survol et d'atterrissage sur le territoire de l'un d'eux, mais sans qu'il en résultât le droit de débarquer ou de prendre des passagers. Elle admet donc ce qu'en matière de transports aériens on appelle

le « survol innocent » et l'« escale technique », mais non l'« escale commerciale ».

Le droit de « survol innocent », au sens anglais et étymologique du terme, « qui ne nuit point » au pays survolé, lève les obstacles du genre de ceux que l'Italie opposait aux « Imperial Airways ». Il pare même aux manœuvres plus subtiles, qui subordonnaient le droit de survol à l'atterrissage, pour contrôler, dans une escale ne présentant aucun intérêt pour le ravitaillement ou le trafic de l'avion.

Le droit d'« escale technique », c'est-à-dire à un ravitaillement en combustible imposé par la longueur du parcours ou l'économie de l'exploitation, est une autre concession impor-

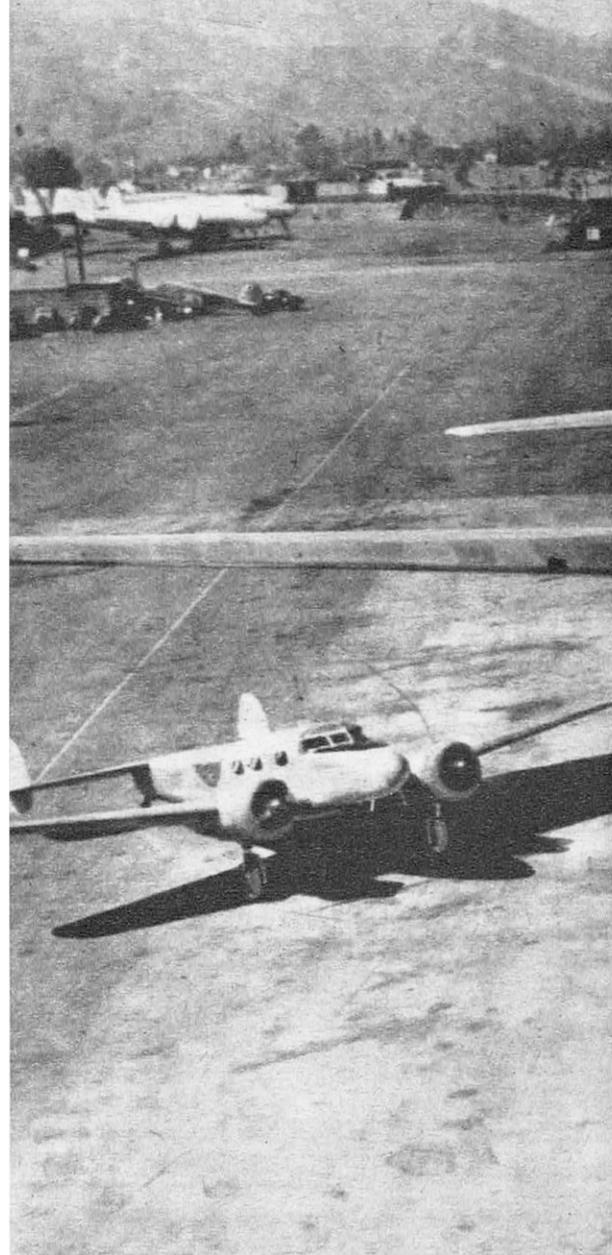
lante faite au développement des transports internationaux. Elle est tout à l'avantage des pays qui ne disposent pas d'un réseau étendu de bases bien situées, et des Etats-Unis au premier rang dans leurs tentatives pour participer au trafic européen, asiatique ou africain. Le premier avantage de cette concession fut de couper court aux campagnes tendancieuses qui visaient à représenter l'aviation américaine installée à demeure dans les régions où elle avait construit des terrains militaires, à seule fin d'y trouver les escales nécessaires à ses lignes aériennes.

## LE DROIT D'ESCALE COMMERCIALE ET LES ACCORDS BILATÉRAUX

Le droit d'« escale commerciale », c'est-à-dire de déposer ou de prendre indistinctement passagers et marchandises dans les aéroports où les avions étrangers sont admis à se ravitailler, est tout autre chose. Il avait été demandé instamment par les Etats-Unis à la conférence de Chicago, et la rupture n'avait été évitée que par un accord sur la formule de conciliation présentée par le chef de la délégation française, M. Max Hymans, qui visait à scinder la convention en deux, l'une accordant le droit de survol et d'escale technique, l'autre y ajoutant celui d'escale commerciale. La dernière fut ratifiée, en gros, par l'ensemble des Etats américains ; la première le fut seule par la plupart des Etats européens et notamment par la France, la Grande-Bretagne et la Belgique, les plus intéressés dans cette affaire.

La prétention américaine pouvait paraître d'autant plus fondée qu'elle transposait simplement à la navigation aérienne les pratiques admises pour la navigation maritime. Les Etats-Unis ne réclamaient pas le droit de « cabotage aérien » qui leur eût permis d'intervenir dans le trafic intérieur des autres pays, mais bien la participation au trafic international de ces pays entre eux. Or, si le cabotage par voie de mer est fréquemment réservé aux nationaux, — et il ne l'est même pas, sauf exception, pour les liaisons entre métropole et Empire — l'intervention d'un tiers dans le trafic entre deux pays est parfaitement admise. Un navire britannique ne peut pas charger des passagers ou du fret entre Marseille et Nice, mais il peut le faire entre Marseille et Naples. Il ne s'en est jamais privé, et c'est précisément ainsi que la marine marchande britannique avait conquis sa position dominante incontestée. Il n'en est que plus curieux de voir avec quelle obstination la Grande-Bretagne refusait d'étendre aux transports aériens les principes qui avaient fait sa puissance dans le domaine des transports maritimes.

L'opposition de la France, de la Grande-Bretagne et des quelques pays qui les suivaient dans le refus du droit d'escale commerciale n'aura même pas duré trois ans. Pour maintenir leurs prétentions, il leur aurait fallu



n'avoir ni besoin de la technique américaine pour leur fournir des avions modernes, ni des crédits américains pour rétablir leurs finances. Ils ont donc dû signer successivement avec les Etats-Unis, au cours du premier semestre 1946, une série d'accords bilatéraux donnant en fait le droit d'escale commerciale refusé à Chicago.

Le premier accord, signé avec la Belgique, autorisait la ligne New-York-Bruxelles des « Pan American World Airways » et prévoyait même le droit de transborder à Bruxelles le chargement de ses gros porteurs transatlantiques à bord d'appareils de capacité moyenne pour continuer la route, ce qui ne diffère guère de l'établissement de lignes particulières entre la Belgique et un pays quelconque.

L'accord signé le 12 février aux Bermudes, entre les représentants britanniques et améri-



## LOCKHEED " CONSTITUTION "

Quadrimoteur de transport pour 180 passagers, fuselage à deux étages, à conditionnement d'air.

cains donne de même le droit d'escale commerciale aux transporteurs des deux pays. La Grande-Bretagne a obtenu en échange du matériel américain ; elle s'est prémunie contre une guerre de tarifs où elle aurait été assez mal placée pour lutter techniquement et financièrement, en subordonnant ceux-ci à l'accord des gouvernements intéressés.

L'accord franco-américain, signé le 27 mars 1946, est semblable dans ses grandes lignes à celui des Bermudes. Il accorde six routes à Air-France : France-Boston, France-Chicago, France - New-York, Martinique - Porto-Rico, Martinique-Haïti, Indochine-Marseille, et sept routes aux Etats-Unis dont six aboutissent respectivement à Paris, Marseille, Dakar, Hanoi, Saïgon, et en Nouvelle-Calédonie, la septième étant une ligne Etats-Unis-Amérique du Sud, via Guadeloupe, Martinique et Guyane.

Il a cependant été prévu, sans qu'aucune

formule précise fût adoptée, que les gouvernements français et américain veilleraient à ce que, sur les parcours communs, la concurrence des lignes n'affecte pas indirectement leurs intérêts réciproques. Pour éviter les détournements habituels entre compagnies n'exploitant pas exactement les mêmes lignes, le trafic devra emprunter « la route raisonnablement directe ». La capacité des appareils devra être réglée d'après les besoins du trafic propre de chaque pays et non en vue d'enlever celui qui revient normalement à l'autre. Une mesure de la bonne foi des parties sera exprimée par le rapport des chargements faits au cours de l'escale et de ceux en provenance de la tête de ligne. Il ne s'agit point, a-t-on dit, d'un droit absolu de « pick-up », mais seulement de « fill-up », de complément de charge.

# LES TYPES D'AÉROPORTS

Il ne semble pas qu'aucun type d'aéroport ait encore réussi à s'imposer. La Grande-Bretagne reste fidèle, malgré de violentes critiques, au type triangulaire qui donnait satisfaction à la R. A. F. avec transformation possible en aéroport à pistes parallèles multiples. Les Etats-Unis, pour leurs grands aéroports du moins, s'orientent vers le type à pistes tangentielles. La France, qui l'avait accepté au début pour Orly, a donné, depuis, la préférence à l'aéroport à pistes parallèles.

On peut distinguer quatre types différents d'aéroports dont la figure, page 127, schématise les dispositions :

— le type triangulaire, où une seule piste, celle qui fait le plus petit angle avec la direction du vent, est utilisée alternativement pour l'atterrissage et le décollage ;

— le type à pistes multiples parallèles, se coupant également sous  $120^\circ$ , où le même principe est appliqué à plusieurs groupes de pistes en comprenant chacune deux, trois ou quatre ;

— le type à pistes tangentielles, où plusieurs pistes divergentes contiguës, trois en général, choisies parmi celles qui font le plus petit angle avec la direction du vent, sont utilisées pour l'atterrissage, et les pistes symétriquement placées pour le décollage ;

— le type à piste unique, où l'on admet l'atterrissage et le décollage dans une direction fixe, quelle que soit celle du vent.

## L'AÉROPORT TRIANGULAIRE

L'aéroport triangulaire jouit d'une faveur marquée en Grande-Bretagne, puisque c'est le type qui a été presque toujours adopté par la R. A. F. pour les 560 terrains aménagés ou agrandis pendant la guerre dans les Iles Britanniques. Il est certainement des plus recommandables pour un trafic essentiellement dispersé, puisque 10.000 vols journaliers sur 560 terrains ne font même pas, en moyenne, 20 atterrissages et décollages par jour, qu'on avait, d'ailleurs, la possibilité de minuter soigneusement. Mais la question change lorsque le problème devient celui de la concentration du trafic dans les aéroports des très grandes villes, où l'on envisage le passage de plusieurs centaines d'avions par heure.

L'infériorité du type triangulaire porte, à la fois, sur le nombre d'avions susceptibles d'atterrir et de décoller simultanément, et sur le parcours au sol jusqu'à la gare.

Les trois pistes sont orientées à  $120^\circ$  les unes des autres, et une seule est utilisée, celle qui fait le plus petit angle ( $30^\circ$  au plus) avec la direction du vent. Il n'est donc pas possible de procéder simultanément à l'atterrissage et au décollage sur cette piste unique, ni de faire atterrir plusieurs appareils à la fois, ou de les faire décoller.

Le parcours au sol est toujours très long dans le type triangulaire. Dans la disposition choi-

sie par la R. A. F., où les trois pistes sont presque concourantes au milieu du terrain, le seul emplacement d'aérogare se prêtant à un service symétrique, quelle que soit la direction du vent, est le petit triangle central délimité par les pistes. Mais, à l'arrivée, l'avion se trouvera en bordure de l'aéroport, de même qu'au départ, et devra commencer par rallier cette même position. Si on adopte la disposition périphérique des trois pistes avec la gare au milieu de l'une d'elles, le parcours au sol varie, selon le vent, entre 0,5 et 1,5 longueur de piste.

Dans le type triangulaire, aucun emplacement satisfaisant pour les bâtiments n'a été trouvé jusqu'ici.

## L'AÉROPORT A PISTES PARALLÈLES MULTIPLES

La multiplication des pistes parallèles se coupant sous  $120^\circ$  est l'idée qui vient le plus naturellement lorsqu'on veut augmenter la capacité du type triangulaire. C'est le principe qui doit être appliqué à Heathrow, le nouvel aéroport de Londres, dont l'extension est actuellement en cours. L'aéroport de Varsovie est une exécution du même genre, mais avec 4, 2 et 1 pistes respectivement, suivant la fréquence du vent dans la direction intéressée.

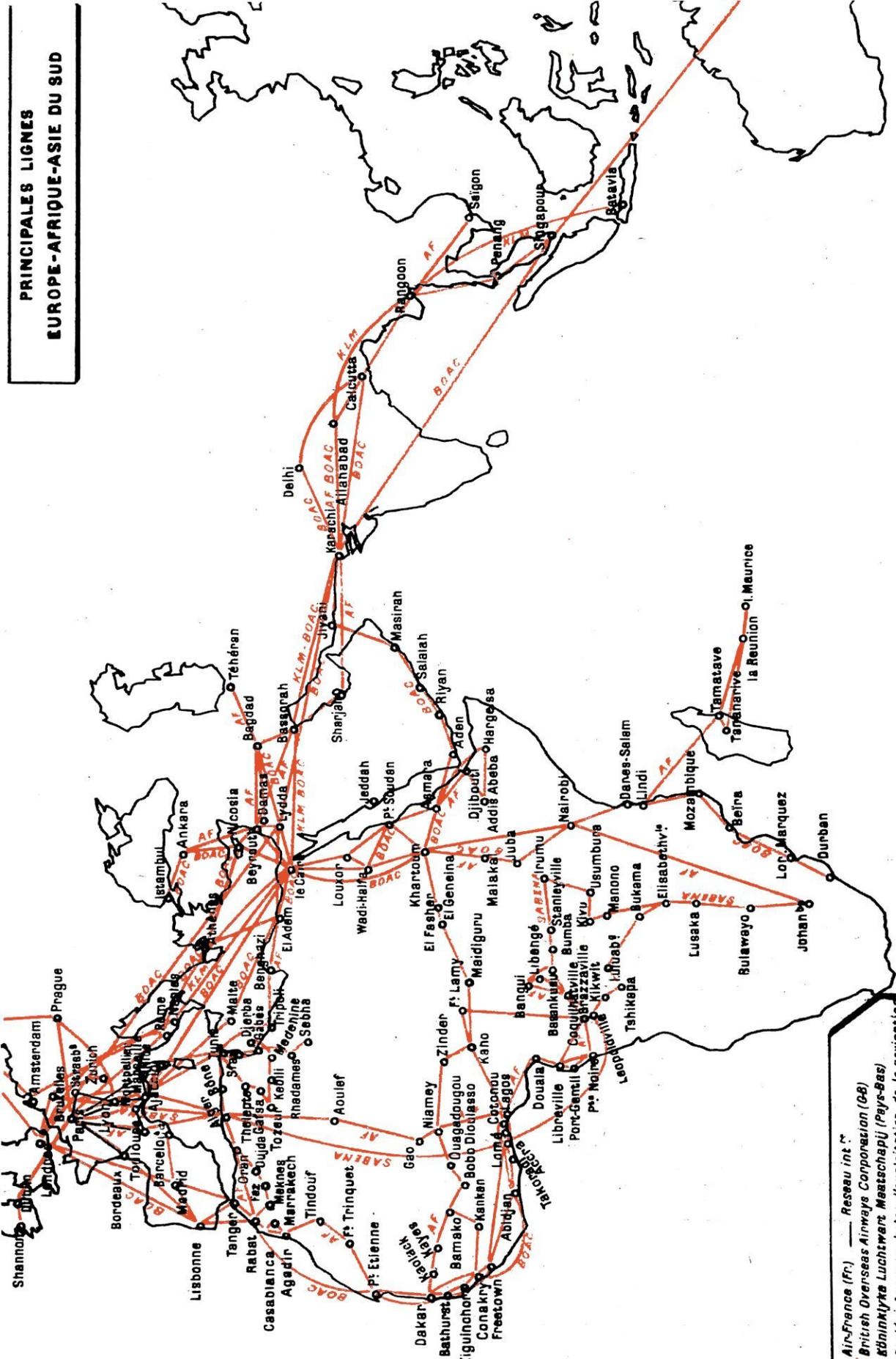
La possibilité de multiplier le nombre des arrivées ou des départs dans le rapport du nombre des pistes parallèles utilisées, qui est à l'origine de cette disposition, a été vivement discutée. Elle suppose, en effet, que les avions en vol soient à la même distance que les pistes, ce qui présente certainement des risques dans l'atterrissage sans visibilité. Avec deux pistes parallèles seulement, dont une seule réservée aux arrivées, la situation n'est pas grave, puisqu'on n'admet pas l'atterrissage simultané de deux avions. Avec quatre pistes parallèles on affectera les pistes extrêmes aux arrivées, les pistes centrales aux départs, comme l'indique la figure du haut de la page 130.

La longueur du parcours au sol reste un inconvénient de l'aéroport à pistes multiples, comme de l'aéroport triangulaire. L'emplacement le plus satisfaisant pour les bâtiments est le centre de l'aéroport, si l'on veut, ce qui semble indispensable, égaliser les difficultés quelle que soit la direction du vent. Les schémas de la page 130 montrent la complexité de la circulation, si on la compare à celle de l'aéroport à pistes tangentielles.

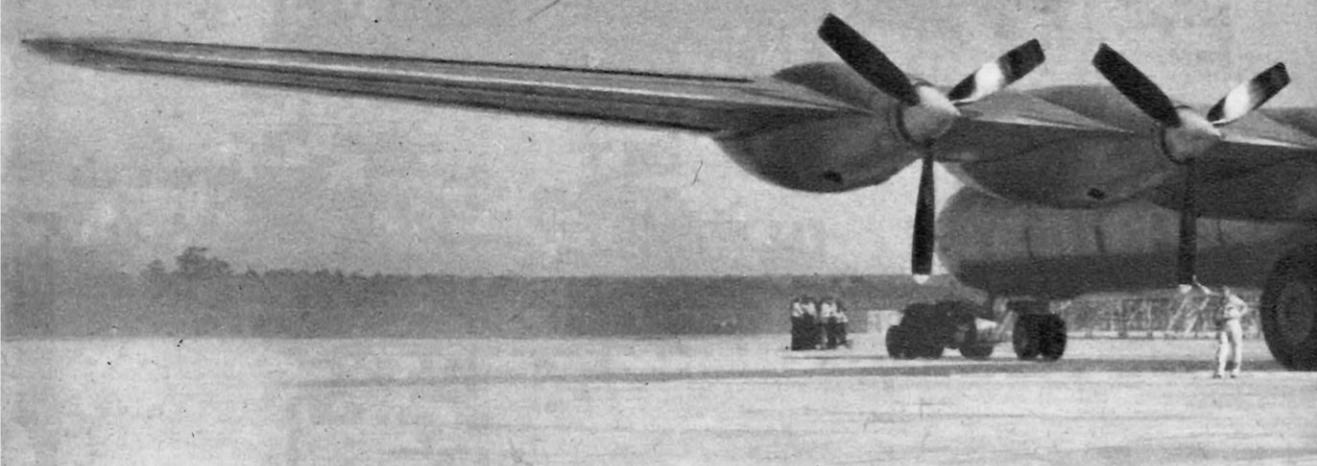
## L'AÉROPORT A PISTES TANGENTIELLES

Le principe de l'aéroport à pistes tangentielles n'est pas nouveau, puisqu'il avait déjà

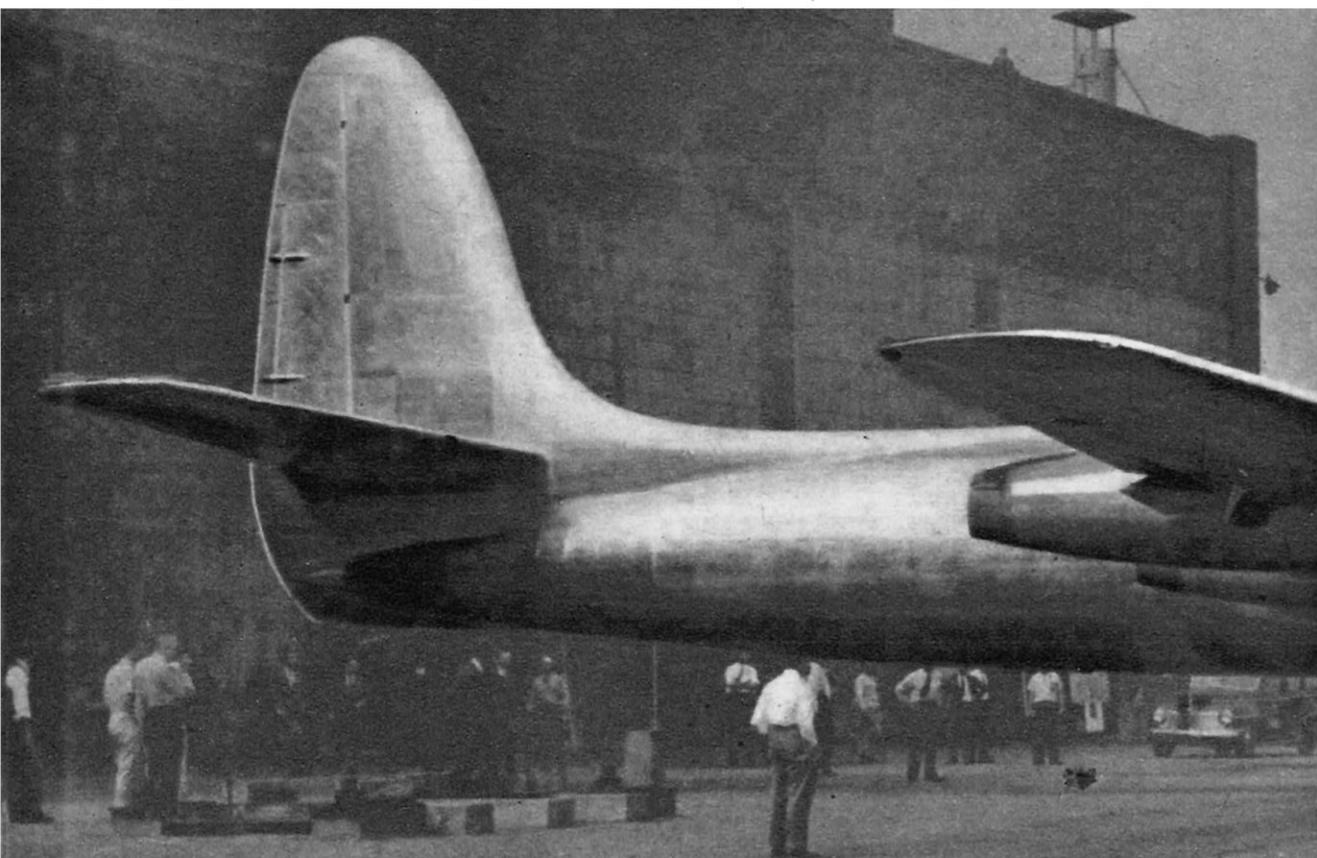
**PRINCIPALES LIGNES  
EUROPE-AFRIQUE-ASIE DU SUD**

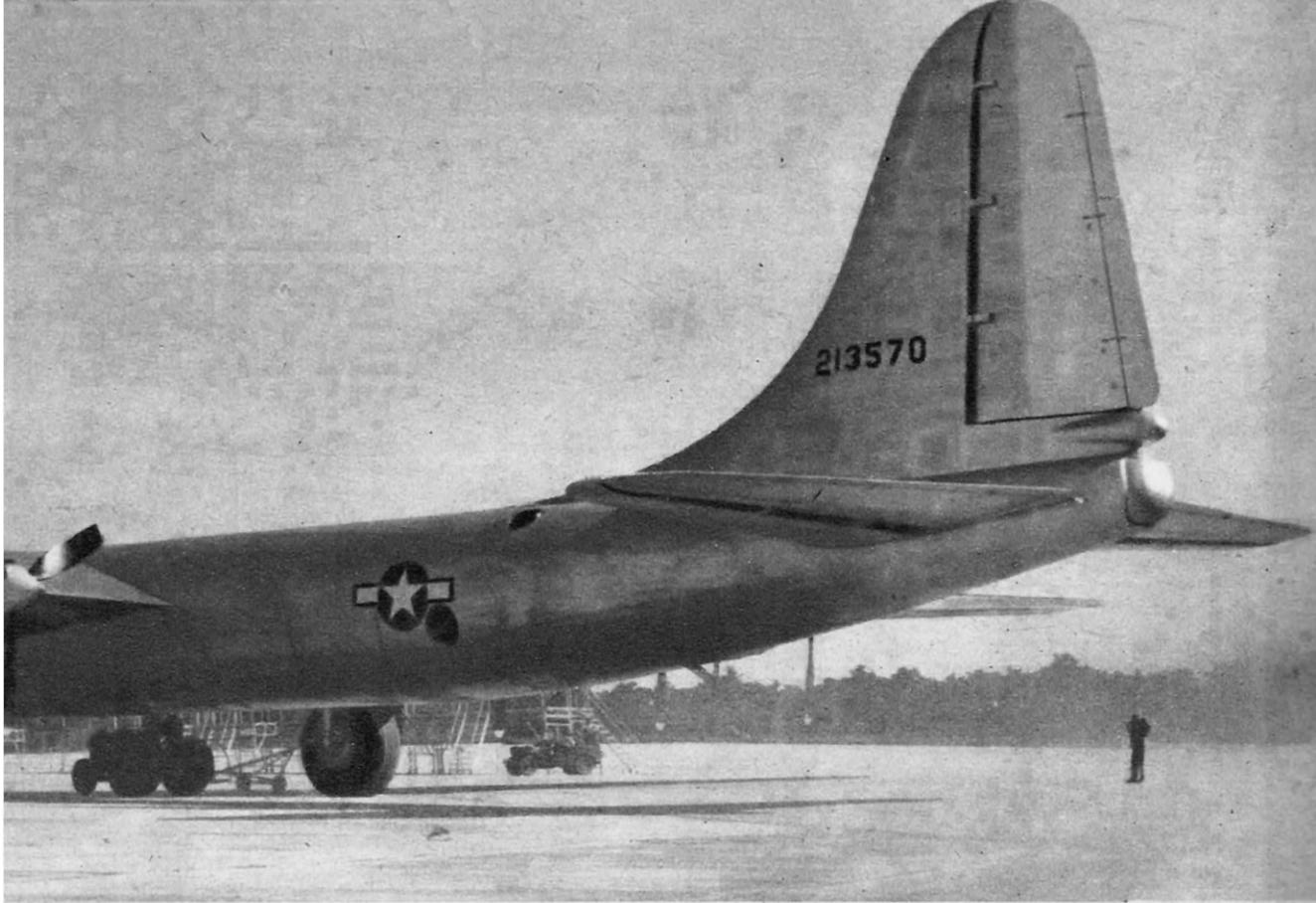


**AF** Air-France (Fr.) — Réseau int.  
**BOAC** British Overseas Airways Corporation (GB)  
**KLM** Koninklijke Luchtvaart Maatschappij (Pays-Bas)  
**SABENA** Societe Anonyme belge d'exploitation de la navigation



↓ **REPUBLIC « RAINBOW »** — Ce quadrimoteur sera mis en service en 1947, sur les lignes transatlantiques. Il se distingue par des moteurs dépassant 3 000 ch, l'utilisation meilleure de l'échappement propulsif et une altitude de navigation élevée. C'est le premier avion de la catégorie des 400 milles à l'heure





**CONSOLIDATED 37** — Cet appareil, commandé par les Pan American Airways en plusieurs exemplaires, peut emporter 204 passagers et 7 t de fret dans son fuselage en deux étages à cabine étanche prévue pour une altitude de vol de 9 000 m. Il sera équipé de 6 moteurs de 5 000 ch hélices propulsives. 





# ← L'AÉROPORT D'ORLY

Orly a été choisi, de préférence à Guyancourt, en considération de sa distance à la gare des Invalides (16,5 km au lieu de 30 km), qui compense largement une économie possible de 10 % sur les frais de premier établissement.

Les prévisions de trafic pour Orly sont de 1 200 000 voyageurs en 1947, chiffre susceptible de s'élever à 6 000 000 par an, dans quinze à vingt ans, dont 1 500 000 pour les lignes à grande distance (Amérique, Asie, colonies lointaines), 3 500 000 pour les lignes à moyenne distance (Europe, Afrique du Nord) et 1 000 000 pour les lignes intérieures. On doit donc tabler, à cette époque, sur un trafic quotidien moyen de 16 440 voyageurs, un trafic quotidien de pointe (60 % plus élevé) de 26 400 voyageurs, et un trafic horaire de pointe de 3 300 voyageurs, soit 20 % du trafic quotidien moyen. On prévoit, en outre, chaque jour, un trafic postal de lettres de 40 t, correspondant à 40 mouvements de nuit, et un trafic messageries de 700 t, correspondant à 160 mouvements de jour et de nuit.

L'évaluation des mouvements de pointe a été faite sur la base d'avions à 100 places pour les lignes à grande distance, 70 places pour l'Afrique du Nord et Paris-Londres, 40 places pour le reste du trafic européen et le trafic intérieur. Le nombre des mouvements s'élève alors à 400 par jour moyen, 640 par jour de pointe, 80 par heure de pointe.

Par temps clair, le débit d'une piste doit atteindre par heure au moins 40 mouvements (atterrissage ou décollage), probablement 50 à 60; en atterrissage sans visibilité, on escompte 20 atterrissages au moins à l'heure, probablement 30 à 40.

Il suffit donc de deux pistes dans les directions exploitées uniquement par temps clair, et de trois, dont deux pour l'atterrissage, dans la direction exploitée en A. S. V. Leurs longueurs ont été fixées à 2 000-2 500 m pour les premières, 3 000 m pour les dernières.

Le choix de la disposition des pistes, tangentielles ou parallèles, a été fait d'après les prévisions du trafic. L'avantage principal de l'aéroport à pistes tangentielles est de permettre 250 à 350 mouvements à l'heure; il ne s'impose donc pas pour 80 mouvements à l'heure. L'avantage de sécurité à l'atterrissage réclamé pour le type tangentiel, par suite de la divergence des pistes, a été obtenu en ouvrant de 5° vers l'est les deux pistes réservées à l'atterrissage en A. S. V.

L'aéroport d'Orly comportera donc :

- dans la direction sensiblement est-ouest, utilisée en A. S. V., deux pistes d'atterrissage de 3 000 et 2 400 m, distantes de 2 100 m, et une piste d'envol de 3 000 m, comprise entre les premières (pistes 3, 7 et 6);

- dans la direction nord-est/sud-ouest, trois pistes (5, 2 bis et 2) de 2 450, 2 100 et 2 100 m, dont une prévue à titre de secours;

- dans la direction nord-ouest/sud-est, très peu fréquentée, deux pistes 4 et 1, de 2 450 m chacune, une troisième piste 1 bis pouvant être établie si l'expérience en montre la nécessité.

Une première phase de travaux, comportant trois pistes de longueur réduite, avec aire de stationnement et une aérogare, doit être achevée pour le premier semestre 1948, le reste pour 1950. La dépense totale est évaluée à 9 milliards.

## TYPES PRINCIPAUX D'AÉROPORTS



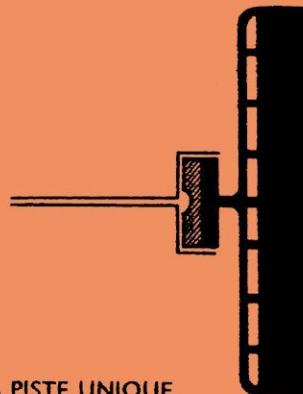
TRIANGULAIRE



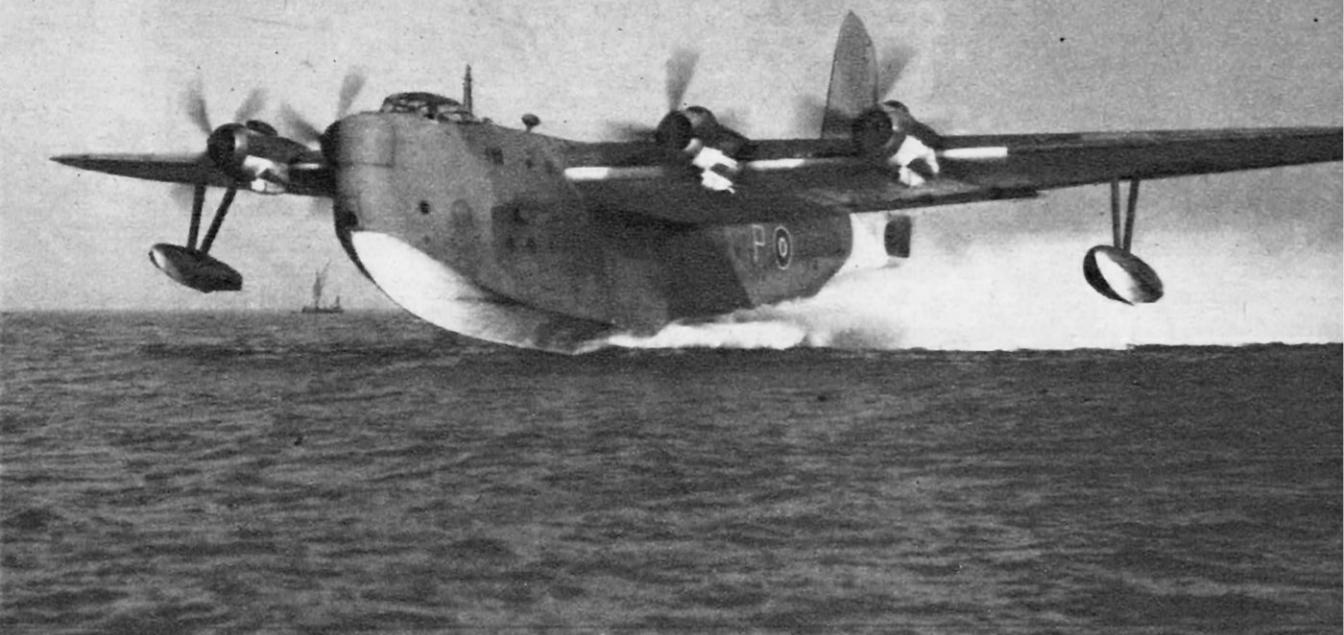
PARALLÈLES



TANGENTIELLES

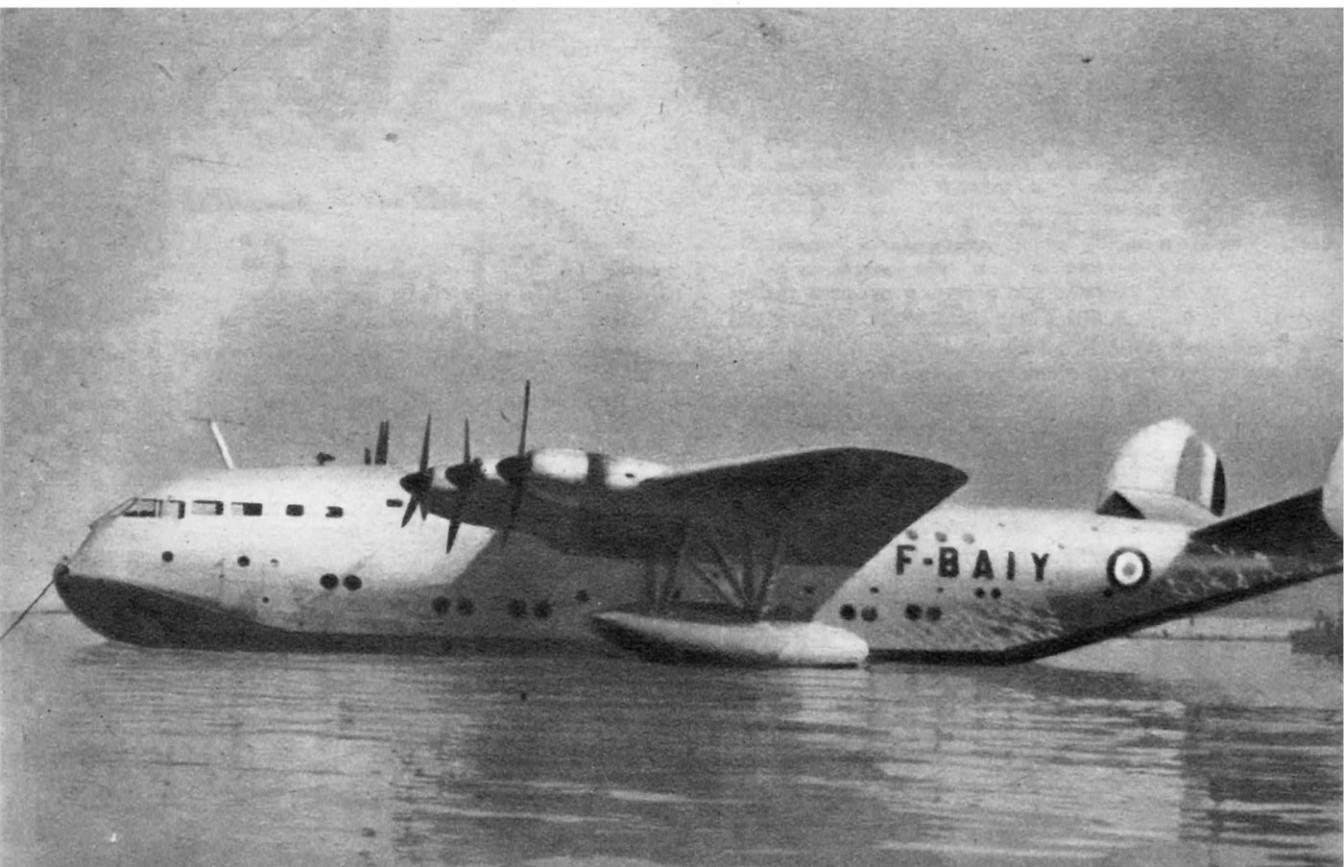


A PISTE UNIQUE



◆ **SHORT « SHETLAND »** — Hydravion de 60 t, pour 40 passagers de jour ou 24 de nuit.

◆ **SE-200** — Hydravion hexamoteur de 9 600 ch, à double pont, 82 passagers à 300 km/h.



été proposé comme le plus satisfaisant en Grande-Bretagne à une époque où il n'était pas question de pistes bétonnées. Il a été repris aux Etats-Unis où il est appliqué pour la première fois à l'aéroport d'Idlewild. C'était le type primitivement choisi pour Orly. Dans une réalisation à douze pistes comme celle d'Idlewild, on admet que trois pistes contiguës au moins, à 30° les unes des autres, pourraient servir simultanément à l'atterrissage, pendant que les trois qui leur sont parallèles et diamétralement opposées serviront au décollage.

L'avantage principal de l'aéroport à pistes tangentielles est la sécurité de l'approche sur pistes divergentes en cas d'atterrissages simultanés, surtout sans visibilité. Les avions sont maintenus à grande distance les uns des autres lorsqu'ils sont en vol à grande vitesse ; ils ne se rapprochent, en vol ou au sol, que lorsque leur vitesse décroît ; on réduit ainsi au minimum les risques de collision.

D'ailleurs, vent et brouillard au sol étant contradictoires, on peut multiplier les pistes utilisables dans le cas d'atterrissage sans visibilité, sous la seule condition qu'elles ne se coupent pas, ce qui n'est pas le cas des aéroports habituels à pistes parallèles multiples.

Enfin, la figure page 130 montre combien est réduit le parcours au sol jusqu'aux bâtiments disposés au centre, l'atterrissage se faisant toujours de la périphérie vers le centre, et le décollage du centre vers la périphérie.

L'aéroport à pistes tangentielles paye d'abord ces avantages par ses exigences en surface. En se reportant à sa disposition schématique (page 127) on voit que les dimensions du terrain dans chaque direction doivent être le double de la longueur des pistes, alors qu'il suffit de la même longueur pour le terrain et pour les pistes dans le type à pistes multiples parallèles. L'inconvénient était porté au maximum sur le projet initial d'Orly, et l'on avait besoin de plus de 6 000 m pour les deux grandes pistes de 3 000 m. Mais il est très atténué avec la disposition adoptée à Idlewild où on loge les deux grandes pistes parallèles de 3 050 et 3 410 m sur environ 5 500 m.

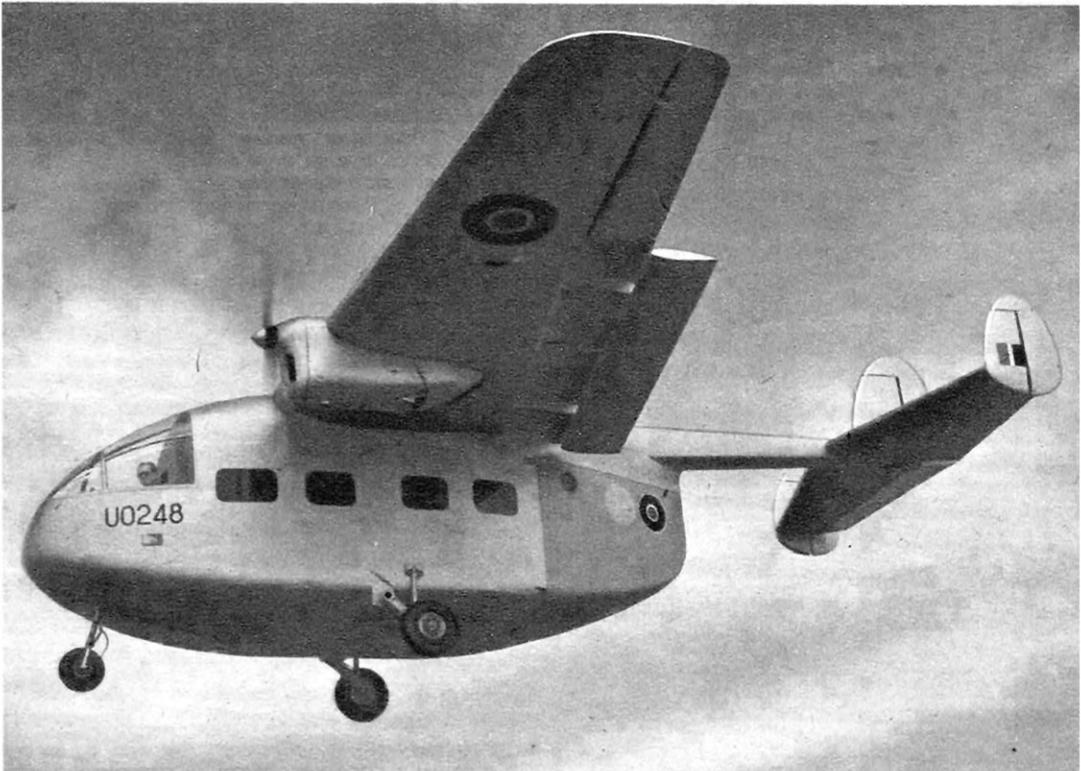
Un autre inconvénient des aéroports à pistes tangentielles est le risque de collision des avions manquant leur atterrissage, soit avec un autre avion venant d'atterrir, soit avec un avion décollant en même temps. La convergence vers le centre est la contrepartie de la divergence à grande distance : les pistes parallèles qui n'ont pas les avantages de celle-ci n'ont pas les inconvénients de celle-là.

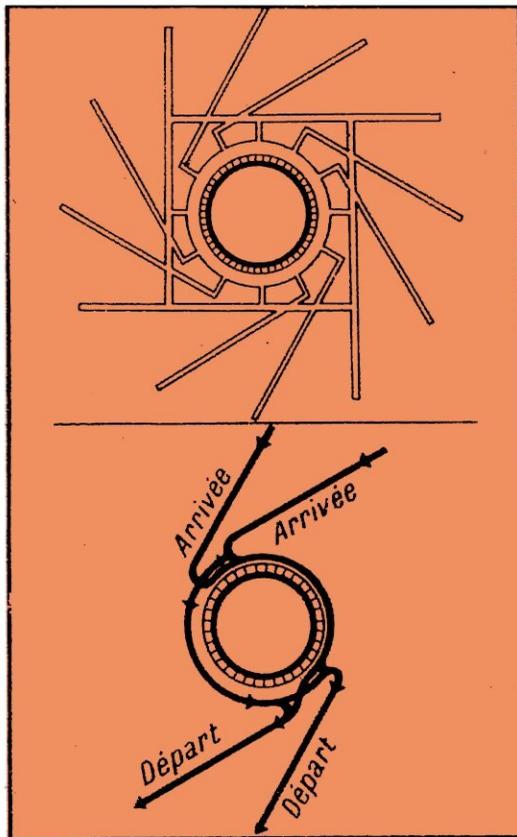
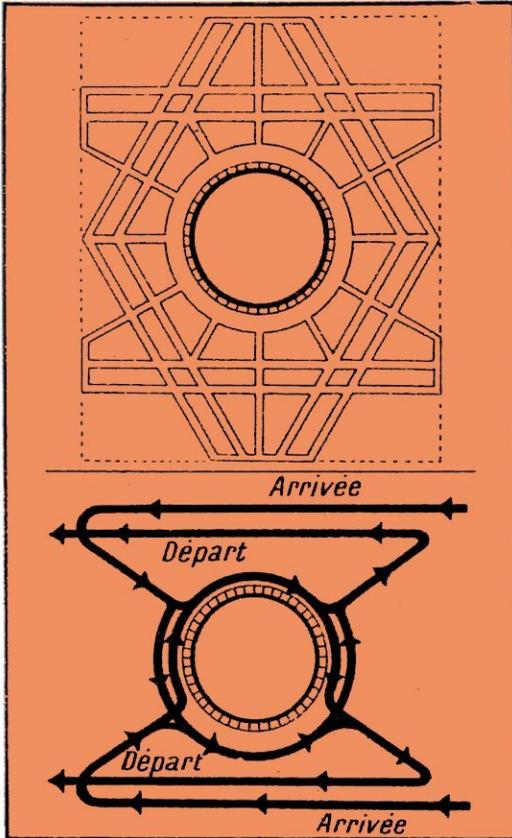
## L'AÉROPORT A PISTE UNIQUE

L'atterrissage et le décollage debout au vent sont une des plus vieilles règles du pilotage et il semble osé de s'en écarter.

Cependant, si cette règle était parfaitement justifiée à l'époque des avions à faible charge alaire dont la vitesse minimum de sustentation

**MILES « AEROVAN » — Appareil destiné au transport de 1 t de fret ou de 10 passagers.**





tion était de l'ordre de la vitesse du vent, on peut se demander si elle s'impose aux appareils chargés à 250 ou 300 kg/m<sup>2</sup>, atterrissant et décollant entre 150 et 180 km/h.

L'aviation britannique, si conservatrice sur certains points, n'a pas hésité à tenter l'expérience avec deux aéroports qui se sont révélés parmi les meilleurs de Grande-Bretagne. Le premier est celui de Manston qui a servi, avec le plus grand succès, à l'atterrissage d'avions en difficultés, dont les dispositifs hydrauliques, les freins ou les volets hypersustentateurs avaient été mis hors de service par le tir ennemi. Bien qu'il ne soit pas question, en service commercial de faire décoller plusieurs avions simultanément, on doit signaler qu'on le faisait à Manston pour des escadrilles d'avions de chasse, en utilisant la largeur exceptionnelle de la piste (457 m x 2 743 m).

Le deuxième est celui de Prestwick, utilisé d'une manière intensive au cours de la guerre pour la réception des avions américains traversant l'Atlantique en vol. Prestwick possède deux pistes, dont l'une avec ses 6 437 m est certainement la plus longue du monde. Mais il n'y a pas de différence de principe entre l'aéroport à deux pistes et l'aéroport à une piste ; pour certaines directions de vent, perpendiculaire à la bissectrice intérieure des pistes, l'effet sur l'atterrissage est sensiblement le même que celui d'un vent exactement de travers.

## LE CHOIX D'UN TYPE D'AÉROPORT

L'expérience ne permet pas encore de se prononcer sur les qualités respectives des nouveaux types d'aéroports civils à pistes bétonnées, et il est probable qu'on ne pourra pas le faire de sitôt. Le trafic des aéroports à pistes parallèles sera limité pour longtemps encore à un taux pour lequel une seule piste suffit pour le décollage, une autre pour l'atterrissage ; les difficultés et les risques d'atterrissage sans visibilité sur pistes parallèles n'apparaîtront pas. D'autre part, ce n'est pas avant 1953 ou 1954 que l'aéroport d'Idlewild recevra la deuxième moitié de ses pistes ; or on ne peut pas juger le rendement du type tangentiel sur six pistes seulement.

### ← SCHÉMAS DE CIRCULATION SUR UN AÉROPORT A PISTES PARALLÈLES ET SUR UN AÉROPORT A PISTES TANGENTIELLES

Sur l'aéroport à pistes parallèles, la circulation est réglée de manière à affecter les pistes extrêmes à l'atterrissage, pour réduire les risques de rencontre en vol sans visibilité. Sur l'aéroport à pistes tangentielles, les pistes d'atterrissage et de décollage sont diamétralement opposées. On observera, en comparant ces schémas, la longueur élevée du parcours au sol dans le cas des pistes parallèles.



	Pages
Globe, Swift.....	58
Gloster, Meteor.....	67
Goeland 449, Caudron.....	95
Gotha, P-60 B.....	58
Gregg, Rocket.....	98
Grizzly XA-38, Beechcraft.....	86
Grumman, F 8 F-Bearcat.....	86
— F 6 F-Hellcat.....	86
— Mallard.....	13
— F 7 F-Tigercat.....	86
— Widgeon.....	58
Guerschais-Roche, T-35.....	8
— T-30.....	8
Gyrodyne, Fairey.....	54
<b>H</b>	
Hafner, Bristol.....	52
Hallon, Handley Page.....	41
Hamilton X, General Aircraft.....	37
Handley Page, Hallon.....	44
— Hermes.....	34
Harlow, PJC-1.....	58
— PJC-10.....	58
Harpoon PV-2, Lockheed.....	70
Havik 30 000, Van Kuyk.....	47
Havik 60 000, Van Kuyk.....	17
Hawker, Sea Fury.....	83
— Tempest.....	85
— Typhoon.....	91
Heinkel, He-162.....	95
— Julia P-1 077.....	101
Heliospeeder, Gazda.....	52
Hellcat F 6 F, Grumman.....	86
Helldiver SB 2 C-4, Curtiss-Wright.....	86
Henschel, Hs-298.....	113
Hercules HK-1, Hughes.....	38
Hermes, Handley Page.....	34
Hockaday, Comet.....	58
Honningstad, A-5 Finnmark.....	50
Hornet, De Havilland.....	91
Hughes, HK-1 Hercules.....	38
<b>I-J-K</b>	
IL-2-Stormovik.....	95
IL-3.....	95
IL-4.....	95
Jarvis, VJ-21.....	58
Johnson Aircraft, 185 Rocket.....	58
Johnson-Funke.....	58
Julia P-1 077, Heinkel.....	101
Junkers, 263.....	101
— Walli HF-128.....	101
Kellett Aircraft, XR-8.....	54
Kingcobra-PG 3, Bell.....	86
Kimmer, R-56.....	28
Komet Me-163, Messerschmitt.....	95
<b>L</b>	
La-5.....	95
Lagg-3.....	95
Lancastrian, Avro.....	46
Landgraf, H-2.....	54
Landres-Bouffort, LB-20 Elytroplan.....	8
Laugedoc 161, SNC.A. SO.....	6
Latécoère, 631.....	38
Le Mars, Skycoupe.....	58
Leopoldoff, L-6.....	8
Liberator Liner 39, Consolidated Vultee.....	42
Lincoln, Avro.....	70
Lockheed, Constellation.....	39, 43
— L-89 Constitution.....	121
— PV-2 Harpoon.....	70
— P-2 V-1 Neptune.....	70
— 75 Saturn.....	43
— P-80 Shooting Star.....	87
Luscombe, Modèle 10.....	58
— Silvaire 8-A.....	58
<b>M</b>	
Mac Donnell, FD-1 Phantom.....	87
Mallard, Grumman.....	43
Marathon M-60, Miles.....	46
Mariavia Farina, PM-14.....	59
Mars 170, Martin.....	37
Martin, 170 Mars.....	37
— AM-Mauler.....	87
— 202 Mercury.....	41
— XB-48.....	70
— 303.....	43
— 304.....	43
Martin-Baker, MB-V.....	91

	Pages
Martinet NC-702, SNCAC.....	4
Matra.....	8
Mauboussin, M-128.....	8
Mauler AM, Martin.....	87
Max Holste, MH-52.....	8
— MH-60.....	8
Mercury 202, Martin.....	41
Merganser, Percival.....	46
Messenger M-38, Miles.....	57
Messerschmitt, Me-163 B Komet.....	95
— Me-262 A.....	95
— P-1 104.....	101
Meteor, Gloster.....	67
Mig-3.....	95
Miles, M-38 Messenger.....	57
— M-52.....	19
— M-56.....	46
— M-57 Aerovan.....	27, 46
— M-60 Marathon.....	46
— M-61.....	46
— M-62.....	46
— M-63.....	14
— M-65 Gemini.....	57
Mixmaster XB-42, Douglas.....	70
Morane, MS 560.....	8
— MS 570.....	8
— MS 571.....	8
— MS 660.....	8
Mosquito B XVI, De Havilland.....	91
Mraz, Sokol M-1.....	59
Mustang P-51, North American.....	87
<b>N-O</b>	
Naiad, Navarro.....	59
Natter, Bachem BP-20.....	95
Navarro, Naiad.....	59
Navion, North American.....	58
Neptune P-2 V-1, Lockheed.....	70
Noralla Nord 1 101, SNCAN.....	8, 55
Norcerin Nord 1 200, SNCAN.....	8
North American, FJ-1.....	87
— P-51 Mustang.....	87
— Navion.....	58
— P-82 Twin-Mustang.....	87
— XB-45.....	70
Northrop, P-61 Blackwidow.....	87
— XB-35.....	70
— XP-56.....	87
— XP-79.....	87
Omega.....	53
<b>P</b>	
Packet G-82, F&Rchild.....	37, 43
Pe-2.....	119
Percival, Merganser.....	95
— Proctor V.....	46
Phantom FD 1, Mac Donnell.....	56
Plaggio, P-D-3.....	87
— P-108.....	51
— P-119.....	47
Pilatus, P-2.....	87
Piper Cub, J 3-C Cub special.....	59
— J 5-C Supercruiser.....	58
— Skycoupe.....	58
— PA-6 Skysedan.....	58
— PA-8 Skycycle.....	62
— PA-12.....	58
Platt-Lepage, PL-3.....	58
Portsmouth, Aerocar Major.....	54
Pourrat, Club JP-01.....	59
Privateer PR 4 Y-2, Consolidated Vultee.....	8
Proctor V, Percival.....	68
P. V. Engineering Forum, PV-2.....	56
— PV-3.....	52
<b>R</b>	
Rainbow RC-2, Republic.....	52
Republic, RC-2 Rainbow.....	52
— P-47 N Thunderbolt.....	38, 43
— XP-84 Thunderjet.....	87
— Seabee.....	87
Rocket A-75, Gregg.....	59
Rocket 185, Johnson Aircraft.....	58
Rotor-Craft, X-2 A.....	58
Ryan, FR-1 Fireball.....	54
<b>S</b>	
Safir SAAB-91, Svenska Aeroplan.....	87
Sandringham, Short.....	59
Saturn 75, Lockheed.....	47
Saunders-Roe, E-6-41.....	13
— S-15.....	43

	Pages
Savoia Marchetti, SM-95 .....	47
— SM-102 .....	47
S.C.A.N., 20 .....	8
Scandia SAAB-90, Svenska Aeroplan .....	47
Seabee, Republic .....	59
Seafang, Vickers .....	91
Seafire Mark 46, Vickers .....	91
Seaford S-15, Short .....	47
Sea Fury, Hawker .....	83
Sealand, Short .....	59
S.E.C.A.N., SUC-10 Courlis .....	63
S.E.C.A.T., LD-45 .....	8
— RG-60 .....	8
— RG-75 .....	8
— S-4 .....	8
Shetland, Short .....	38, 47
Shooting Star Lockheed .....	87
Short, Sandringham .....	47
— Seaford S-45 .....	47
— Sealand .....	59
— Shetland .....	38, 37
— Stirling V .....	47
Sikorsky, HO 2 S-1R-C .....	54
— S-51 .....	51
— SR-1 .....	53
— XR-5 .....	53
— XR-6 .....	53
Silvaire 8-A, Luscombe .....	58
Skandinavisk, BT11-1 .....	59
— BT11-2 .....	59
Skimmer XF 5 U-1, Vought .....	87
Sky Coach, Consolidated Vultec .....	58
Skycoupé, Le Mars .....	58
— Piper Cub .....	58
Skycycle PA-8, Piper Cub .....	58
Skyfarer, Tennessee .....	59
Skyhopper, Aviation Boosters .....	58
Skyraider AD-1, Douglas .....	86
Skysedan PA-6, Piper Cub .....	58
Skyskooter, Thorp .....	59
S.N.C.A.C., NC 210 .....	9
— NC 211 .....	9
— NC 702 Martinet .....	1
— NC 800 .....	9
— NC 810 .....	9
— NC 820 .....	9
— NC 830 .....	8
— NC 840 .....	8
— NC 2 000 .....	54
— NC 3 021 Belphegor .....	5
— AL 06 .....	8
S.N.C.A.N., Nord 1 101 Noralfa .....	8, 55
— Nord 1 200 Norécin .....	63
— Nord 1 700 .....	54
— SV 4 B Stampe .....	8
S.N.C.A.S.E., SE-200 .....	9, 39
— SE-580 .....	86
— SE-700 .....	52
— SE-1 000 .....	9
— SE-2 010 .....	2, 9
— SE-2 100 .....	63
— SE-2 300 .....	8
— SE-2 310 .....	8
— SE-3 000 .....	54
S.N.C.A.S.O., SO-30 N .....	9
— SO-30 R Bellatrix .....	4
— SO-90 .....	9
— SO-92 .....	7
— SO-93 .....	5
— SO-94 .....	9
— SO-95 .....	9
— SO-175 .....	6
— SO-177 .....	86

	Pages
S.N.C.A.S.O. SO-3 050 .....	8
— SO-6 000 .....	3
— Languedoc 161 .....	6
— SO-7 010 .....	9
Sokol M-1, Mraz .....	59
Spartan, 12 Executive .....	59
Spearfish, Fairey .....	91
Spiteful, Vickers .....	91
Spitfire XVI, Vickers .....	91
Stampe SV-4 B, SNCAN .....	8
Starck, AS-57 .....	8
— AS-70 .....	8
Stirling, Short .....	47
Stormovik TL-2 .....	95
Stratocruiser 377, Boeing .....	38, 41
Suc 10 Courlis, SECAN .....	8, 50
Superchief, Aeronca .....	58
Supercruiser J-5C, Piper Cub .....	58
Superfortress B-20, Boeing .....	70
Superfortress B-50, Boeing .....	70
Svenska Aeroplan, J-21 .....	67
— SAAB-90 Scandia .....	47
— SAAB-91 Safr .....	59
Swallow DH-108, De Havilland .....	11
Swift, Globe .....	91

**T**

Taylorcraft, BC-12 D De Luxe .....	59
— BC-12 D Standard .....	59
— 15 De Luxe .....	50
Tempest, Hawker .....	85
Tennessee, Skyfarer .....	59
Thorp, Skyskooter .....	59
Thunderbolt P-47 N, Republic .....	57
Thunderjet XP-84, Republic .....	87
Tigercat F 7 F, Grumman .....	86
Transonic, Vickers .....	15
Trimmer, Commonwealth .....	58
Tudor I, Avro .....	46
Tudor II, Avro .....	46
Twin-Mustang P-82, North American .....	87
Typhoon, Hawker .....	91

**U**

United Helicopter, C-3 Commuter .....	52
Vampire DH-100, De Havilland .....	91
Van Kuyck, Havik 30.000 .....	47
— Havik 60.000 .....	47
Vickers, Seafang .....	91
— Seafire Mark-46 .....	91
— Spiteful .....	91
— Spitfire XVI .....	91
— S-24-37 .....	91
— 10-44 .....	99
— Viking VC-1 .....	47
— Windsor .....	70
— Transonic .....	15
Viking VC-1, Vickers .....	47
Vought, F 4 U-4 Corsair .....	87
— XF 5 U-1 Skimmer .....	87
Voyager 150, Consolidated Vultec .....	58
Vullierme .....	52

**W-X-Y-Z**

Walli EF-128, Junkers .....	101
Wayfarer-170, Bristol .....	46
Widgeon, Grumman .....	58
Windsor, Vickers .....	70
Winglet, Wolf and Mann .....	59
Wolf and Mann, Winglet .....	59
Yak-1 .....	95
Yak-9 .....	95
York, Avro .....	38
Zlin-20 .....	59

Lisez chaque mois **SCIENCE ET VIE** OU MIEUX...

Affranchissement simple : | Recommandé :

France et Colon., 300 fr. — Etranger, 450 fr. | France et Colon., 400 fr. — Etranger, 600 fr.

*Seuls les règlements par chèques postaux (mandats roses ou virements) sont acceptés.*

Compte de chèques postaux : **PARIS 91-07**

**Administration, Rédaction : 5, RUE DE LA BAUME, PARIS (VIII<sup>e</sup>)** Tél. : ELY. 26-69

---

# Au Salon de Paris

## détails intéressants sur les

### stands *Bristol* ...

---

● **MOTEUR HERCULES de 2.000 CV** - *présenté au public pour la première fois.* ●

Le Salon de Paris est l'occasion d'annoncer l'importante nouvelle suivant laquelle ce fameux moteur est maintenant entré dans la gamme des moteurs d'avion de 2.000 à 2.500 CV.

---

● **TURBINE A GAZ THESEUS** - *présentée en modèle Perspex entièrement coupé.* ●

A côté d'une turbine à gaz Theseus présentée également à l'Exposition en modèle grandeur, un modèle Perspex de cette turbine, entièrement coupé pour montrer sa construction intérieure, constitue une présentation d'un intérêt exceptionnel.

---

● **"BRISTOL" BRABAZON I** - *modèle en Perspex à l'échelle 1/18.* ●

Ce modèle à l'échelle, du plus gros des avions " Bristol " actuellement en construction comporte un intérieur entièrement équipé qui donne une idée impressionnante des aménagements offerts aux passagers dans cet immense paquebot aérien transatlantique.

---

● **"BRISTOL" WAYFARER** - *modèle en Perspex à l'échelle de 1/10.* ●

Une version pour transport de passagers du " Bristol " type 170 présentée avec équipement complet. Ce modèle montre clairement l'habitabilité de l'avion qui permet de transporter dans un luxueux confort jusqu'à 40 passagers.

---

● **"BRISTOL" FREIGHTER** - *sept modèles réduits en Perspex.* ●

Ces modèles montrent le Freighter dans son utilisation comme :  
1° Hôpital volant ; 2° Avion postal ; 3° Avion de transport pour chevaux ; 4° Magasin d'exposition textile ; 5° Magasin d'exposition d'automobiles ; 6° Avion de transport militaire ; 7° Version pour le transport de passagers et de cargaisons.

STANDS DES MOTEURS  
ET DES AVIONS  
- Grande Nef -



STANDS DES INDUSTRIES  
MÉCANIQUES LÉGÈRES  
- Galerie D -

---

**THE BRISTOL AEROPLANE COMPANY LIMITED - ENGLAND**

---

# NORÉCRIN

## N 1200

CLASSÉ 1<sup>er</sup> AU CONCOURS DES AVIONS DE TOURISME  
ORGANISÉ PAR LE MINISTÈRE DE L'ARMEMENT

LE PLUS ÉCONOMIQUE A L'ACHAT  
LE PLUS SUR A L'UTILISATION



Apprenez à piloter  
à l'École de Chavenay (Seine-et-Oise)

Téléphone : Mansart 28-02

SOCIÉTÉ NATIONALE DE CONSTRUCTIONS  
AÉRONAUTIQUES DU NORD

Siège social : 20, rue Vernier (Galvani 94-52)

TURBOMECA S.A  
COMPRESSEURS SZYDLOWSKI-PLANIOL  
BORDES (B.P)

# TURBOMACHINES

# TURBOMECA

COMPRESSEURS RADIAUX ET AXIAUX POUR TOUS USAGES  
TURBO-REACTEURS. TURBINES A GAZ

## *La Sécurité des Constructions Aéronautiques augmentée*

par l'utilisation de ces produits spéciaux :

**IPRO 79 B**

spécialement étudié pour le dégraissage des pièces et surfaces en aluminium et alliages légers sans risque d'attaque par les agents alcalins.

**DEOXIDINE 205**

réalise avant peinture, en une seule opération, le dégraissage et le dérochage des surfaces d'aluminium ou d'alliages légers.

**KEMICK**

enduit spécial pour la protection de toutes les surfaces portées à haute température (canalisations d'échappement).

**DECAPANTS**

spéciaux pour chaque peinture utilisée en constructions aéronautiques. Enlèvent les peintures sans attaquer le métal.

Pub. Ch. Génin

Produits homologués, étudiés par la :

**COMPAGNIE FRANÇAISE DE PRODUITS INDUSTRIELS**  
177, Quai du D<sup>r</sup> Dervaux, ASNIÈRES (Seine) - Grésillons + 31-20

Quelque soit votre problème d'entretien et de traitement des surfaces: dégraissage, lubrification d'usinage, préparation avant soudure, etc., demandez nos conseils. Nous vous fournirons le produit qu'il vous faut.



## L'AVION DE GRANDE SÉCURITÉ

URISME - LIAISON RAPIDE

GUERCHAIS-ROCHE  
TYPE 35 BIPLACE  
TYPE 39 TRIPLACE

## Sté ROCHE-AVIATION

23, Boul. des Italiens, PARIS - Ric. 11-23  
168, Rue de Flandre, LA COURNEUVE  
Flandres 19-48



**SALON de L'AVIATION**  
Grande nef - Stand N° 8

**STÉ ROCHE-AVIATION**  
TECHNIQUE MODERNE DE L'AVIATION PRIVÉE

SALLE B

STAND N° 1

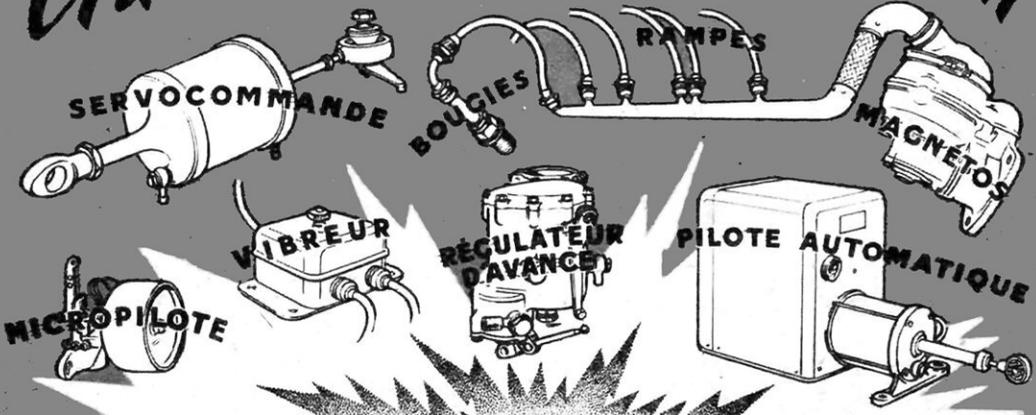
# BERGOUGNAN

Le pneu  
des grands records  
d'hier et de demain

Sté G<sup>le</sup> des Éts BERGOUGNAN  
CLERMONT-FERRAND (P.-de-Dôme)

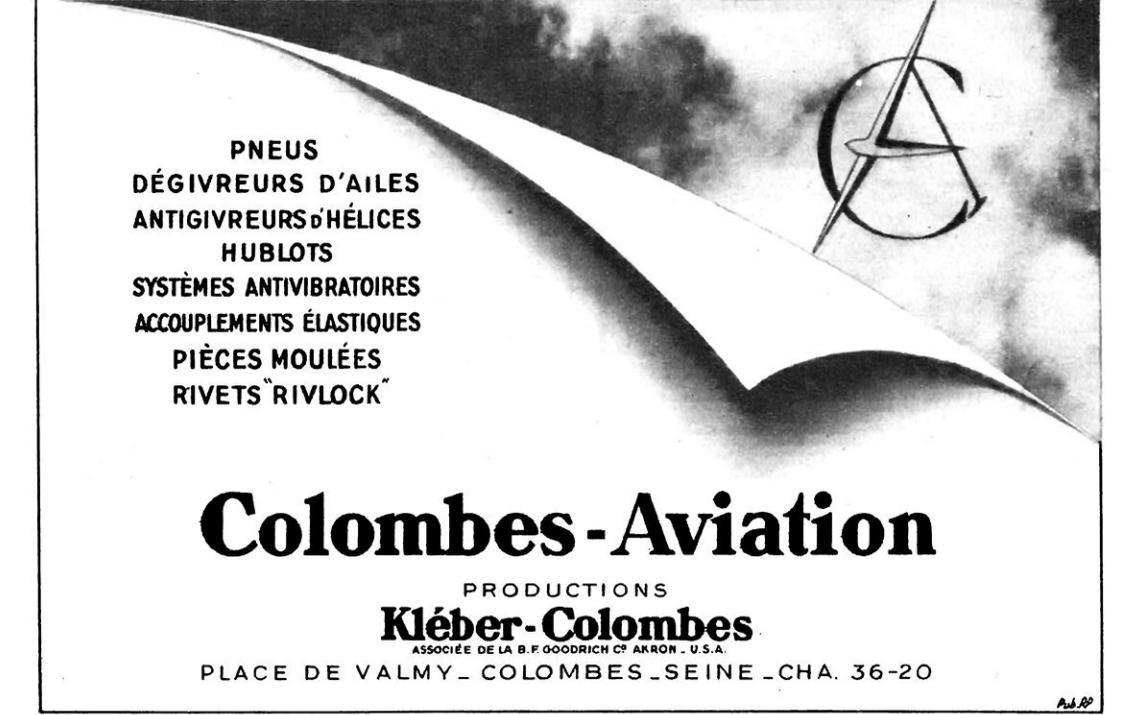
SERVICE AVIATION :  
9, rue Villaret-de-Joyeuse, PARIS (17<sup>e</sup>)  
Téléphone : Ét. 48-06

# Au Service de l'Aviation



# ABG

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 30.000.000 DE FR.S. SIÈGE SOCIAL : 3, IMP. THORÉTON . PARIS (XV<sup>e</sup>)  
**DÉPARTEMENT AVIATION**  
3, IMPASSE THORÉTON - PARIS (XV<sup>e</sup>) - TÉL: VAUGIRARD 68-40



PNEUS  
DÉGIVREURS D'AILES  
ANTIGIVREURS d'HÉLICES  
HUBLOTS  
SYSTÈMES ANTIVIBRATOIRES  
ACCOUPEMENTS ÉLASTIQUES  
PIÈCES MOULÉES  
RIVETS "RIVLOCK"

# Colombes-Aviation

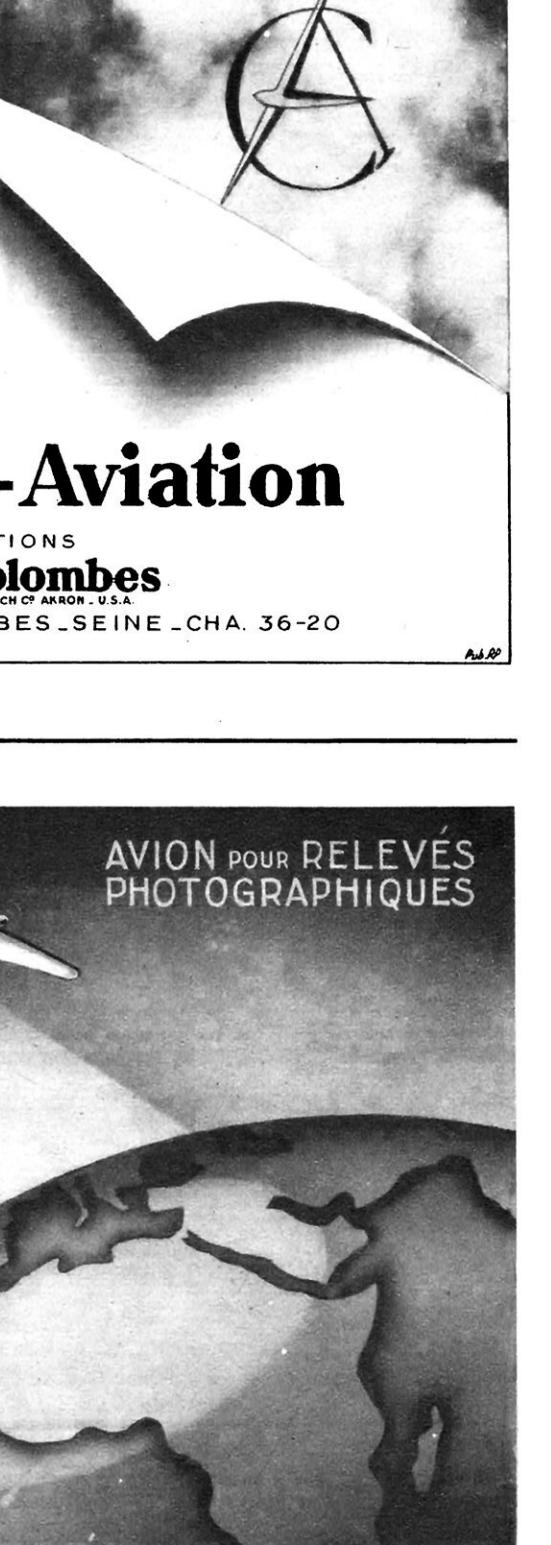
PRODUCTIONS

**Kléber-Colombes**

ASSOCIÉE DE LA B. F. GOODRICH CO AKRON - U.S.A.

PLACE DE VALMY - COLOMBES - SEINE - CHA. 36-20

*Pub. AP*



AVION POUR RELEVÉS  
PHOTOGRAPHIQUES

**AÉROSUDEST**

PRÉSENTE LE  
**S.E. 1010**

É T U D I É  
SPÉCIALEMENT  
POUR LES PRISES  
DE VUE A HAUTE  
ALTITUDE (10.000')

●  
QUADRIMOTEUR  
CABINE ÉTANCHE  
●

SOCIÉTÉ NATIONALE DE CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES DU SUD-EST  
6 AVENUE MARCEAU, PARIS



# LABINAL

S. A. Capital 48.000.000

●  
**GÉNÉRATRICE G-1.000**

10 kilowatts modèle 1947

●  
**SERVICES COMMERCIAUX :**

146, boulevard Haussmann

— PARIS (VIII<sup>e</sup>) —

WAGRAM 77-42 et 77-43

**LAB**

AVIONS DE LIGNES  
PASSAGERS  
FRET-POSTE  
ARMÉE DE L'AIR  
MARINE  
TOURISME



SOCIÉTÉ NATIONALE  
DE  
**CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES DU SUD-OUEST**

105, AVENUE R.-POINCARÉ

**PARIS (XVI<sup>e</sup>)**

TÉLÉPHONE : KLÉBER 32-20

# LA RADIO



*S'APPREND AUSSI PAR CORRESPONDANCE*

## ÉCOLE CENTRALE DE T.S.F

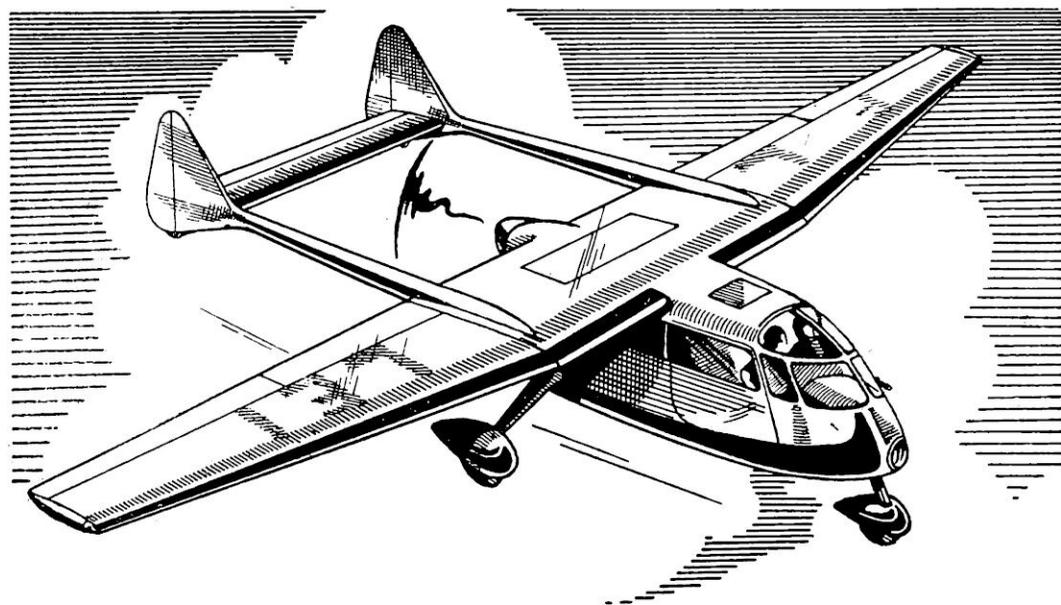


12 RUE DE LA LUNE PARIS

**PLUS DE 70 %** des candidats reçus aux examens officiels sont des élèves de l'École (résultats contrôlables au Ministère des P. T. T.)

**IL N'EXISTE PAS D'AUTRE ÉCOLE**  
pouvant vous donner la garantie d'un pareil coefficient de réussite.

guide des carrières gratuit sur demande.



## LE PREMIER AVION DE TOURISME FRANÇAIS

INTEGRALEMENT MÉTALLIQUE  
CABINE QUADRIPLACE A GRANDE VISIBILITÉ  
ET DE GRANDE CAPACITÉ

# COURLIS

TYPE S. U. C. 10

réunit toutes les conditions de

- SÉCURITÉ • CONFORT • ÉCONOMIE •

par son moteur arrière de 200 cv  
son train tricycle & son aile haute

- TOURISME • TRANSPORT DE FRÊT • TRANSPORT SANITAIRE •



Société d'Études et de Constructions Aéro-Navales  
GENNEVILLIERS (Seine) — 40, rue Henri-Barbusse — Tél. GRE. 35-00

S.E.C.I

PUYBELLÉ