

Edition trimestrielle n° 47 • 300 Frs

SCIENCE *et* VIE

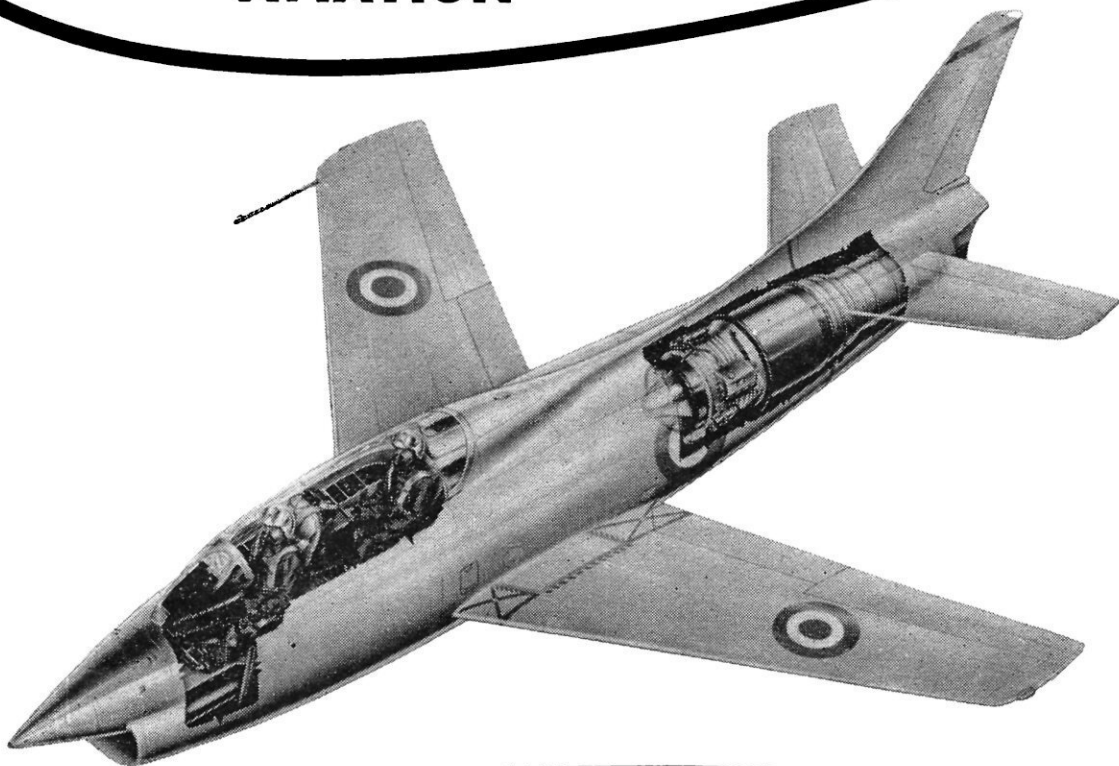
NUMÉRO HORS SÉRIE



Aviation 1959

REGIS MANSET

FIAT AVIATION



LE G 91 T

NOUVEAU JET-TRAINER DE FIAT

(Moteur Bristol Orpheus 80302)

— C'est le Jet-Trainer transonique dérivé du chasseur tactique léger G 91, vainqueur du concours OTAN, expressément étudié pour l'entraînement avancé.

— Sur cette version biplace on retrouve la possibilité d'opérer sur de courtes bandes en gazon ou semi-préparées, la grande maniabilité même aux basses vitesses, la simplicité et le coût réduit, qui ont caractérisé la version monoplace.

FIAT - DIVISIONE AVIAZIONE

Corso Giovanni Agnelli, 200 - TURIN (Italie)



Jeunes gens,

L'AÉRONAUTIQUE NAVALE vous offre une carrière

Nous avons le choix du poste qui vous convient et qui correspond à vos aptitudes et à vos goûts : niveau d'instruction, aptitudes physiques, tempérament, goût du voyage. Vous pourrez servir à bord des porte-avions ou dans les bases, dans le Corps du Personnel Volant ou non Volant.

SPÉCIALITÉS DU PERSONNEL VOLANT :

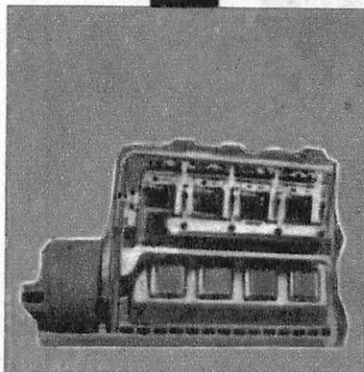
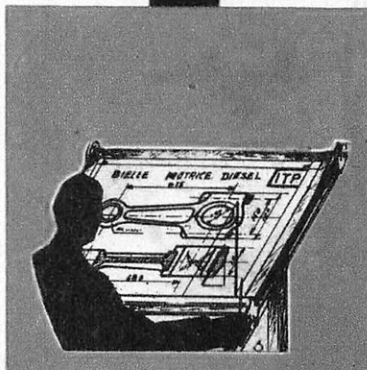
Pilote, Navigateur, Radio de Bord, Mécanicien de Bord.

SPÉCIALITÉS DU PERSONNEL NON VOLANT :

Mécanicien de Moteurs d'Avion, Mécanicien d'Avion, Mécanicien Électricien d'Équipement, Électronicien (Radariste d'Aéronautique), Armurier d'Aéronautique, Photographe, Contrôleur d'Aéronautique.

Pour vous renseigner, prenez contact avec l'un quelconque des Bureaux d'Engagements Marine qui existent à : PARIS, LILLE, CHERBOURG, RENNES, SAINT-BRIEUC, BREST, LORIENT, NANTES, BORDEAUX, ROCHEFORT, TOULOUSE, METZ, NANCY, COLMAR, DIJON, CLERMONT-FERRAND, LYON, TOULON, BEZIERS. Le Bureau d'Engagement Marine de Paris - Caserne de la Pépinière, 15, Rue de Laborde - PARIS (8^{me}) - répondra à toutes demandes de renseignements quelle que soit leur origine géographique.

jeunes gens TECHNICIENS



NOS RÉFÉRENCES :

Notre École est homologuée :

- 1° Par le Ministère de l'Éducation Nationale comme Établissement pouvant faire bénéficier ses élèves des prestations familiales prévues par la loi.
- 2° Par le Comité officiel de Contrôle des Cours et Examens par Correspondance en langue française pour tous les pays du Moyen-Orient.

« l'École des cadres de l'Industrie, Institut Technique Professionnel, est l'une des plus sérieuses des Écoles par Correspondance. C'est pourquoi je lui ai apporté mon entière collaboration, sûr de servir ainsi tous les Jeunes et les Techniciens qui veulent « faire leur chemin » par le Savoir et le Vouloir. »

Maurice DENIS-PAPIN * O. I.

Ingenieur-expert I.E.G. Officier de l'Instruction Publique.
Directeur des Études de l'Institut Technique Professionnel.

Vous qui voulez gravir plus vite les échelons et accéder aux emplois supérieurs de maîtrise et de direction, demandez, sans engagement, l'un des programmes ci-dessous en précisant le numéro. Joindre deux timbres pour frais.

- N° 00** **TECHNICIEN FRIGORISTE ET INGÉNIEUR**
Étude théorique et pratique de tous les appareils ménagers et industriels (systèmes à compresseur et à absorption), électriques, à gaz et dérivés.
- N° 01** **DESSIN INDUSTRIEL**
Préparation à tous les C.A.P. et au Brevet Professionnel des Industries Mécaniques. Cours de tous degrés de Dessinateur-Calqueur à Sous-Ingenieur, Chef d'Études. Préparation au Baccalauréat Technique.
- N° 03** **ÉLECTRICITÉ**
Préparation au C.A.P. de Monteur-Électricien. Formation de Chef Monteur-Électricien et de Sous-Ingenieur Électricien.
- N° 0ELN** **ÉLECTRONIQUE**
Cours de Sous-Ingenieur et d'Ingenieur spécialisé.
- N° 0EA** **ÉNERGIE ATOMIQUE**
Cours de Technicien et d'Ingenieur en Énergie atomique.
- N° 04** **AUTOMOBILE**
Cours de Chef Electro-Mécanicien et de Sous-Ingenieur. Préparation à toutes les carrières de l'Automobile (S.N.C.F.-P.T.T.-Armée).
- N° 05** **DIESEL**
Cours de Technicien et de Sous-Ingenieur spécialisé en moteurs Diesel. Étude des particularités techniques et de fonctionnement des moteurs Diesel de tous types (Stationnaires-Traction-Marine-Utilisation aux Colonies).
- N° 06** **CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES**
Étude de la Statique Graphique et de la Résistance des Matériaux appliquée aux constructions métalliques. Calculs et tracés des fermes, charpentes, ponts, pylônes, etc. Préparation de Dessinateur spécialisé en Constructions Métalliques.
- N° 07** **CHAUFFAGE ET VENTILATION**
Cours de Technicien spécialisé et Dessinateur d'Études. Cours s'adressant aussi aux Industriels et Artisans désirant mener eux-mêmes à bien les études des installations qui leur sont confiées.
- N° 08** **BÉTON ARMÉ**
Préparation technique de Dessinateur et au C.A.P. de Constructeur en Ciment Armé. — Formation de Dessinateur d'Étude (Brevet Professionnel de dessinateur en Béton Armé. Formation d'Ingenieurs en B.A.).
- N° 09** **INGÉNIEURS SPÉCIALISÉS** (Enseignement supérieur)
a) Mécanique Générale — b) Constructions Métalliques — c) Automobile — d) Moteurs Diesel — e) Chauffage Ventilation — f) Électricité — g) Froid — h) Béton Armé — i) Énergie Atomique — j) Électronique. Préciser la spécialité choisie.

INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL
Ecole des Cadres de l'Industrie
69, rue de Chabrol, Bâtim. A - PARIS X

Belgique : I.T.P. Centre Administratif,

87, rue de l'École à ERPENT-NAMUR

BREGUET 905 « Fauvette »

Planeur monoplace classe standard F.A.I.

BREGUET 906 « Choucas »

Planeur biplace. École et perfectionnement.

**S. A. des ATELIERS
d'AVIATION LOUIS BREGUET**

Département Aviation Légère
AIRE S/ADOUR (Landes)



Griffon

COMBINÉ
TURBO-STATO

MACH : 2,05
EN MONTÉE

NORD-AVIATION

Constructeur
des engins anti-chars
SS.10 et SS.11

2 à 18, rue Béranger
CHATILLON ss BAGNEUX
(Seine) - Tél. Alésia 57.40

N.3202

AVION
BIPLACE
D'ENTRAÎNEMENT



BREGUET deux ponts 765 « Sahara » Aérotransport lourd

BREGUET 940 appareil expérimental à voilure soufflée

BREGUET 941 Avion de transport civil et militaire à
décollage et atterrissage court

BREGUET 1001 « Taon », chasseur léger d'appui tactique

BREGUET 1050 « Alizé », Avion triplace embarquable
de lutte anti-sous-marine

BREGUET 1150 Avion de reconnaissance maritime

S.A. des ATELIERS d'AVIATION LOUIS BREGUET

Siège Social : 24, rue Georges Bizet — PARIS-XVI^e

USINES : VELIZY-VILLACOUBLAY — TOULOUSE — BIARRITZ — CHATEAUX-DEOLS

Pour gagner bientôt votre vie dans une carrière d'avenir
DEVENEZ

AIDE-COMPTABLE

Préparez chez vous, à vos heures de loisir, le certificat d'aptitude

Toutes les maisons de commerce, toutes les entreprises recrutent des employés pour leurs services comptables.

Les employés qui possèdent le C.A.P. d'Aide-Comptable sont particulièrement appréciés.

L'ECOLE UNIVERSELLE par correspondance vous permet de vous préparer chez vous, aux moindres frais, pendant vos heures de loisir et avec les meilleures chances de succès, à l'examen du C.A.P. d'Aide-Comptable.

Et si, sans attendre de posséder le C.A.P., vous désirez occuper un emploi dans un service comptable, notre préparation vous mettra en mesure de rendre beaucoup plus de services qu'un débutant n'ayant aucune notion de comptabilité et de gagner ainsi plus largement votre vie.

NOTRE PRÉPARATION

Il suffit de posséder une instruction primaire pour aborder notre préparation. Œuvre de techniciens pourvus des titres les plus appréciés, elle a été conçue selon une méthode entièrement originale qui captivera votre

attention et facilitera le travail de votre mémoire : les cours sont clairs, enrichis d'exemples concrets ; les sujets de compositions que nous vous proposons seront un excellent entraînement à l'exercice de votre profession.

Nos élèves vous diront eux-mêmes quels sont les merveilleux avantages de notre préparation : sa rapidité, sa commodité et surtout son incomparable efficacité. Demandez la brochure gratuite [A.C. 495] où vous trouverez quelques-unes des lettres enthousiastes que nos lauréats nous ont adressées pour nous annoncer leurs brillants succès. Cette brochure vous documentera en détail sur le C.A.P. d'Aide-Comptable, le B.P. de Comptable, le Diplôme d'Expert-Comptable et sur nos préparations à tous les examens, toutes les carrières de la Comptabilité.

Notre brochure contient, en outre, des renseignements sur nos préparations aux carrières du Commerce : Employé de bureau, Sténodactylographe, Employé de banque, Publicitaire, Secrétaire de Direction, Préparation aux C.A.P., B.P.; Préparation à toutes autres fonctions du Commerce, de la Banque, de la Publicité, des Assurances, de l'Hôtellerie.

ECOLE UNIVERSELLE

59, boulevard Exelmans, PARIS-16^e

Chemin de Fabron, NICE (A.-M.) — 11, place Jules-Ferry, LYON

LA PROSPECTION DE L'URANIUM

à la portée de tous

Avec le détecteur D.R.A. I à compteur Geiger-Muller

Détection auditive

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE LA PHYSIQUE

Alimentation par une seule pile de 1,5 volt
autonomie 500 heures — Le plus robuste
le plus léger (400 gr.) — Format 8 cm x 14 cm
Le meilleur marché

20 500 F. (franco t. t. c.)

EN VENTE à la LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE

Téléphone TAI. 72-86 24, RUE CHAUCHAT - PARIS-9^e C.C.P. Paris 4192-26

Prospectus détaillé, expédié sur simple demande

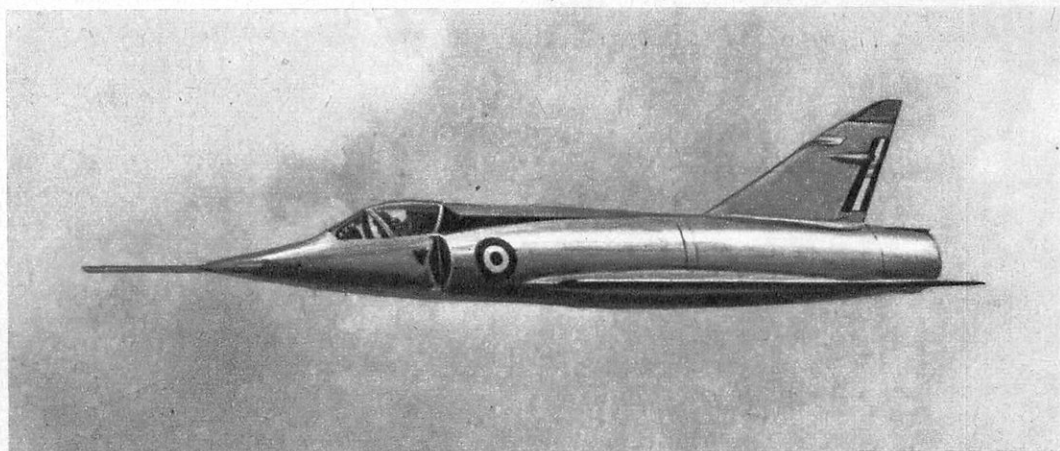
SÉCURITÉ ET CONFORT



- pneumatiques
- roues
- freins
- dispositif de freinage anti-dérapant "Maxaret"
- essuie-glaces
- coussins Dunlopillo

DUNLOP

DUNLOP, 64, RUE DE LISBONNE - PARIS 8^e



MIRAGE III

AVION OFFENSIF
ET DÉFENSIF

GÉNÉRALE AÉRONAUTIQUE MARCEL DASSAULT

Caravelle

**est en service
sur le réseau européen**

AIR FRANCE

PARIS-MILAN : 1 h 20 de vol

PARIS-ROME : 2 h de vol

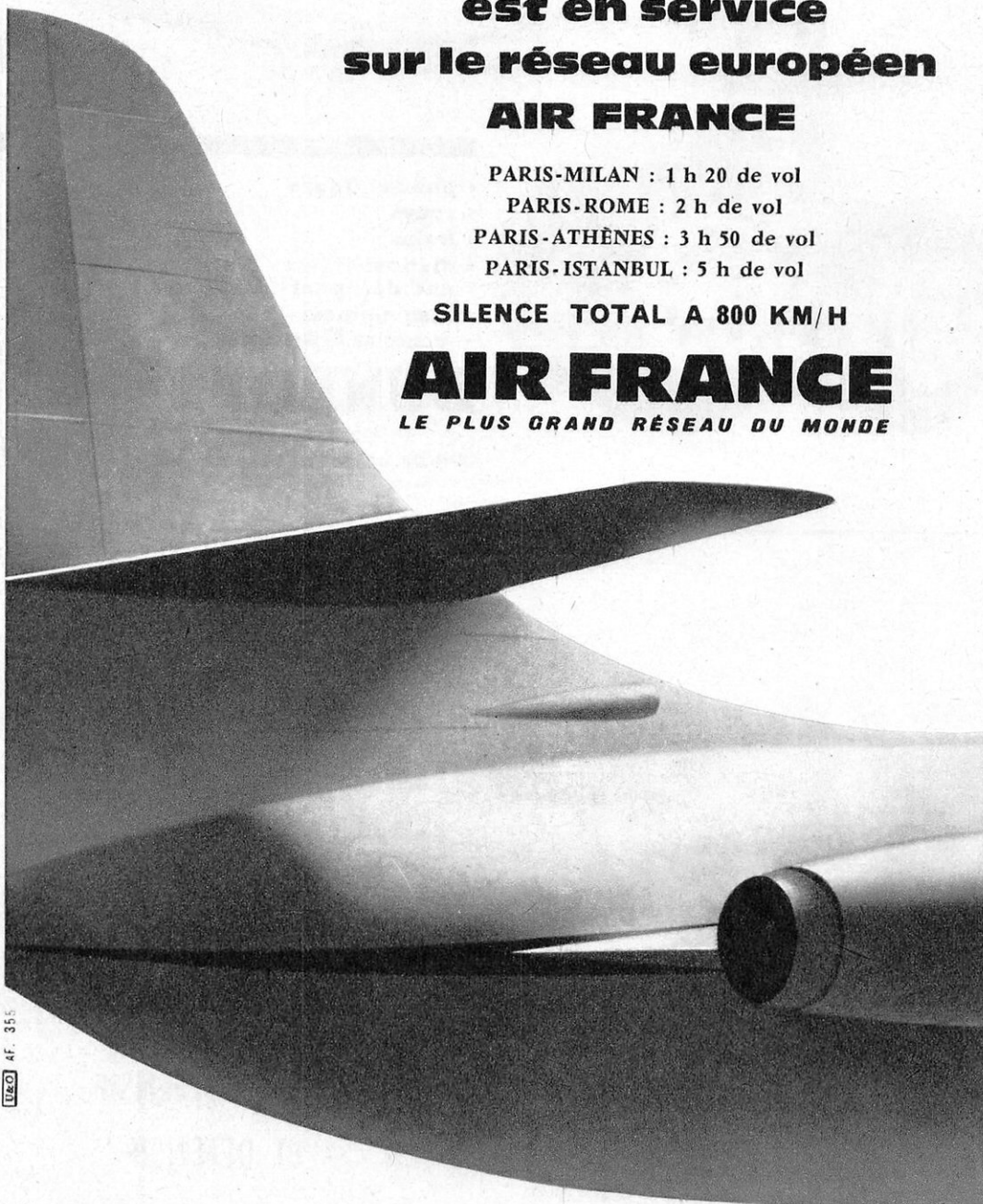
PARIS-ATHÈNES : 3 h 50 de vol

PARIS-ISTANBUL : 5 h de vol

SILENCE TOTAL A 800 KM/H

AIR FRANCE

LE PLUS GRAND RÉSEAU DU MONDE



U&G AF 355

UNE FLOTTE DE 24 "CARAVELLE" VA DESSERVIR PROGRESSIVEMENT L'ENSEMBLE DU RÉSEAU EUROPÉEN D'AIR FRANCE.
CONSULTEZ VOTRE AGENT DE VOYAGES OU AIR FRANCE 119, CH.-ÉLYSÉES, BAL. 70-50. DÈS AUJOURD'HUI, RÉSERVEZ VOTRE PLACE

Aviation 1959

SOMMAIRE

• LE DÉBUT DES LONG-COURRIERS A RÉACTION	8
• L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE FRANÇAISE.....	24
• DES « DOUBLE FLUX » AUX PETITES TURBINES.....	52
• LES MOTEURS-FUSÉES	66
• L'AVENIR DES CHASSEURS ET BOMBARDIERS	70
• LES ENGINS TERRE-AIR-MER	96
• LES ENGINS BALISTIQUES ; ARMES DE LA GUERRE INTER-CONTINENTALE	114
• VERS UNE AVIATION NOUVELLE, LE X-15	134
• LES APPAREILS A ENVOL VERTICAL.....	138

TARIF DES ABONNEMENTS

	France et Union Fr ^{se}	Étranger	Benelux et Congo belge
UN AN, 12 parutions	1500 fr.	2000 fr.	200fr. belges
UN AN, 12 parutions (envoi recommandé)	2250 fr.	2800 fr.	
UN AN, avec en plus, 4 numéros hors série	2400 fr.	3200 fr.	375 fr. belges
UN AN, avec en plus, 4 numéros hors série (envoi recommandé)	3400 fr.	4200 fr.	

Changement d'adresse, poster la dernière bande et 30 fr. en timbres-poste.

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

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays, Copyright by SCIENCE ET VIE. Juin 1959

Une révolution dans le trans



Le long-courr

port aérien :



La maquette du Boeing 707
exposée aux Champs-Élysées

ier à réaction





DIX années de discussions sur l'avenir du long-courrier avaient opposé les partisans de l'avion à réaction équipé de turboréacteurs et ceux de l'avion à turbopropulseurs, c'est-à-dire à turbines entraînant des hélices. Cette longue controverse sur les mérites respectifs des deux grandes classes de turbomoteurs pour le transport aérien à grande distance a brusquement été close le 13 octobre 1955. Ce jour-là, la Pan American World Airways annonçait la commande à Boeing de vingt « 707 », et à Douglas de vingt-cinq DC-8.

Un mois avant la date prévue, en octobre 1958, la Pan American inaugurait le service promis. Dans le domaine du long-courrier tout au moins, « l'impasse au turbopropulseur », c'est-à-dire le passage direct de l'avion équipé de moteurs à explosions à l'avion équipé de turboréacteurs, de vitesse presque double, avait réussi. L'étape intermédiaire du turbopropulseur s'était révélée inutile.

Dès l'annonce de la Pan American, les transporteurs ne s'étaient pas trompés sur l'évolution qui s'amorçait. Le 26 octobre 1955, les United Air Lines commandaient à leur tour trente DC-8 pour les lignes américaines transcontinentales. Un an plus tard, plus de deux cents 707 et DC-8, à quelque six millions de dollars pièce (3 milliards de francs) garnissaient les carnets de commande

de constructeurs; ils sont passés aujourd'hui, rien que pour Boeing et Douglas, à près de 300 quadriréacteurs commerciaux.

Turboréacteur contre moteur à explosions

Ce plébiscite des transporteurs suivait une longue période d'indécision. Ils n'avaient pas manifesté jusque-là le moindre enthousiasme pour le remplacement du moteur à explosions par le turbopropulseur ou le turboréacteur. Ils regrettaient visiblement l'époque où les DC-3 et les DC-4 inusables, rapidement amortis, assuraient leur service sans histoire pendant de longues années. En 1954-55 Douglas et Lockheed venaient de réussir la plus magnifique des campagnes de vente avec des DC-7 C, des Superconstellation et des Starliner dont les derniers sont livrés à la clientèle en 1959 en même temps que les premiers quadriréacteurs. Mais les compagnies estimaient alors qu'elles avaient le temps d'amortir ces gros quadrimoteurs avant que la concurrence du quadriréacteur ou du quadriturbopropulseur fût trop sévère.

La clientèle militaire n'était pas plus favorable au turboréacteur; le plus exigeant, le *Transport Command* de l'U.S. Air Force, était parfaitement satisfait, pour ravitailler en vol les bombardiers à réaction, de la version citerne volante du Boeing Stratocruiser,



Le Boeing 707 et, au second plan, le Tupolev 104

le quadrimoteur Stratofighter dont le 888^e et dernier sortait en juillet 1956. Boeing dut financer lui-même, en 1952-53, la construction de son quadriréacteur 707 pour lequel il ne reçut sa première commande militaire qu'en août 1954, cinq ans après le premier vol des quadriréacteurs britanniques, les De Havilland Comet.

Turboréacteur contre turbopropulseur

En Grande-Bretagne, la controverse entre turbopropulseur et turboréacteur avait débuté avant la fin de la Seconde Guerre mondiale. Si le programme Brabazon faisait une petite place au dernier avec son avion « postal » qui devait, en grandissant, devenir le « Comet », il misait avant tout sur le turbopropulseur pour les appareils long-courriers, le Bristol 167 de plus de 131 t, baptisé Brabazon d'après le nom du président de la Commission, et l'hydravion Saunders-Roe Princess de 143 t. Mais aucune commande de série ne suivait l'exécution des prototypes du Brabazon et du Princess. Moins ambitieuse, la formule du Bristol Britannia ne réussissait guère mieux à convertir la clientèle au turbopropulseur. La gestation fut longue; les premiers exemplaires n'entrèrent guère en service que dix ans après leur commande par la BOAC britannique.

Depuis, la BOAC a pris une réassurance en commandant des quadriréacteurs Boeing 707 d'abord, Vickers VC-10 ensuite. Le seul succès indiscutable du turbopropulseur appartient au domaine du moyen-courrier, avec le Vickers Viscount, commandé à plus de 400 exemplaires, puis le Lockheed Electra, à plus de 150 exemplaires. Mais ce succès s'épuise. Avec les quadriréacteurs Boeing 720 et Convair 880, les triréacteurs De Havilland DH 121 et enfin les biréacteurs Caravelle de Sud-Aviation, le turboréacteur envahit aujourd'hui les positions que le turbopropulseur avait conquises dans le domaine du moyen-courrier.

Dès les premières mises en service d'avions à réaction, le plébiscite de la clientèle a confirmé celui des transporteurs. Le précédent fâcheux des Comet 1 et 2 n'a arrêté personne. Le trafic transatlantique de la Pan American a augmenté de 46 % pendant les cinq premiers mois. Au début de mars, au lieu des coefficients de chargement de 50 à 55 % de la morte-saison, la compagnie pouvait faire état d'une moyenne de 90 %.

L'avion à réaction connaît les mêmes succès sur les parcours continentaux des États-Unis. Utilisant sur ses lignes à grand trafic d'hiver, entre New York et la Floride, les Boeing 707 loués à la Pan American dont la pointe de trafic se situe en été, les National

AVIONS DE TRANSPORT (Voir pour la France page 28)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids total (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
ALLEMAGNE DE L'EST									
VEB FLUGZEUGBAU	Baade 152	26,40	31,30	48/72	46 500	4 turboréacteurs type 014 de 3 150 kg	850	2 500	Moyen courrier pour 1960.
CANADA									
DE HAVILLAND	DHC-3 Otter	17,69	12,80	10	3 630	1 moteur Pratt & Whitney R-1 340 de 600 ch	222	1 419	Transport léger en versions amphibie et hydravion.
	DHC-4 Caribou	29,29	22,14	30	11 800	2 moteurs Pratt & Whitney R-2 000 de 1 450 ch	280	2 170	Transport militaire mixte à faible longueur de décollage.
ESPAGNE									
CASA	201 Alcotan	18,40	13,80	10	5 100	2 moteurs Armstrong-Siddeley Cheetah ou 2 ENMA Sirio VII A de 500 ch.	325	1 000	Transport léger.
	202 B Halcon	20,58	16,33	10	9 650	2 moteurs Wright Cyclone R 1 820 de 1 300 ch	398	2 185	Transport léger type affaires.
	207 Azor	27,80	20,85	30/40	15 000	2 moteurs Bristol Hercules 730 de 2 040 ch	380	2 100	Modèle fabriqué sous licence en Allemagne : HFB 209 Super-Azor, 46 passagers.
ÉTATS-UNIS									
BOEING	Stratoliner 707-120	39,88	44,04	121/179	112 500	4 turboréacteurs Pratt & Whitney J 57 de 5 920 kg	950	5 310	Long courrier pour lignes transcontinentales. Version 220 avec turboréacteurs Pratt & Whitney J 75 de 7 800 kg. Version militaire KC 135 Stratotanker pour ravitaillement en vol.
	707-320-420	43,40	46,60	131/189	141 000	4 turboréacteurs Pratt & Whitney J 75 de 7 800 kg	950	7 612	Version intercontinentale. Peut être équipé de turboréacteurs Rolls-Royce Conway.
	720	39,88	41,50	110/149	92 100	4 turboréacteurs Pratt & Whitney J 57 de 5 920 kg	925/950	5 310	Moyen courrier.
CONVAIR	440 Metropolitan	32,12	24,14	44/52	22 170	2 moteurs Pratt & Whitney R 2 800 de 2 400 ch	465	1 680	Fabriqué au Canada par Canadair sous la désignation civile 540 et militaire CL 66 avec 2 turbopropulseurs Napier Eland de 3 500 ch.
	880	36,58	39,42	88/110	83 600	4 turboréacteurs General Electric CJ-805-3 de 5080 kg	960	5 550	Moyen courrier.
	600	36,58	42,47	96/120	108 400	4 turboréacteurs General Electric CJ-805-21 de 6 800 kg	975	7 080	Adaptation du Convair 880 pour les lignes américaines.
	C 131 A Samaritan	29,97	22,75		19 783	2 moteurs Pratt & Whitney R 2 800 de 2 500 ch	500	2 560	Version militaire du Convair 240. Transport de blessés.
	C 131 D	32,10	24,14		21 320	2 moteurs Pratt & Whitney R 2 800 de 2 400 ch	500		Version militaire du Convair 340 (R4Y-1 dans l'U.S. Navy).
	R 3 Y-2 Tradewind	44,41	42,57		62 570	4 turbopropulseurs Allison T 40	563		
DOUGLAS	DC-7 C Seven Seas	38,86	34,21	48/105	64 865	4 moteurs Wright R 3350 Turbo-compound de 3 400 ch	600	> 8 000	Long courrier intercontinental.
	DC-8	42,57	45,87	118/144	120 000 à 140 000	4 turboréacteurs Pratt & Whitney J 57 ou J 75	950	8 300	Long courrier. Versions domestique et intercontinentale. Peut être équipé du turboréacteur Rolls-Royce Conway.
	C 124 C Globemaster	53,10	39,77		84 000	4 moteurs Pratt & Whitney R 4360 de 3 800 ch			Transport militaire, frêt ou passagers. 127 brancards et 52 sièges ou 200 hommes équipés.
	C 133 A Cargomaster	54,75	48		125 000	4 turbopropulseurs Pratt & Whitney T 34 de 6 000 ch	570	6 485	Long courrier. A emporté la charge la plus lourde de l'histoire de l'aviation avec 53,5 tonnes, décollant en 1 370 m au poids de 124 962 kg. La version C133 B aura un poids total en charge voisin de 130 000 kg. Permet le transport d'engins balistiques Atlas, Thor, Jupiter.
FAIRCHILD	C 123 B Provider	33,55	23,25		27 240	2 moteurs Pratt & Whitney R 2 800 de 2 500 ch	390	2 350	Transport militaire, frêt ou passagers, pour opérations sur terrains sommairement préparés.
GRUMMAN	Gulfstream	23,77	19,51	20	14 000	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa 7 de 2 100 ch	563	3 540	Type avion d'affaires.
HOWARD	Super Ventura	18,90	17,42	15	14 060	2 moteurs Pratt & Whitney R 2 800 de 2 000 ch	483		Transport léger.
LEARSTAR	Mk I	20,16	15,55	12	10 880	2 moteurs Wright Cyclone R 1 820 de 1 425 ch	448	6 000	Transport léger.
LOCKHEED	188 A Electra	30,18	31,81	66/98	52 616	4 turbopropulseurs Allison 501 D 13 de 3 750 ch	652	5 470	Moyen courrier. La puissance unitaire des moteurs pourra être portée à 5 500 ch.
	1 049 G Super-Constellation	37,61	35,37	47/99	62 400	4 moteurs Wright R 3 350 de 3 400 ch	540	8 440	Version frêt du Super-Constellation. Version militaire EC 121-D, Warning Stan.
	1 649 A Starliner	45,60	35,37	47/99	70 700	4 moteurs Wright turbo-compound 988 TC 18 de 3 400 ch	560	11 585	Long courrier dérivé du Super-Constellation.
	Jetstar	16,35	18,40	10/20	17 650	4 turboréacteurs Pratt & Whitney JT 12 ou General Electric J 85	820	4 700	Avion type affaires. Peut être équipé de 2 turboréacteurs Bristol Orpheus.
	C 130 B Hercules	40,40	29,78		61 200	4 turbopropulseurs Allison T 56 de 4 050 ch	620	6 500	Transport militaire. Existe en versions reconnaissance, tanker, ambulancier. Version Super-Hercules de 92,5 tonnes à l'étude.

Airlines enregistraient des coefficients de chargement de 95 % à l'aller, 85 % au retour; les American Airlines, sur la ligne directe New York—Los Angeles, portaient ce coefficient à 96,2 %, contre une moyenne de 66 % l'an dernier.

Des appareils de plus de 130 tonnes

Le succès du long-courrier à réaction consacre le triomphe de l'appareil lourd et de la vitesse.

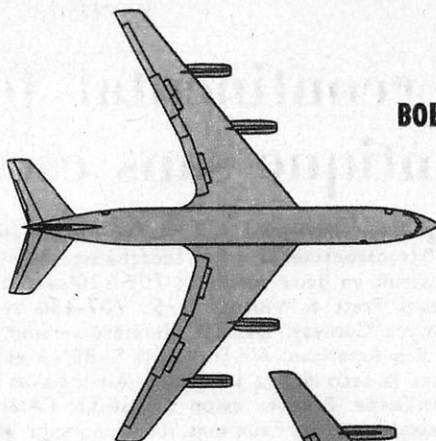
Des trois quadriréacteurs qui vont s'affronter sur l'Atlantique, le retrait du Comet 4 qualifié d'Intercontinental pour affectation aux autres lignes impériales de la BOAC, montre bien la difficulté d'assurer ce difficile service avec un avion de tonnage insuffisant. Sur les Comet, la progression a été ininterrompue depuis l'époque où la commission Brabazon ne voulait y voir qu'un appareil postal sans passagers. Le Comet 1, commandé en janvier 1947 par la BOAC, pesait 45 500 kg au décollage, mais ne prétendait être qu'un moyen-courrier; le Comet 2 passait à 54 400 kg, le Comet 3 à 65 800 kg, le Comet 4 à 70 700 kg. Mais, avec 60-76 passagers, ce dernier ne réunit pas encore la capacité de transport et le rayon d'action convenables à une exploitation rémunératrice.

L'alourdissement des Boeing 707 a été moins marqué parce que le constructeur est parti, dès la première commande des Pan American, d'un poids beaucoup plus voisin de l'optimum. Il s'est aperçu rapidement que le premier 707, à double version civile et militaire, pesant 86 200 kg au décollage, était insuffisant en long-courrier. Les seuls modèles en service, 707-120 et 707-220, au poids de 112 500 kg sont encore trop petits pour la traversée de l'Atlantique sans escale; les deux derniers seuls, 707-320 et 707-420, au poids de 141 000 kg et qualifiés également d'Intercontinentaux, pourront franchir l'océan sans escale, si les exigences des ports aériens de départ limitant les poids au décollage ne sont pas trop sévères.

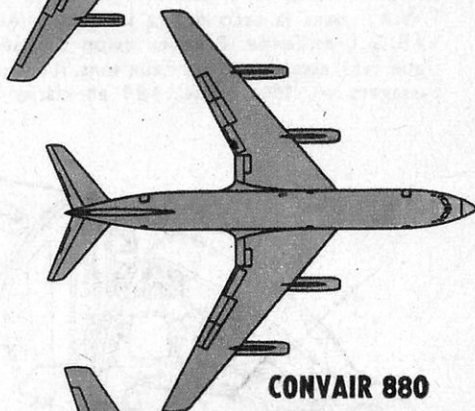
La flotte mondiale des long-courriers à réaction

Des cinq long-courriers à réaction ci-contre, seuls le Boeing 707 et le Comet 4 sont déjà en service. Le Douglas DC-8 vole depuis mai 1958 et le Convair 880 depuis janvier 1959; bien que présenté comme moyen-courrier, ce dernier figure ici car il a une autonomie de 4 800 km à pleine charge. Le Vickers VC-10 volera vers juillet 1961.

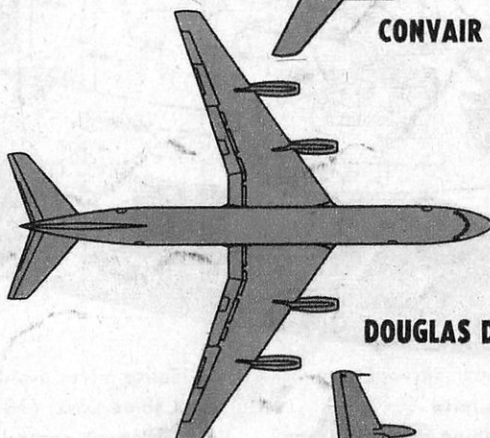
BOEING 707



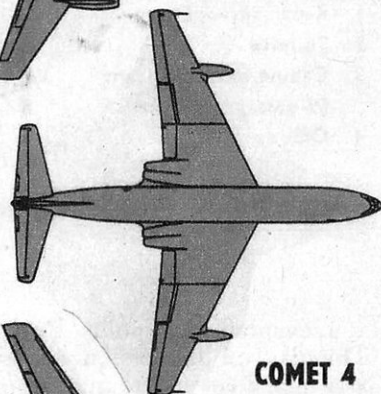
CONVAIR 880



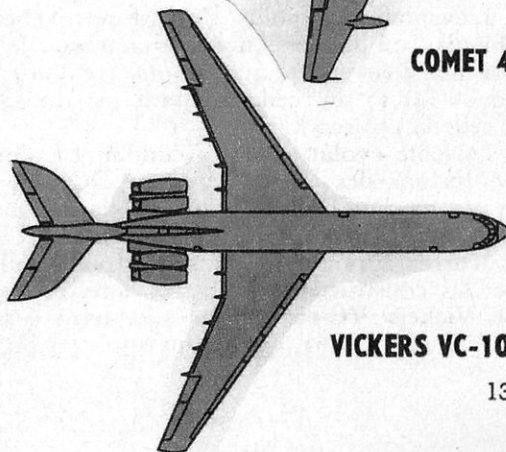
DOUGLAS DC-8



COMET 4

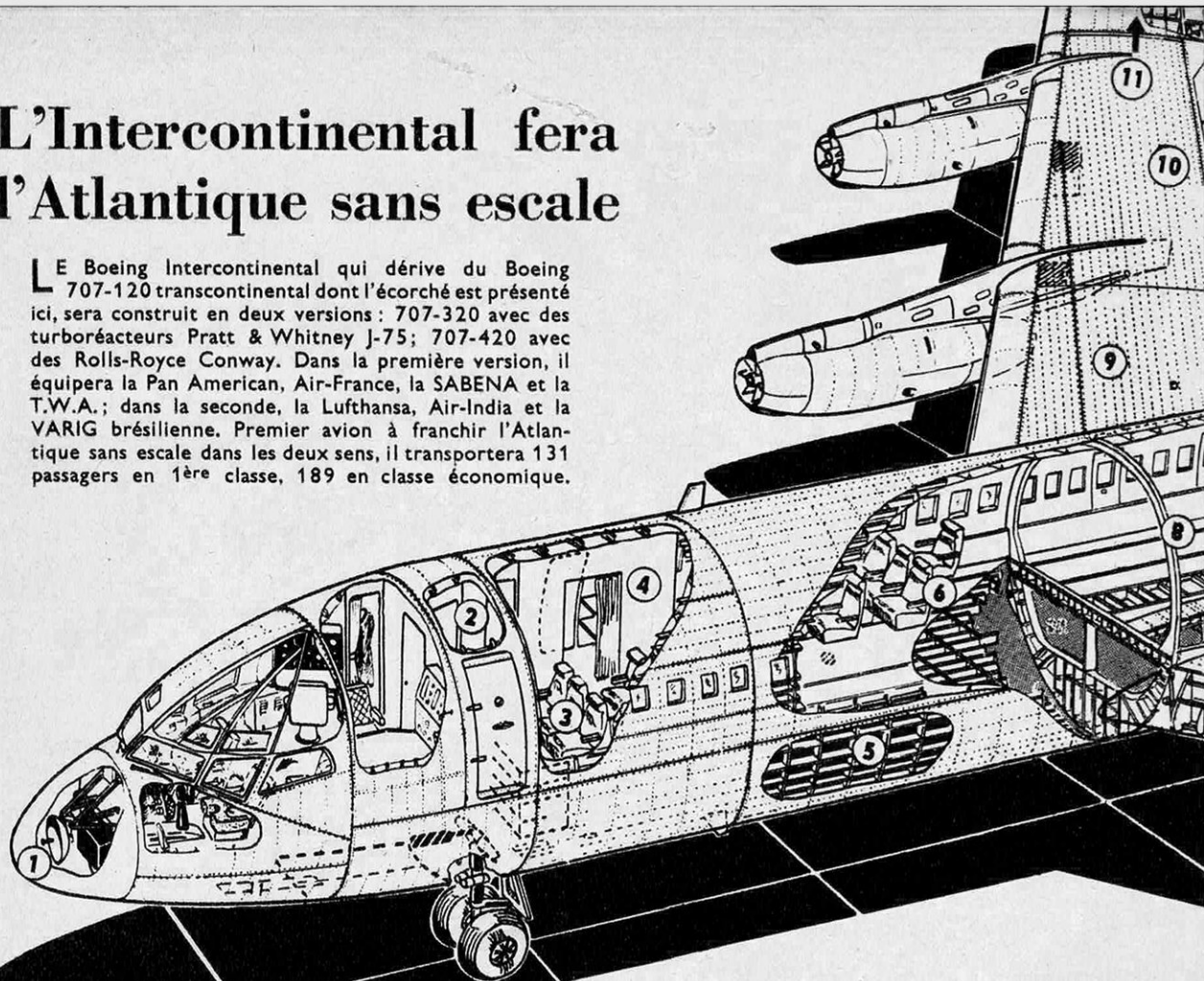


VICKERS VC-10



L'Intercontinental fera l'Atlantique sans escale

LE Boeing Intercontinental qui dérive du Boeing 707-120 transcontinental dont l'écorché est présenté ici, sera construit en deux versions : 707-320 avec des turboréacteurs Pratt & Whitney J-75; 707-420 avec des Rolls-Royce Conway. Dans la première version, il équipera la Pan American, Air-France, la SABENA et la T.W.A.; dans la seconde, la Lufthansa, Air-India et la VARIG brésilienne. Premier avion à franchir l'Atlantique sans escale dans les deux sens, il transportera 131 passagers en 1^{ère} classe, 189 en classe économique.



- 1 Radar anti-collision
- 2 Toilette
- 3 Cabine extrême-avant (9 passagers)
- 4 Offices

- 5 Soute à fret avant
- 6 Cabine avant (30 passagers)
- 7 Réservoir central (12730 litres)
- 8 Cabine centrale (30 passagers)
- 9 Réservoir intérieur (8 510 litres)

- 10 Réservoir médian (8 846 litres)
- 11 Réservoir extérieur (1 650 litres, réserve)
- 12 Silencieux tubulaires
- 13 Cabine arrière (59 passagers)
- 14 Office arrière
- 15 Deux cabinets de toilette

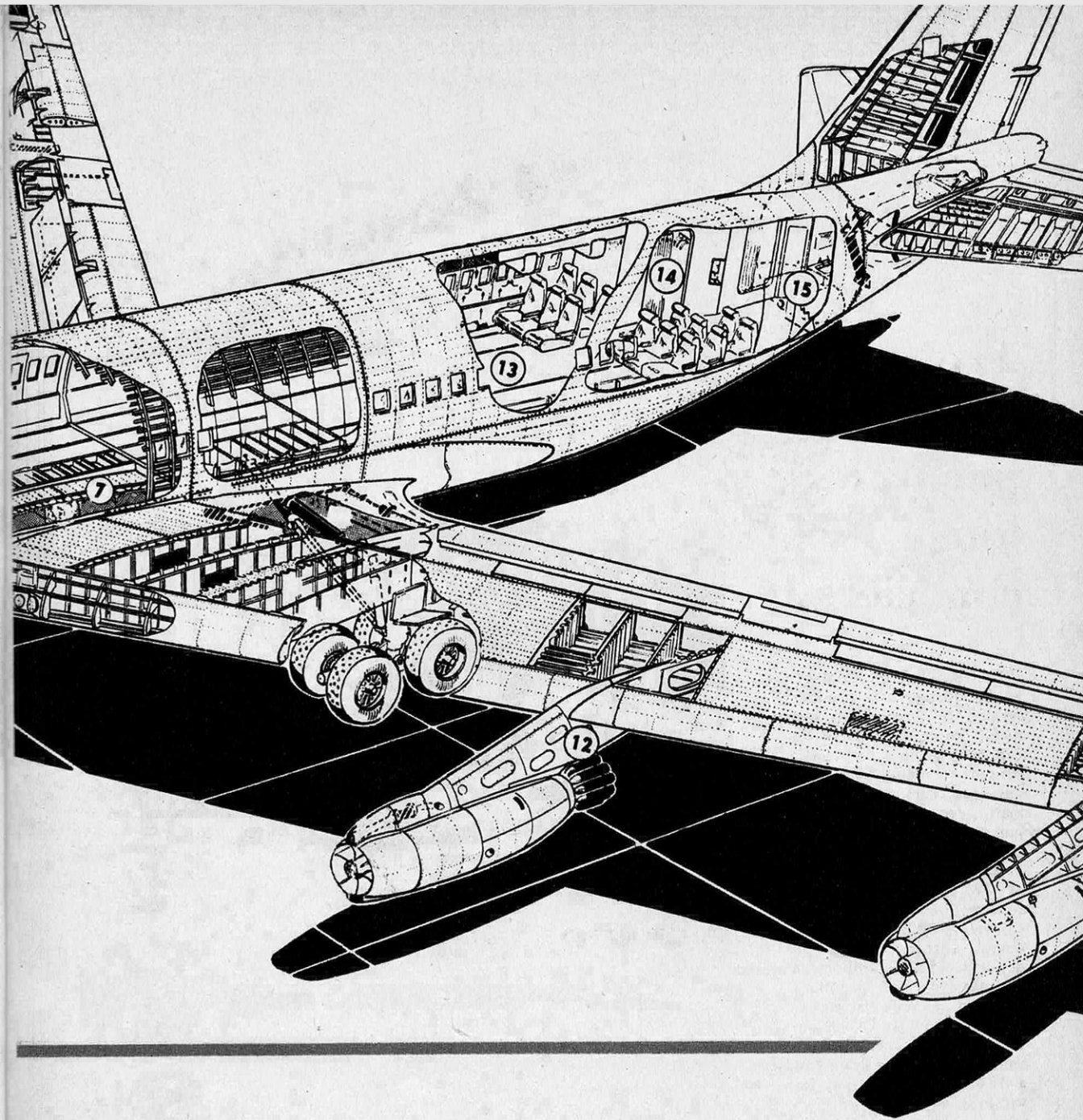
L'éventail des poids s'est resserré chez Douglas où la version « intercontinentale » a la même envergure que la version « domestique » (42,57 m), celle-ci pesant 120 300 kg et celle-là 130 500 kg.

La lente évolution qui a conduit en plus de dix ans des 33 000 kg d'un DC-4 aux 65 000 kg d'un DC-7-C ne se reproduira donc vraisemblablement pas. Dès le début, la concurrence aura été assez sévère pour obliger les constructeurs à abattre leurs cartes. Le Vickers VC-10, qui ne sera livré à la BOAC qu'en 1963, quatre ans après les pre-

miers Intercontinental de la Pan American, ne pèsera pas moins de 130 750 kg.

Le succès des premiers avions qui vont traverser l'Atlantique à 900 km/h prouve l'intérêt de la vitesse, non seulement pour le passager, mais pour le transporteur qui sera sûr de tenir ses horaires malgré les vents contraires.

La faiblesse principale du turbopropulseur pour long-courrier sur les lignes atlantiques réside dans cette insuffisance de vitesse. Elle résulte nettement de la statistique des six premiers mois du Britannia, mis en



service en décembre 1957 par la BOAC. Le Britannia, bien qu'établi spécialement pour l'Atlantique, n'atteint d'ailleurs pas les vitesses demandées aujourd'hui au turbopropulseur; la vitesse de croisière la plus convenable de cet appareil sur les grandes étapes est de 527 km/h pour la série 100, 556 km/h pour la série 300. De plus, comme pour les premiers Boeing 707, une escale est normalement prévue dans le sens Est-Ouest.

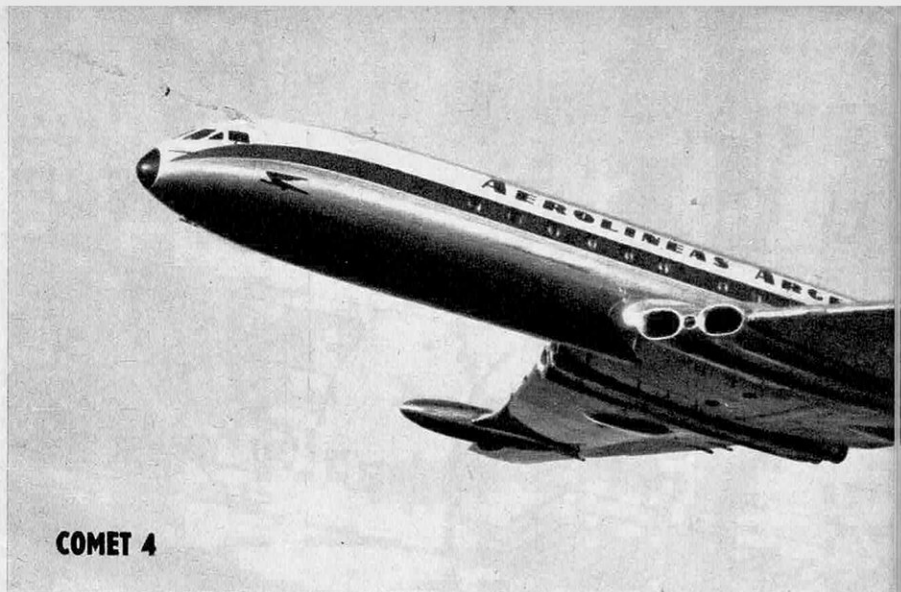
Sur les 209 traversées de la BOAC, 46 ont comporté un arrêt non prévu. La durée moyenne des traversées sans escale a été

de 10 h 4 mn dans le sens Ouest-Est, et de 11 h 40 mn dans le sens Est-Ouest. Mais la nécessité de l'escale a relevé, pour les 46 traversées en cause, la durée moyenne à 12 h 4 mn dans le sens Ouest-Est et à 15 h 36 mn dans le sens Est-Ouest.

De tels résultats condamnent, sur ces lignes, l'avion à turbopropulseurs. Ils risquent d'abord d'en détourner le passager, devenu difficile et qui n'aime pas les retards de quatre heures. Pour le transporteur, l'irrégularité des traversées s'oppose en outre à l'exploitation intensive des équipages et des

Trois rivaux parmi les long- courriers

SUCCESSEUR du Comet I qui inaugura le premier service à réaction en mai 1952, entre Londres et Johannesburg, le Comet 4 a conservé la même disposition des réacteurs dans l'aile, mais, avec un poids et une puissance accrus; il emporte aujourd'hui 60 passagers de première classe sur 4 830 km et 76 passagers de classe touriste sur 4 350 km. Le Convair 880, en essais, devrait entrer en service au début de 1960; il emportera 88 passagers de première classe ou 109 de classe touriste. Le Douglas DC-8, qui entrera en service cette année, est aménagé pour 116 à 176 passagers suivant les versions, avec un rayon d'action qui atteint 9 400 km. Il équipera aussi bien les lignes transcontinentales, par exemple celles des United Air Lines, que les lignes intercontinentales, comme celles de la Swissair, KLM, Alitalia ou des compagnies privées françaises, U.A.T. et T.A.I.



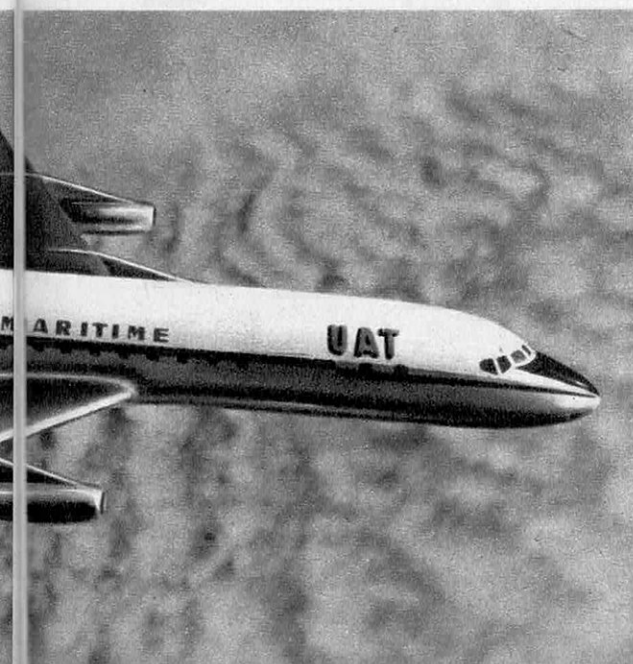
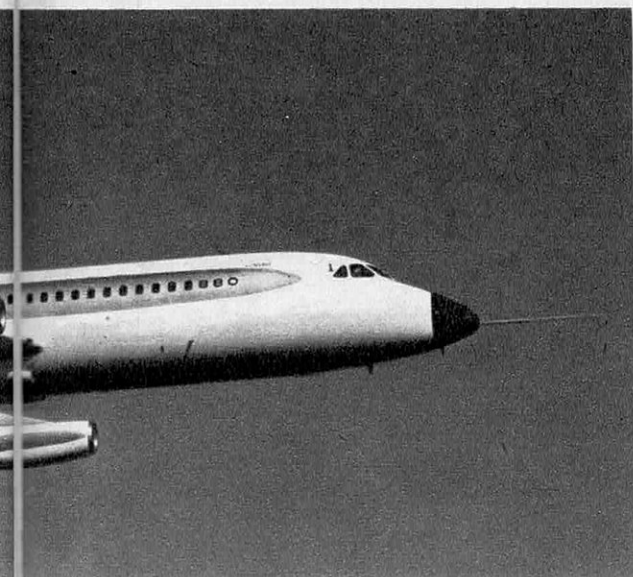
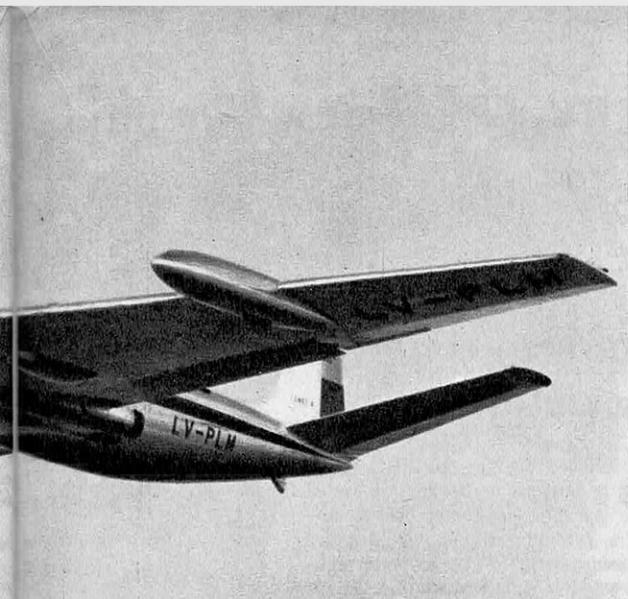
COMET 4



CONVAIR 880



DOUGLAS DC-8



appareils; elle impose une réserve de personnel et de matériel mal utilisés.

De ce point de vue, le handicap du Comet 4 par rapport au 707 et au DC-8, sensiblement aussi rapides l'un que l'autre et donnant 100 km/h de mieux que leur concurrent, sera sévère. Le retard d'une heure, parce que l'on aura rencontré un vent exceptionnel, n'est grave ni pour le passager ni pour l'exploitant; celui de deux à trois heures, la durée de l'escale s'ajoutant à l'allongement de la route et à la réduction de vitesse moyenne, complique beaucoup le service.

L'exploitation véritablement économique exige au moins la certitude de la traversée sans escale dans les deux sens. Peut-être même, pour l'avion transsonique, l'exploitation ne sera-t-elle vraiment satisfaisante qu'à la deuxième génération d'appareils, celle des avions appliquant la « règle des sections », donnant au moins 50 km/h de plus que la première, et qui vient de débiter avec le Conqair 600.

La longueur des pistes

Le bouleversement dans l'infrastructure provoqué par la mise en service d'un matériel deux fois plus rapide que le précédent était attendu.

La première difficulté portait sur la longueur des pistes. Avec une charge alaire sans grand changement, de quelque 500 kg/m², et des dispositifs hypersustentateurs à grande efficacité, la vitesse de décollage et d'atterrissage des nouveaux appareils reste très voisine de celle des DC-7 C et des Starliner. Mais le principe même de la propulsion à réaction impose, pour atteindre cette vitesse, une piste plus longue. Sur l'avion à hélice, qu'il soit équipé d'un moteur à explosions ou d'un turbopropulseur, le pas variable est l'équivalent d'un changement de vitesse qui permet à chaque instant au moteur de donner sa pleine puissance. Tout ce qu'on peut attendre du turboréacteur, c'est qu'il donne sa pleine poussée, sans aucun dispositif permettant de l'amplifier; la puissance qu'il développe, produit de la poussée par la vitesse, a une valeur très faible aux premiers instants du décollage; vis-à-vis de l'avion à hélice, l'avion à réaction se trouve dans la même situation que l'automobile qui ne disposerait que d'une prise directe. Aussi, pour décoller, l'avion à réaction a-t-il besoin de temps et d'espace.

L'allongement des pistes, commencé dès les commandes de 1955, n'est pas encore achevé sauf sur quelques-uns des plus im-

portants aéroports; c'est pourquoi celui de Paris notamment a dû transférer au Bourget les services transatlantiques à réaction de la Pan American, en attendant l'achèvement des travaux d'Orly.

Le bruit des turboréacteurs

Le turboréacteur est plus bruyant que le groupe motopropulseur à hélice. Les bruits sont surtout de nature assez différente et les voisins des aéroports n'y sont pas encore accoutumés. L'histoire des moyens de transport montre bien que tel est le facteur essentiel de notre tolérance aux bruits insolites. Celui des locomotives et de leurs sifflets a fait rejeter, aux débuts du chemin de fer, les gares en dehors des agglomérations. L'introduction du klaxon paraissait inadmissible à ceux qui étaient habitués au son d'une trompe. Aujourd'hui, l'avertisseur ne fait plus sursauter que l'habitant des grandes villes d'où il est banni. Aussi, présentant des quadriréacteurs dont le bruit maximum d'environ 125 décibels, même sans aucun dispositif d'atténuation, ne dépassait pas sensiblement celui d'un Douglas DC-7, les constructeurs attendaient-ils qu'on s'y habituât progressivement, après quelques protestations inévitables au début.

Leur espoir a été déçu. Les dirigeants du port aérien de New York, aux prises avec les réclamations et les procès des propriétaires voisins, signifiaient aux transporteurs qu'ils n'accepteraient pas un niveau de bruit supérieur à celui des quadrimoteurs. Les constructeurs durent étudier des silencieux. Mais, si le silencieux bien conçu d'un moteur d'automobile ou d'un deux-roues n'en diminue pas la puissance de manière appréciable, le problème du silencieux du turboréacteur est beaucoup plus difficile. Malgré les quelques milliards que Boeing y a consacrés, il n'a pas pu trouver de dispositif permettant au 707 de donner la pleine puissance au décollage. Telle est la raison principale qui oblige à décoller à charge réduite de New York vers l'Europe, donc à faire une escale qui ne serait pas exigée, le plus souvent, même avec le 707-120, dans le sens Ouest-Est.

Les conséquences financières

Au cours des deux à trois prochaines années, l'entrée en service de plus de 300 long-courriers à réaction va porter la capacité de transport aérien à un niveau dépassant largement celui de la clientèle possible.

Le Tu-104 moyen-courrier soviétique

Le Tupolev Tu-104, que l'on voit ici sur le terrain du Bourget, a été, si l'on excepte les Comet dont la carrière fut interrompue, le premier moyen-courrier à être exploité régulièrement depuis septembre 1956 sur les lignes européennes et asiatiques. On estime que plus de 70 exemplaires sont en service. La version originale Tu-104 était aménagée pour 50 passagers, la version Tu-104 A le fut pour 70 et la version Tu-104 B pour 100.

L'an dernier, sur l'Atlantique, les 17 compagnies qui exploitent les lignes aériennes d'Europe en Amérique du Nord ont bien transporté 1 292 166 passagers, soit 26,8 % de plus qu'en 1957, battant ainsi le paquebot pour la première fois. Mais on ne peut attendre, surtout en période de récession mondiale, pareille progression sur l'ensemble des réseaux.

Parlant le 10 octobre 1958 devant l'assemblée annuelle de l'union des organismes officiels du tourisme, M. John Brancker, directeur des Affaires Commerciales de l'IATA, l'Association Internationale des Transporteurs Aériens, évaluait la capacité de transport des avions à réaction en commande à celle de 160 paquebots *Queen Mary*.

La première conséquence de cette capacité surabondante a été la chute brutale des cours des avions actuellement en service, qui figurent encore pour un chiffre imposant à l'actif des compagnies de transport aérien. Paradoxalement, les plus touchés par l'effondrement du marché de l'occasion sont les modèles les plus récents. Pour s'en tenir à la marque la plus répandue et la plus cotée, les vieux Douglas DC-3 tiennent bon, et l'on



ne compte guère les voir tomber, des 120 000 dollars qu'ils valaient en 1956, à moins de 80 000 dollars en 1959. Le DC-4 est déjà plus touché : coté à près de 600 000 dollars au maximum en 1952, il était tombé à 450 000 dollars en 1956 et descend assez fortement aujourd'hui. Mais, à la manière des grosses voitures dont un propriétaire dans la gêne ne trouve à se défaire qu'en consentant de sérieux sacrifices, la catastrophe s'abat sur les DC-7, dont près de 300 sont en service ou même en cours de livraison. Dans un rapport au Civil Aeronautics Board qui le contrôle, le président des American Airlines, la plus puissante compagnie intérieure des États-Unis, annonçait qu'il n'espérait pas obtenir plus de 200 000 dollars de chacun des 60 DC-7 qu'il allait devoir retirer du service d'ici 1961.

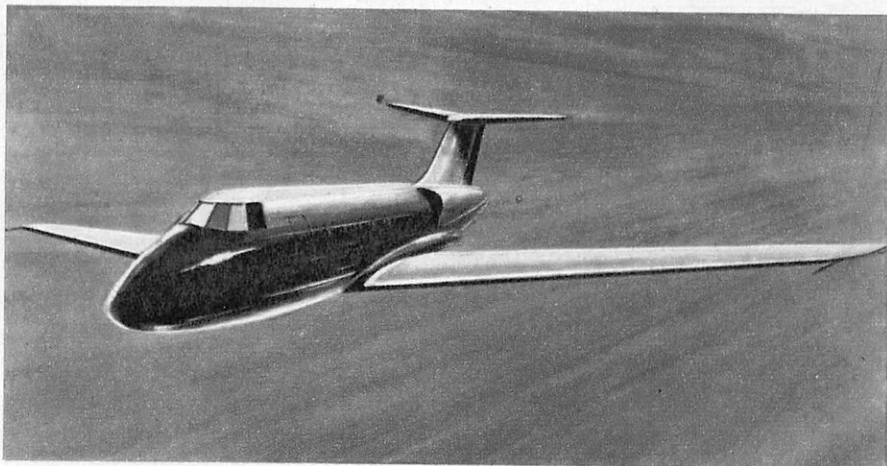
Pourquoi cet effondrement ? M. Louis Lesieux, directeur général d'Air France, en donnait récemment l'explication : « Le quadrimoteur doit vraisemblablement conduire à un prix de revient au siège-kilomètre, amortissement compris, du même ordre que celui des quadrimoteurs déjà amortis... Je crois donc que, dès que les quadrimoteurs

seront assez nombreux pour faire face au trafic normal d'une route, les quadrimoteurs en seront chassés. » Encore M. Lesieux, dans un exposé où il déclarait ne pouvoir tout dire, et où on apercevait les craintes d'un directeur général aux prises avec le plus grave des problèmes qui ait été posé à sa compagnie, négligeait-il le facteur principal : les réactions du passager tout prêt à accélérer la transformation. Malgré la différence des tarifs, la clientèle des paquebots délaisse les plus lents et les plus modestes pour les plus rapides et les plus luxueux. Lorsque le quadrimoteur et le quadrimoteur seront en concurrence sur la même route, avec les mêmes tarifs, bénéficiaires pour le premier, déficitaires pour le second, croit-on que la clientèle se répartira au prorata des places offertes ? Les coefficients de chargement que nous avons indiqués précédemment montrent qu'elle se précipite sur l'avion qui lui permet la traversée de l'Atlantique en 6 ou 7 heures, abandonnant celui qui en demande 12 à 15, sans qu'on sache même, à trois heures près, l'heure d'arrivée si un vent contraire oblige à une escale imprévue.

On aperçoit donc mal la solution qui per-

Le HP 113 Handley Page

Bi-réacteur à double usage, d'avion expérimental pour étude du contrôle de la couche limite, par succion au moyen de pompes à air entraînées par les réacteurs, et d'avion léger de transport aménagé pour 12 passagers. Les essais sont prévus pour fin 1960.



Le Jetstar Lockheed

Bi-réacteur de transport léger pour dix passagers, il vole depuis septembre 1957. Équipé en quadriréacteur de faible puissance, il répond également au programme de l'U. S. Air Force d'un quadriréacteur d'entraînement et de photo aériennes pour cartographie, etc.



Quelques spécimens de la famille des

LE CONVAIR 600, premier long-courrier à 1 000 km/h, est un développement du Convair 880 commandé à 25 exemplaires par les American Airlines. Le constructeur annonce une vitesse de croisière maximum de 1 022 km/h contre 990 km/h pour le 880, la différence tenant à une étude un peu plus poussée de la cellule par la « règle des sections ».





Le 119 Mc Donnell

Dans la catégorie des avions à réaction de transport léger, c'est le défenseur de la formule ancienne des réacteurs suspendus sous la voilure ; les réacteurs prévus sont, soit des Fairchild J 83 développant une poussée de 900 kg, soit des General Electric de 1 150 kg.



Le Sabre-Liner North-American

Comme le HP-113 et le Jetstar, c'est un biréacteur de transport léger où l'on a choisi la formule des réacteurs montés à l'arrière du fuselage, inaugurée sur la Caravelle. Avec deux réacteurs General Electric J 85, il sera plus petit et aussi plus lent que le Jetstar.

futurs avions de transport à réaction

LE DE HAVILLAND DH - 121, moyen-courrier de la BEA (British European Airways) qui l'a commandé à 24 exemplaires. Il emportera à plus de 965 km/h un nombre exceptionnellement élevé de passagers (80 à 100) sur des petits et moyens parcours, bien que son poids en charge, relativement faible, ne dépasse pas une cinquantaine de tonnes.



AVIONS DE TRANSPORT (Suite)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids total (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
MC DONNELL	119	17,55	20,29		18 600	4 turboréacteurs Pratt & Whitney JT-12 de 1 360 kg	730	5 500	Transport militaire. Version civile type affaires pour 10 26 passagers, autonomie 3 300 km.
NORTH AMERICAN	T-39 Sabreliner	13,54	13,31		6 954	2 turboréacteurs Pratt & Whitney JT-12 de 1 360 kg	925	2 250	Transport militaire et applications diverses.
GRANDE-BRETAGNE ARMSTRONG WHITWORTH	A.W. 650 Argosy	35,05	26,44	83	37 195	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart 526 de 2 100 ch	476	1 280/ 4 500	Transport frêt et passagers. Version militaire 660 avec rampe de chargement arrière (661 avec turbopropulseur Rolls-Royce Tyne). Version 670 Air Ferry pour 6 voitures et 30 passagers. Version 671 Airbus pour étapes courtes, 126 passagers.
AVRO	748			36 44	13 608	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart R.Da 6 de 1 740 ch	450		Transport frêt et passagers. En projet.
BLACKBURN	Beverley	49,50	30,30		61 200	4 moteurs Bristol Centaurus 173 de 2 850 ch	350	4 000	Transport militaire pour plus de cent hommes. Version civile dérivée B-107A, envergure 50,80 m, longueur 37,78 m, avec 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne de 5 000 ch.
BRISTOL	Type 175 Britannia Série 100	43,37	34,77	60 92	70 400	4 turbopropulseurs Bristol Proteus 705 de 3 900 ch	595	5 550	Toutes les séries dérivent de la série 100 par allongement du fuselage et adaptation de propulseurs de puissance accrue. La série 310 est la version à grand rayon d'action avec réservoirs supplémentaires. La série 250 est une version militaire mixte frêt-passagers; le modèle 253, à fuselage élargi, doté du Proteus 765 peut emporter 115 hommes. Une version dérivée est construite par Short sous le nom de Britannic 3, avec porte de chargement arrière, logement pour 200 hommes et 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne de 4 935 ch. Du Britannia dérivent, au Canada, le Canadair CL-28 Argus de reconnaissance maritime à grand rayon d'action avec 4 moteurs Wright Turbo-compound de 3 700 ch et le CL-44 à turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne de 5 730 ch, transport militaire pour 150 hommes dont une version frêt est à section arrière du fuselage pivotante pour le chargement.
	Série 250	43,37	37,89	84	81 500	4 turbopropulseurs Bristol Proteus 755 de 4 120 ch	640	8 545	
	Série 300	43,37	37,89	133	78 000	4 turbopropulseurs Bristol Proteus 755 de 4 120 ch	640	7 000	
	Série 310	43,37	37,89	133	82 000	4 turbopropulseurs Bristol Proteus 755 de 4 120 ch	640	8 800	
	Série 320	—	—	139	82 000	4 turbopropulseurs Bristol Proteus 765 de 4 445 ch	660	8 800	
DE HAVILLAND	DH-106 Comet Série 4	35	33,99	60 76	70 760	4 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA-29 Mk 524 de 4 765 kg	805	5 070	Version 4 long courrier. Version 4B moyen courrier avec fuselage allongé et envergure réduite permettant une vitesse de croisière plus élevée à une altitude plus faible. Version 4C intermédiaire.
	Série 4B	32,86	35,97	84 100	69 235		856	3 060	
	Série 4C	35	35,97	84 100	70 760		819	3 943	
	DH-104 Dove	17,40	11,96	8 11	3 992	2 moteurs De Havilland Gipsy Queen de 380 ch	320	1 050	Transport léger. Versions militaires diverses: Devon dans la RAF et Sea Devon dans la Royal Navy.
	DH-114 Heron	21,80	14,80	14 17	6 124	4 moteurs De Havilland Gipsy Queen de 500 ch	307	1 400	Transport léger.
HANDLEY-PAGE	DH-121			70 100	49 900	3 turboréacteurs Rolls-Royce RB 141 de 5 445 kg	> 965	1 600	Transport destiné aux liaisons continentales, à l'étude.
	Dart-Herald	28,89	21,92	47	16 800	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa 7 de 2 100 ch	446	2 300	Moyen courrier.
	HP-III	39,62	42	202	108 800	4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway de 7 825 kg	875		Long courrier en projet.
	HP-113	21,72	21,79	12	16 556	2 turboréacteurs Bristol Orpheus de 2 380 kg	800	8 500	Avion d'affaires long courrier. Prototypé en construction avec système Handley Page de contrôle de la couche limite.

mettrait aux transporteurs en difficulté de s'en tirer sans une aide financière importante. A l'exception de la Pan American, qui a mis la première sur le turboréacteur, toutes les compagnies ont proposé de réclamer un supplément aux passagers d'avions à réaction. Mais les fondements économiques de cette surtaxe se justifient difficilement; pourquoi, demandent les dirigeants de la Pan American, faire payer plus cher le passager d'un avion à réaction, quand son transport, suivant l'évaluation de Douglas pour ses DC-8, revient 40 % moins cher à l'exploitant, en supposant même coefficient de chargement ? Une

satisfaction de forme a été donnée, aux premiers jours de mars 1959, avec une surtaxe de 20 dollars en première classe et de 15 dollars en classe touriste et économique. Mais y aura-t-il beaucoup de passagers à ne pas préférer, sur New York—Londres, la classe économique pour 272 dollars sur avion à réaction à la première classe pour 440 dollars sur avions à hélices ?

Dans un transport où l'élément essentiel du bénéfice ou du déficit est le coefficient de chargement, on n'apprécie pas toujours exactement son effet sur la durée d'amortissement. Aux tarifs actuels, les quadiréacteurs

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids total (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations	
HUNTING	President	19,66	14,02	12	6 130	2 moteurs Alvis-Leonides 12 701 de 560 ch	308	1 445	Transport léger dérivé du transport militaire Pembroke.	
	707	24	23,60	48	18 840	2 turboréacteurs Bristol Orpheus 810 de 2 360 kg	740	2 300	Moyen courrier à l'étude.	
	MILES	Caravan	23,41	11,58	15	3 630	2 moteurs Lycoming GSO-480 de 340 ch	280		Version Turbo-Caravan avec 2 Turboméca Astazou de 320 ch.
	SCOTTISH-AVIATION	Twin-Pioneer	23,23	13,80	16	6 625	2 moteurs Alvis-Leonides de 540 ch	220	1 250	Transport léger, passagers et fret. Décolle en moins de 300 m à pleine charge.
	VICKERS-ARMSTRONGS	Viscount	28,55	24,95	44 70	28 350	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart de 1 740 ch	520	1 950	Moyen courrier. Existe en versions diverses dont les séries 810 et 840 sont de puissance accrue avec propulseurs de 2 000 ch, atteignant 600 km/h en croisière.
ITALIE	Vanguard	35,96	37,38	76 139	63 900	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne de 5 200 ch	685	5 040	Moyen courrier pour 1960.	
	VC-10	42,70	48,20	147	135 750	4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway	950		Long courrier en construction. Réacteurs groupés deux par deux à l'arrière.	
	AGUSTA	AZ8L	25,50	19,44	22 26	10 300	4 moteurs Alvis Leonides MR 22 de 470 ch	405	2 500	Moyen courrier militaire et civil.
	PIAGGIO	P 155	31,72	30	30	24 000	2 turbopropulseurs Allison T 56 de 3 750 ch	565		Amphibie.
	JAPON	YS-II	33	26,50	60 70	14 160	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDs 10 de 2 655 ch	520	1 120	Moyen courrier.
PAYS-BAS										
FOKKER	F 27 Friendship	29,55	23,5	40 44	16 200	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart R Da 7 de 2 100 ch	480	2 600	Existe en versions civiles et militaires. Version fret Freightship. Construit aux États-Unis par Fairchild.	
SUÈDE										
SAAB	Scandia	28	21,33	40	16 000	2 moteurs Pratt & Whitney R-2 180 de 1 800 ch	440			
URSS										
ANTONOV	AN 8	30	26	40	35 000	2 turbopropulseurs Kuznetsov de 5 100 ch	480	2 815	Avion cargo. Version militaire AN-4 pour 40 hommes équipés.	
	AN 10 A Ukraina	38	37	84 126	55 000	4 turbopropulseurs Kuznetsov de 4 000 ch	600	3 000	La version AN 16 à fuselage allongé permet le transport de 130 passagers.	
URSS (suite)										
ILYUSHIN	IL 18 Moskva	37,40	35,66	75 98	54 000	4 turbopropulseurs Kuznetsov de 4 000 ch	650	5 000	En service sur Aeroflot.	
	IL 14 M	31,70	22,31	24 28	17 250	2 moteurs ASh 82 T de 1 900 ch	358	1 500	En service sur les lignes polonaises LOT.	
	IL 12	31,70	21,31	27 32	17 250	2 moteurs ASh-82 FNV de 1 775 ch	350	2 000	En service sur les lignes polonaises LOT et les lignes tchèques CSA.	
TUPOLEV	Tu 114	54	47,2	120 220	187 500	4 turbopropulseurs Kuznetsov NK 012 M de 12 500 ch	855	14 500	Le plus grand et le plus lourd appareil commercial. Il est doté de 4 paires d'hélices contrarotatives.	
	Tu 110	37,5	38,3	50 100	79 380	4 turboréacteurs Lyulka de 5 200 kg	900	3 300	Moyen courrier dérivé du Tu 104.	
	Tu 104	35	37,05	50 100	70 000	2 turboréacteurs Mikulin de 6 750 kg	830	3 200	Existe en 3 versions. En service régulier sur diverses lignes russes, polonaises et tchèques.	

gagnent de l'argent même avec la moitié des places occupées; la deuxième moitié est tout bénéfice. À la moyenne des tarifs de la première classe et de la classe économique, cette deuxième moitié rapporte plus de 25 000 dollars par voyage; sur la base d'un voyage journalier, ce gain supplémentaire paye l'avion en moins d'un an. Jamais aucun moyen de transport, du taxi à l'autocar, du train au paquebot, n'a permis un amortissement à cette cadence. On s'explique mieux ensuite que la Pan American n'ait pas voulu troubler sa mise en service d'un matériel aussi précieux par des difficultés avec son

personnel navigant; sur avion à réaction, le salaire annuel de base du premier pilote est passé à 33 600 dollars, soit, toutes heures supplémentaires et indemnités comprises, à 40 000 dollars (20 millions de francs) par an pour moins de cent heures de travail par mois.

C'est à ce matériel amorti et à un personnel satisfait qu'auront à faire face, l'an prochain, les transporteurs qui auront compris un peu tard la nécessité de renouveler un parc d'avions en temps utile.

Camille ROUGERON



L'AV FRA

**Malgré une crise
industrie prouve sa
conquête de mar
ses prototypes d'**

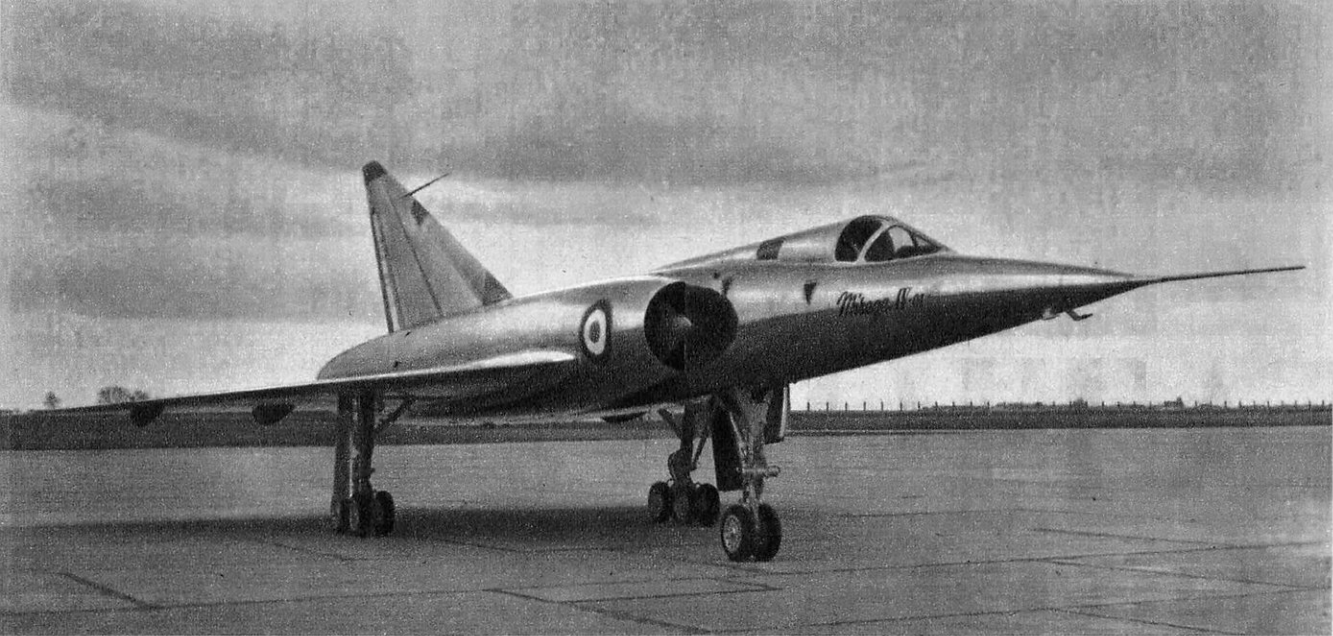
← **LA PATROUILLE DE FRANCE** en
exercice d'acrobatie sur Mystère
IV-A, monoplace d'interception et
d'attaque au sol, à aile en flèche,
qui équipe encore de très nom-
breuses formations aériennes fran-
çaises, hindoues et israéliennes.

VIATION NÇAISE

latente, notre in-
a vitalité par la
chés étrangers et
avant-garde

LE GRIFFON de Nord-Aviation, →
détenteur du record de vitesse en
circuit fermé sur 100 km avec
1 640 km/h, le précédent record
du Douglas Skyraider n'étant que de
1 171 km/h. Cet avion expérimental
a, par ailleurs, dépassé Mach 2.





LE MIRAGE IV-01, maquette volante à aile en delta du futur bombardier qui remplacera le Vautour, vient d'être présenté à Melun-Villaroche. Il est équipé de deux turboréacteurs Atar 9 qui lui permettront d'atteindre Mach 2.

LE XXIII^e Salon de l'Aéronautique fut, pour les spécialistes du monde entier, celui de la stupéfaction. Stupéfaction devant l'éblouissante vitrine que présentait notre industrie aéronautique. Et comme nos produits étaient assez mal connus à l'étranger, ce fut, pour beaucoup, une révélation.

Deux années ont passé et cette fois, malgré les mesures économiques qui ont conduit à l'abandon de nombreux matériels, l'industrie aéronautique française possède encore un éventail de machines assez important, et nous n'avons pas à rougir de ce que nous présentons au Bourget.

Ce brillant éventaire ne pourra cependant cacher la crise qui couve dans notre industrie aéronautique comme dans toutes les industries aéronautiques du monde, due à l'hégémonie de l'engin sur le plan militaire, entraînant une importante réduction des commandes des matériels traditionnels.

Virage vers l'exportation

On dit souvent « à quelque chose malheur est bon ». Il serait trop long de donner ici le détail des initiatives prises pour faire mieux connaître notre matériel aéronautique à l'étranger. Disons seulement que de nombreux types d'appareils ont fait l'objet de tournées de présentation dans les deux hémisphères et que, sous l'égide de l'Union Syndicale des Industries Aéronautiques, des stands collectifs ont été organisés dans une dizaine de Foires-expositions.

Depuis trois ans, notre industrie aéronautique connaît ainsi de beaux succès commerciaux à l'étranger : ventes d'appareils complets, d'éléments à assembler, cessions de licences.

Sur un plan parallèle, on assiste à une orientation vers de nouvelles spécialités d'avant-garde, engins ou énergie nucléaire, tandis qu'une partie du potentiel industriel et humain est reconvertie à des travaux extra-aéronautiques, ou des activités annexes. Entre autres exemples, la S.N.E.C.M.A. dirige ses efforts vers un certain nombre de secteurs de l'industrie civile, tandis que Bréguet assure à Déols le fonctionnement d'un centre d'entretien, de révision et de réparation d'une grande partie du matériel des escadres américaines.

La situation est plus grave dans les bureaux d'études et ateliers de prototypes. A l'heure actuelle, le nombre des prototypes en fabrication en France se compte sur les cinq doigts de la main. Ce qui veut dire que plus de la moitié de nos équipes de chercheurs, d'ingénieurs et d'ouvriers spécialisés, que dix ans de travail avaient mis au fait des dernières évolutions de la technique, sont sans travail ou s'orientent vers d'autres activités.

Tous les espoirs sont cependant permis, car dans le domaine de la vente à l'étranger,

LE VAUTOUR est un avion toutes missions, d'attaque au sol ou de bombardement (version ci-contre). La version chasseur de nuit est dotée d'un armement très puissant. →

le tout est de s'établir une clientèle. Il faut beaucoup moins d'efforts ensuite pour la conserver. Une autre raison d'espérer, est le Marché Commun et la collaboration européenne.

Gardons-nous donc du pessimisme. La pression des événements et la nécessité de survivre peuvent, au contraire, accélérer le développement commercial de nos industries.

Mais ce n'est pas en deux ans que l'on apprend ce que d'autres ont appris en douze.

Après ce bref aperçu de la situation actuelle, voyons, catégorie par catégorie, ce que sont

nos productions aéronautiques, tant dans le domaine militaire que civil.

Les intercepteurs

Le pluriel employé pour ce titre est, en fait, un peu ambitieux puisque, depuis l'abandon du « Trident », un seul intercepteur moderne demeure en essais : le Mirage III A.

Ce monoplace à aile en delta, pesant moins de 8 t en charge, se posant et décollant en environ 600 m sur des surfaces sommairement préparées, a la réputation d'être une machine



AVIATION FRANÇAISE

CONSTRUCTEUR	ENVER- GURE (m)	LON- GUEUR (m)	POIDS TOTAL (kg)	MOTEURS (PUISSANCE OU POUSSÉE AU DÉCOLLAGE)	VITESSE MAX. (km/h)	OBSERVATIONS
BOISAVIA B 60 Mercurey	11,38	7,2	1 277	1 moteur Lycoming de 180 ch	200	4/5 places. Versions avec moteur Conti- nental de 240 ch ou Salmson Argus 230 ch. Train fixe. Autonomie 1 200 km.
BREGUET 765 Deux-Ponts- Sahara	43	29	54 000	4 moteurs Pratt & Whitney R 2 800-CB 17 de 2 400 ch	400	Cargo mixte, 150 hommes équipés. Autonomie 4 000 km.
1005 Taon	9,15	13,26	5 500	1 turboréacteur Bristol Orpheus 12 de 3 400 kg	M 1	Chasseur tactique monoplace à réaction type OTAN.
1050 Alizé	15,60	13,7	8 000	1 turbopropulseur Rolls- Royce Dart RDA 7 de 1 975 ch	425	Triplace anti-sous-marins pour porte- avions; bombes et roquettes. Autonomie 2 500 km.
940 Integral	17,5	12	6 500	4 turbopropulseurs Turbomeca de 400 ch	380	Avion expérimental à voilure soufflée; décollage en 60 m, atterrissage en 35 m. Train fixe.
941	23,20	20,65	1 800	4 turbopropulseurs General Electric de 1 050 ch	480	Version de série du précédent.
G.A.M. DASSAULT Mystère IV A	11,12	12,85	7 500	1 turboréacteur Hispano- Suiza Verdon de 3 500 kg	1120	Interception ou attaque au sol, mono- place, aile en flèche, siège éjectable; 2 canons de 30 mm et 55 fusées. Version Mystère IV B avec SNECMA Atar 101 G à post-combustion.
Super Mystère B 2	10,50	14	10 000	1 turboréacteur SNECMA Atar GI de 4 400 kg avec post-combustion	M > 1	Monoplace d'interception à grande alti- tude et d'attaque au sol. Plafond 17 000 m. 2 canons de 30 mm, 35 roquettes, engins, bombes.
Étendard IV M	9,60	14,40	8 800	1 turboréacteur SNECMA Atar 8 de 4 400 kg	M 1,1	Monoplace d'interception et d'attaque au sol pour porte-avions; aile en flèche. Plafond 15 500 m. 2 canons de 30 mm, roquettes, engins.
Mirage III C	7,58	12,65	8 000	1 turboréacteur SNECMA Atar 9 de 6 000 kg avec post-combustion + fusée SEPR de 1 500 kg	M 2	Monoplace d'interception à haute alti- tude et d'attaque au sol. Peut utiliser des terrains sommairement aménagés. Pla- fond 25 000 m. 2 canons de 30 mm, bombes, engins air-air Nord 5103.
Mirage IV				2 turboréacteurs Atar 9 de 6 000 kg	M 2	Maquette volante d'un bombardier en delta de Mach 3 avec 2 Super-Atar ou 2 Pratt et Whitney J 79.
Méditerranée MD	16,40	14	6 000	2 turbopropulseurs Turbo- meca Bastan de 805 ch	545	Transport léger civil et militaire. 10 pas- sagers. Autonomie 2 500 km. Peut utili- ser les terrains sommairement aménagés. Versions: MD 415 Communauté et MD 410 Spirale.

excellente, d'un pilotage facile dans toute la gamme des vitesses qui lui sont permises, et il est susceptible de remplir plusieurs missions dans les meilleures conditions.

La première série de 100 machines commandée il y a quelques mois est à valoir sur une série prévue de 300 unités en version « III C », c'est-à-dire équipées d'un radar perfectionné.

Un prototype du « III B » biplace est, lui aussi, en fabrication. Pouvant être utilisé opérationnellement, il est surtout prévu pour la transition des pilotes sur le « III C ». Une autre version, encore au stade de l'étude, est le « III D », d'attaque au sol et de reconnaissance.

L'une des caractéristiques les plus inté-

ressantes du « Mirage » est sa facilité d'adaptation. Une équipe de six hommes peut, en trois minutes, transformer un « Mirage » équipé en intercepteur à haute altitude en version chasseur, c'est-à-dire avec armement classique de canons à la place des engins d'interception, et réservoirs de kérosène à la place de la fusée.

Cette fusée S.E.P.R. 841, très facilement amovible, donne une poussée de 1 600 kg qui vient s'ajouter aux 6 000 kg de l'« Atar 9 » à post-combustion de la S.N.E.C.M.A., d'où un rapport poids/poussée voisin de 1 à pleine charge. Aussi le « Mirage », en ses différentes versions équipées de la fusée, est-il doué d'une vitesse ascensionnelle exceptionnelle, que l'on peut estimer à 200 m/s.

CONSTRUCTEUR	ENVER- GURE (m)	LON- GUEUR (m)	POIDS TOTAL (kg)	MOTEURS (PUISSANCE OU POUSSÉE AU DÉCOLLAGE)	VITESSE MAX. (km/h)	OBSERVATIONS
GATARD						
Statoplan 01	8	4,6	380	1 moteur Poinard de 32 ch	138	Biplace léger en tandem. Train fixe. Décolle en 85 m.
Statoplan 02	6,40	4,40	280	1 moteur Volkswagen adapté de 26 ch	160	Monoplace léger. Train fixe.
Statoplan 03			550	1 moteur de 90 ch.		Biplace léger côte-à-côte.
HUREL-DUBOIS						
HD 34	45,16	23,61	19400	2 moteurs Wright 982-C9 de 1525 ch	275	Cargo mixte. Aile à grand allongement, train tricycle fixe. Équipage 3 hommes. Autonomie 2 200 km. Commandé par l'Institut Géographique National.
JODEL						
Dr 100 Ambassadeur	8,75	6,51	740	1 moteur Continental C 9014 F de 90 ch	210	Tourisme triplace. Construit par la Société Aéronautique Normande. Autonomie 1 170 km. Train fixe.
D 112 Club	8,22	6,36	530	1 moteur Continental de 65 ch	180	Tourisme biplace, train fixe. Construit par Wassmer.
D 117 Grand Tourisme	8,22	6,50	617	1 moteur Continental de 90 ch	190	Tourisme biplace, train fixe, autonomie 1 170 km. Construit par la S.A. Normande.
D 120 Paris-Nice	8,22	6,36	650	1 moteur Continental de 90 ch	205	Tourisme biplace. Construit par Wassmer. Version de luxe du D 112.
D 140 Mousquetaire	10,20	7,9	1 200	1 moteur Lycoming de 180 ch	280	Tourisme 4/5 places. Train fixe. Autonomie 2 000 km. Construit par la S.A. Normande.
JURCA						
MJ2 Tempête	6	5,7	400	1 moteur Continental de 65 ou 90 ch	230	Tourisme monoplace. Train fixe. Peut être construit par un amateur.
LEGRAND						
LS 50 Dauphin	9,56	6,42	694	1 moteur Continental C 90-4 F de 90 ch	190	Biplace, tourisme, école, remorquage planeur. Autonomie 1 000 km. Version dérivée en projet LS 60.
MAX HOLSTE						
MH 1521 Broussard	13,75	8,65	2 700	1 moteur Pratt & Whitney R 985 de 450 ch	260	Transport militaire, 6 places. Plafond 5 800 m. Autonomie 1 200 km.
MH 250	21,85	17,06	8 244	2 turbopropulseurs Turboméca Bastan ou Bristol-Siddeley ou Lycoming T 53	350	Transport 22 places. Autonomie 2 000 km.
SUPER BROUSSARD						
MORANE-SAULNIER						
MS 760 Paris	10,15	10,05	3 400	2 turboréacteurs Turboméca Marboré II de 400 kg	650	Quadriplace d'entraînement et de liaison. Autonomie 1 400 km avec réservoirs supplémentaires.
MS 1 500	13,06	10,58	2 750	1 turbopropulseur Turboméca Bastan de 650 ch	315	Biplace en tandem d'observation et d'appui. Train fixe. Autonomie 1 200 km. 4 mitrailleuses de 7,5 mm, 2 bombes ou 4 engins SS-II. Décollage et atterrissage sur terrains sommairement aménagés.
ÉPÉVIER						

SUITE PAGE 34

Une dizaine de variantes d'armement sont connues, qui associent canons, roquettes, bombes au napalm, réservoirs supplémentaires, bombes atomiques tactiques et containers spécialisés (reconnaissance-photo, contre-mesures, etc.).

Dans la catégorie des intercepteurs, il convient d'ajouter le Dassault « Super-Mystère SM-B2 » excellente machine mais dont les performances sont déjà dépassées sur le plan international, bien qu'il soit le plus rapide des avions de combat ouest-européens. Commandé à l'origine à 260 exemplaires, sa série a été réduite à 180 unités, mais il se peut que des commandes étrangères interviennent et prolongent sa production.

Les avions de combat

Nous avons classé sous cette rubrique les appareils pouvant remplir des missions beaucoup plus différenciées que celles couvertes par le « Mirage III ».

On trouve d'abord le Dassault « Mirage IV » qui, en attendant notre engin de représailles, doit être le porteur de la bombe atomique nationale. Ce biplace à aile en delta, pesant une vingtaine de tonnes, sera, dans sa première version, équipé de deux réacteurs S.N.E.C.M.A. « Atar 9 ». Sa version opérationnelle sera très différente du prototype.

Il est vraisemblable que sa charge offensive sera placée dans un container profilé suspendu sous le fuselage, comme pour le

SUITE PAGE 32



LE DJINN, qui a longtemps disputé le record d'altitude à l'Alouette, est lui aussi très apprécié pour ses énormes qualités et la grande diversité de ses emplois.



L'ALOUETTE II, qui détient le record d'altitude, a été largement adopté à l'étranger ; il a été en particulier expérimenté par l'U.S. Navy sur un de ses destroyers.



Hélicoptères et VTOL français tiennent la vedette

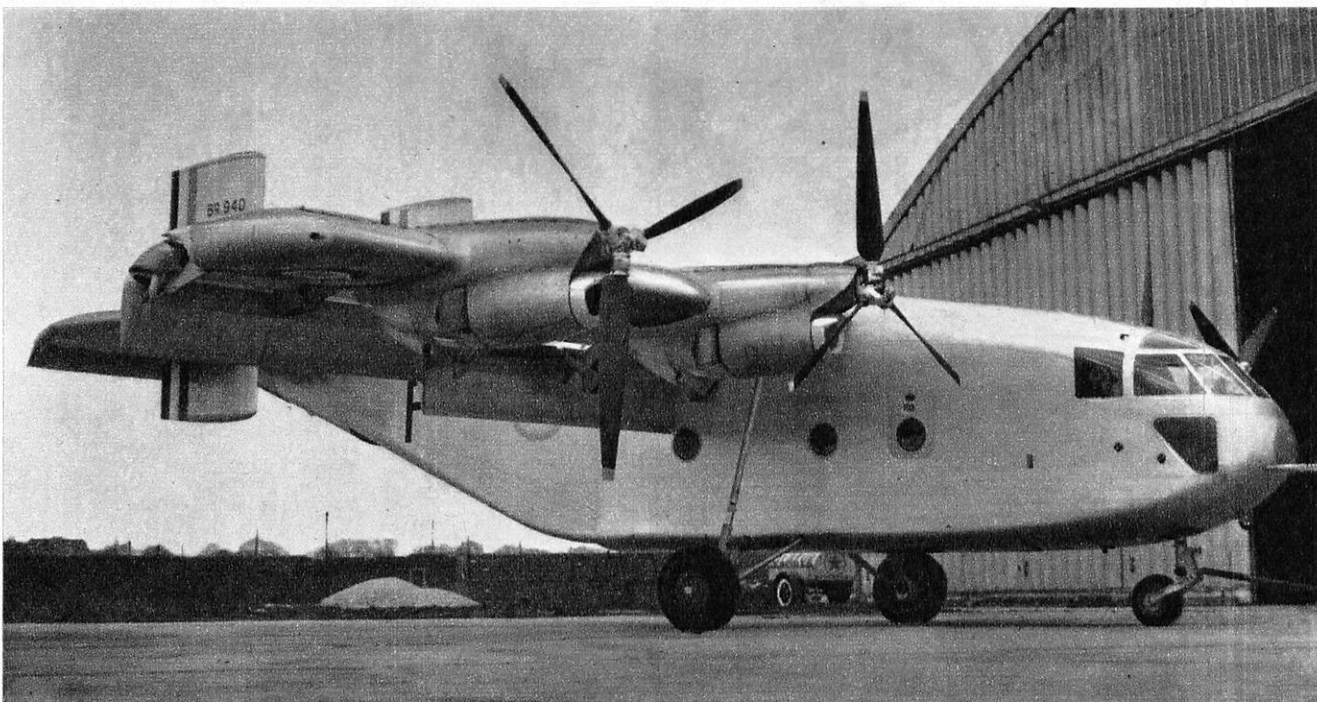
DEPUIS quelques années, notre industrie aéronautique a su conquérir sur les marchés internationaux une place qui se consolide tous les jours et, bien que réduits à deux modèles, le Djinn et l'Alouette II, nos hélicoptères y tiennent la vedette, volant actuellement dans plus de 25 pays différents.

Le « Super Alouette » lui-même, digne successeur de ces deux grandes réussites de Sud-Aviation, suscite un très grand intérêt dans le monde : aux États-Unis, la Société Republic Aviation Corporation, qui a déjà acquis la licence de l'Alouette, a déclaré son intérêt pour ce nouvel appareil de 8 tonnes qui répond à un besoin international. Quant au futur Bréguet 941 « Intégral », dont la maquette grandeur nature a déjà été construite, il intéresse de nombreuses compagnies qui voient en lui l'appareil idéal pour la desserte des lieux d'accès difficile.



↑
LE « SUPER ALOUETTE » SE-3200 de 8 tonnes
 pourra transporter de 28 à 30 passagers. Il sera
 équipé de trois Turboméca « Turmo » III de 750 ch.

LE BRÉGUET 940 « INTÉGRAL », capable de dé-
 coller sur moins de 150 m, préfigure le futur appareil
 à ailes soufflées de 7 tonnes de charge utile, le « 941 ».



Convair B-58 «Hustler», tout le volume disponible intérieurement étant réservé au carburant. Son nez portera une perche de ravitaillement en vol et abritera un radar. Des vitesses de l'ordre de Mach 2 doivent être aisément à sa portée. Il sera peut-être amené à prendre le relais du «Mirage III» comme intercepteur, étant alors utilisé comme plate-forme de départ pour engins à long rayon d'action.

Une autre machine, commandée en prototype selon le même programme, a été abandonnée il y a un an environ : il s'agit du «Super Vautour»; quant au «Vautour» actuel, le SO-4050, dont la production est sur le point de toucher à sa fin, il est construit en trois versions : chasse «tous-temps», attaque au sol et bombardement sous les dénominations «Vautour IIN», «II A» et «II B».

Cet appareil possède d'excellentes qualités de pilotage et des performances fort honorables, mais il est néanmoins largement dépassé, n'étant supersonique qu'en piqué. Dans sa version de bombardement, il faut le considérer comme une transition en attendant le «Mirage IV».

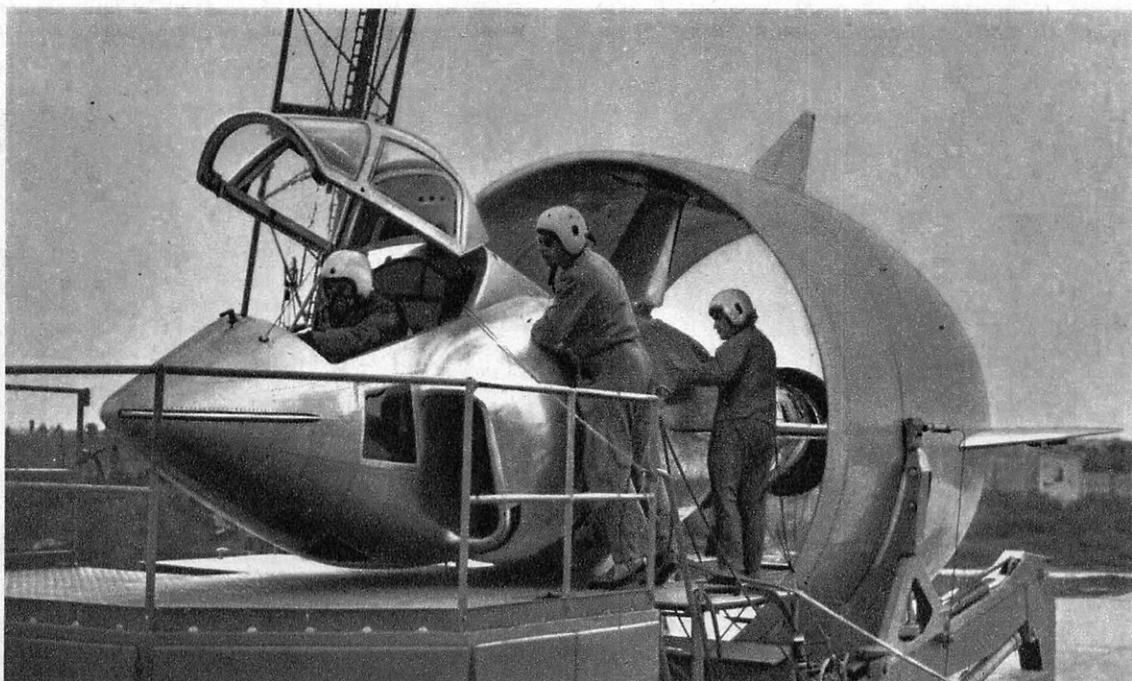
Nous ne citerons que pour mémoire le

«Mystère IV», dont la production est aujourd'hui terminée, mais qui équipe encore plusieurs formations de notre Armée de l'Air, ainsi que les forces aériennes hindoues et israéliennes. Il fut au total construit à 420 exemplaires.

Le concours du chasseur léger de l'O.T.A.N. qui opposait le Dassault «Étendard» et le Bréguet 1001 «Taon» au Fiat G-91 n'a pas eu pour l'aviation française les résultats espérés. Après la sélection du Fiat, vainqueur de la confrontation comme «première génération», la commande du Bréguet comme seconde génération avait été décidée. Or cette décision a été rapportée au milieu de l'année dernière, pour passer directement au chasseur d'appui décollant à la verticale.

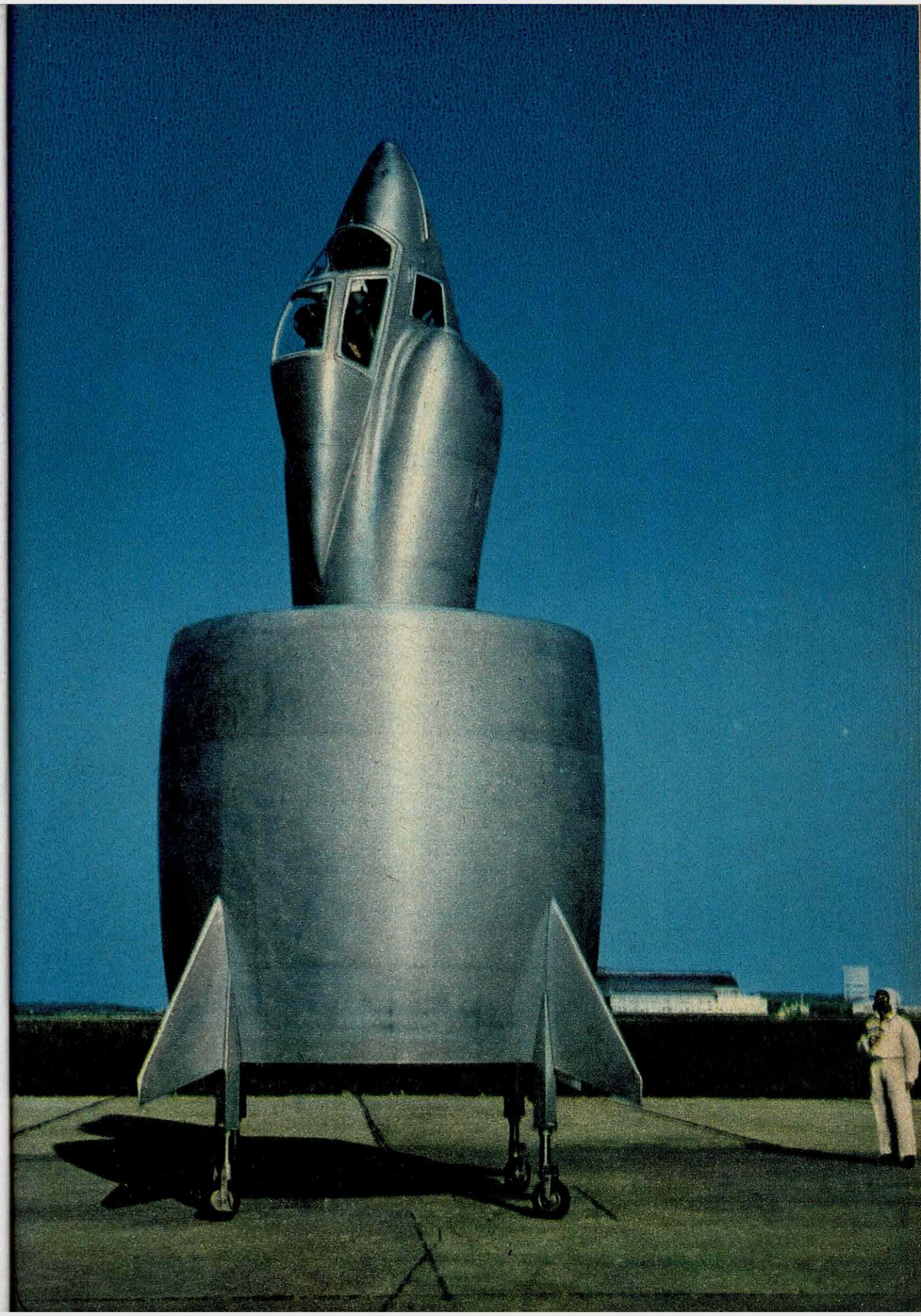
Ce revirement a évidemment lésé Bréguet qui avait pratiquement terminé l'étude de la machine définitive, le 1005 «Taon II» équipé d'un réacteur «Orphée 12» à post-combustion, très largement supersonique à toutes altitudes.

Toujours dans la même catégorie des avions d'appui terrestre, ou de coopération, mais à l'échelle au-dessous, nous rencontrons trois appareils nés de l'expérience de la campagne d'Algérie, quoique de classes tout à



Le Coléoptère de la SNECMA

Cet appareil, qui termine ses essais sous portique à Melun-Villaroche, n'est encore qu'une maquette de l'appareil définitif dont on attend des vitesses de l'ordre de Mach 3. En plus de son rôle habituel, l'aile annulaire constituera la chambre de combustion du futur statoréacteur associé au réacteur central.



AVIATION FRANÇAISE (suite)

CONSTRUCTEUR	ENVER- GURE (m)	LON- GUEUR (m)	POIDS TOTAL (kg)	MOTEURS (PUISSANCE OU POUSSÉE AU DÉCOLLAGE)	VITESSE MAX. (km/h)	OBSERVATIONS
MS 733 Alcyon	11,29	9,34	1 750	1 moteur Potez 6 D de 230 ch	260	Triplace, école, liaison, police.
NORD						
1 500 Griffon I et II	8,10	15,72	6 800	1 turboréacteur SNECMA Atar 101 E3 de 3 000 kg + 1 statoréacteur concentrique	M > 2	Intercepteur à aile en delta dérivé du Gerfaut I. A établi le record des 100 km en circuit fermé à 1 640 km/h.
3 400	13,10	8,45	1 350	1 moteur Potez 4 D 34 de 260 ch	200	Biplace d'observation pour l'artillerie et d'évacuation. Train fixe. Autonomie 1 000 km. Décolle en moins de 100 m.
3202	9,50	8,12	1 220	1 moteur Potez 4 D 32 de 240 ch	260	Biplace en tandem d'entraînement. Autonomie 1 000 km.
Noratlas 2502	33,6 -	21,96	23 000	2 moteurs Bristol Hercules de 2 068 ch + 2 turbo-réacteurs Turboméca Marboré II de 400 kg	350	Transport militaire ou mixte (45 passagers). Également construit en Allemagne. Le modèle 2 508, plus puissant, est équipé de Pratt & Whitney de 2 500 ch.
PAYEN						
Pa. 60 Arbalète	8,80	5,06	555	1 moteur Kaiser de 90 ch.		Biplace côte-à-côte, aile en delta. Version Pa. 61 triplace avec moteur 125 ch.
PIEL						
Émeraude CP 30	8,02	6,40	500	1 moteur Continental de 65 ch	180	Biplace léger. Train fixe, siège côte-côte, double commande. Autonomie 1 000 km.
CP 301A	8,02	6,40	610	1 moteur Continental de 90 ch	230	Construit par Coopavia.
POTÉZ-AIR-FOUGA						
CM 170 R Magister	11,30	10	3 165	2 turboréacteurs Turboméca Marboré II de 400 kg	780	Biplace d'entraînement ou tourisme 4 places, armé de 2 mitrailleuses de 7,5 mm, fusées air-sol, 2 bombes. Construit en Allemagne et en Israël.
CM 175 Esquif	11,30	10,20	3 200	2 turboréacteurs Turboméca Marboré II	780	Version du 170 pour porte-avions.
SNECMA						
Atar volant C 400 P			2 500	1 turboréacteur Atar de 2 900 kg		Engin à décollage vertical : P1 expérimental, P2 et P3 avec poste de pilotage et siège éjectable.
Coléoptère C 45 C-CI	3,2	8	2 800	1 turboréacteur Atar 101EU de 3 700 kg	950	Monoplace dérivé de l'Atar volant avec voilure annulaire permettant le vol horizontal.
SUD-AVIATION						
SE 210 Caravelle	34,3	32	44 000	2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA 29 de 5 300 kg	850	Moyen courrier commandé par Air France, Air Algérie, Air Maroc, SAS, Finnair, Swissair et Air-Varig (Brésil). 64/80 passagers. Cabine pressurisée. Autonomie 3 000 km.
SE 212 Durandal	6,5	11	4 000	1 turboréacteur SNECMA Atar de 4 500 kg avec post-combustion + fusée SEPR de 1 600 kg	1 700	Monoplace. Intercepteur léger supersonique. Plafond 17 000 m. Armement conventionnel + engin Matra 510 air-air.
SE 116 Voltigeur	18	12,50	7 000	2 moteurs de 800 ch ou 2 turbopropulseurs Bastan de 805 ch	450	Appui tactique et liaison. Autonomie 1 900 km. 2 canons de 30 mm, bombes. Version civile : SE 118 Diplomate.
SO 4050 Vautour	15	15	20 000	2 turboréacteurs SNECMA Atar E de 3 500 kg	1 100	Monoplace ou biplace tous usages. Armement suivant mission. Plafond 15 000. Autonomie 2 500 km.
SE 3130 Alouette II	diamètre du rotor : 10,20		1 500	1 turbine libre Turboméca Artouste II de 350 ch	177	5 places, tous usages. Rotor 3 pales, plafond 8 000 m. Autonomie 3 h 15. Fabriqué sous licence aux États-Unis et en Suède. Record d'altitude avec 10 983 m. Modèle de luxe SE Gouverneur ou SE 3140 (400 ch) qui peut porter 6 engins antichars Nord SS-II.
SE 3200						
Super Alouette	diamètre du rotor : 15		7 000	3 turbines libres Turboméca Turmo III	220	Hélicoptère en construction. Monorotor. 28 passagers.
SO 1221 Djinn	diamètre du rotor : 11		800	1 turbocompresseur Turboméca Palouste IV de 240 ch	130	Biplace. Rotor bipale entraîné par réaction d'air comprimé et éjecté en bouts de pales. Autonomie 180 km. A établi un record d'altitude à 8 482 m. Toutes applications civiles (traitements agricoles, etc.) et militaires (peut emporter des engins anti-chars Nord SS-II). Acheté par les États-Unis et l'Allemagne de l'Ouest.
WASSMER						
WA 40	10	7,6	1 100	1 moteur Lycoming de 180 ch	255	Tourisme 4 places. Train tricycle escamotable. Autonomie 1 500 km.

fait différentes. Nous voulons parler des avions légers de police SIPA 1100, Sud-Aviation « Voltigeur » et Morane-Saulnier « Épervier », auxquels il faut ajouter le Dassault 415 qui, visant la même utilisation, est de formule un peu différente.

Le choix final ne saurait tarder et il semble bien qu'une commande de série d'un des bimoteurs et de l'« Épervier » doive intervenir prochainement.

Transports militaires

Le « cheval de trait » de l'Armée de l'Air est actuellement le Nord 2501 « Noratlas », qui existe aussi en plusieurs versions civiles. Ce cargo bipoutre équipe depuis trois ans la plus grande partie des formations de transport de l'Armée de l'Air. Sur la série de 230, lancée actuellement, une vingtaine de machines demeurent à livrer. Il est cependant question d'une nouvelle commande pour l'Armée de l'Air et certains marchés en discussion à l'étranger doivent se matérialiser prochainement. Cela permettrait d'assurer la soudure avec le début de production du cargo franco-allemand actuellement en cours d'étude.

Destiné aux emplois civils et militaires, cet appareil aura vraisemblablement une aile haute et un fuselage à rampe arrière. Propulsé par deux Rolls-Royce « Tyne », ce projet, qui porte la dénomination C-40, aura un poids total de 45 tonnes et une charge utile de 8 tonnes.

A ses escadres équipées de « Noratlas », l'Armée de l'Air en joint une équipée de deux Bréguet 761 « Deux-Ponts », et de quatre 765 « Sahara ».

On a parlé, et on parle encore, d'une version de transport militaire et de ravitaillement en vol de la « Caravelle », mais rien de bien précis n'est connu à ce sujet.

Nous devons aussi faire mention ici du Holste « Super-Broussard » et du Bréguet 941.

En ce qui concerne les avions d'entraînement, Morane a terminé la production de son MS-733 « Alcyon », qui sera sans doute le dernier avion d'entraînement à moteur de l'Armée de l'Air. Celle-ci pratique désormais l'entraînement « ab initio » sur avion à réaction avec le Fouga « Magister » dont Potez-Air Fouga, en collaboration avec Sud-Aviation, Latécoère et Morane-Saulnier, produit une série de 320 unités.

Le Morane-Saulnier MS-760 « Paris » peut se rattacher à la catégorie des avions d'entraînement, bien que spécifiquement commandé pour assurer la relève des avions de liaison de l'Armée de l'Air actuellement à

bout de souffle. Dérivé du biplace d'entraînement « Fleuret », qui fut en son temps le concurrent redoutable du « Magister », le « Paris » est le premier quadriplace de liaison à réaction du monde. L'Armée de l'Air et l'Aéronavale en ont commandé une cinquantaine d'exemplaires tandis que l'Argentine en achetait 48 à assembler, ainsi que la licence de production. De son côté, la Beech Aircraft Corporation a pris, il y a plusieurs années déjà, une option pour la fabrication du « Paris » aux U.S.A.

Pour en terminer avec les appareils de servitude, nous devons dire un mot du Max Holste MH-1521 « Broussard », dont une série de 350 unités est en production, la plus grande partie pour les forces militaires françaises. Ce robuste et rustique monomoteur de 450 ch est l'avion idéal pour l'outre-mer et il effectue en Algérie des dizaines de missions quotidiennes. Plusieurs dizaines de « Broussard » ont été exportées pour des utilisations militaires et civiles.

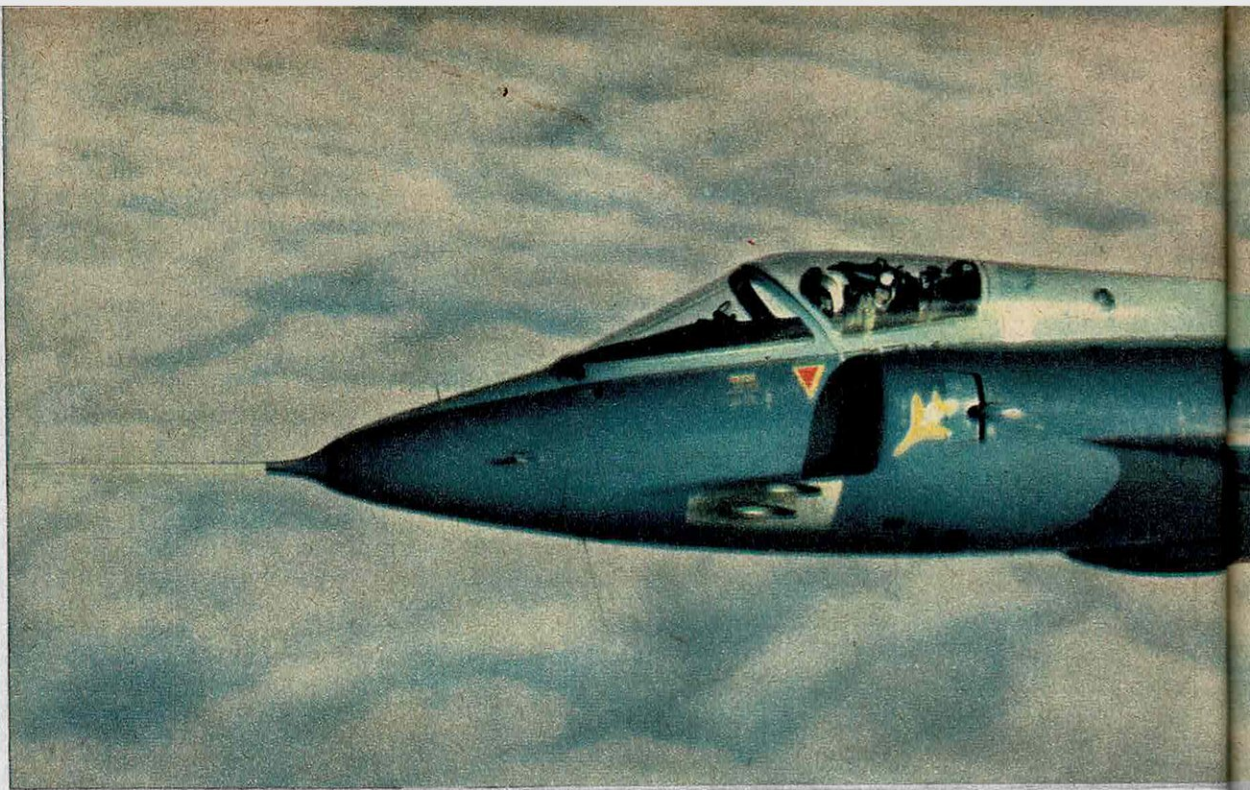
L'aéronavale et l'armée de terre

Depuis la Libération, l'Aéronavale n'a pratiquement utilisé que des matériels étrangers. La première production nationale a été le SE « Aquilon », d'ailleurs construit sous licence anglaise.

Depuis l'année dernière, les marins commencent à rééquiper leurs formations avec des matériels de conception et de production nationale et, récemment, le Ministère de la Marine a passé commande d'une première série de 50 Dassault « Étendard IV M » à réacteur S.N.E.C.M.A. « Atar 8 » de 4 400 kg de poussée. Ce monoplace d'attaque et d'interception, supersonique en vol horizontal, puissamment armé, susceptible d'être utilisé aisément au départ de bases terrestres, intéresse plusieurs pays étrangers, dont l'Argentine, l'Inde et les Pays-Bas, qui possèdent des porte-avions de moyen tonnage. Une pré-série de 5 est en cours de livraison et les premiers avions de série devraient voler en 1961.

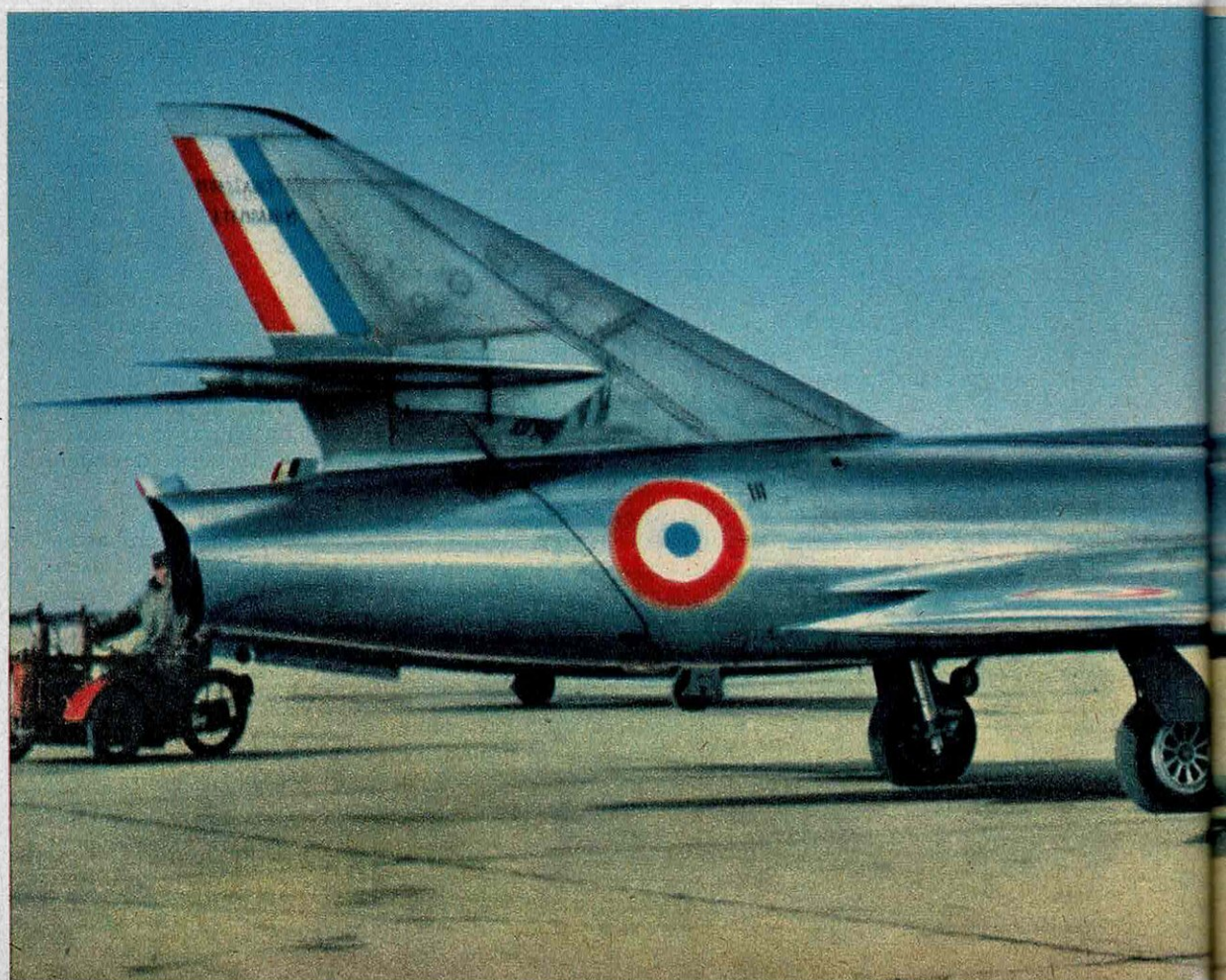
Pour la lutte anti-sous-marins, l'Aéronavale a commandé le triplace embarqué Bréguet 1050 « Alizé » à turbo-propulseur « Dart », qui intéresse les mêmes pays que l'« Étendard IV M ».

Il y a quelques années, l'Aéronavale était prête à acquérir un patrouilleur de haute mer de fabrication nationale. Plusieurs projets lui furent soumis qui étaient des adaptations de matériels de transport existants, à savoir le « Noratlas », le Bréguet « Deux-Ponts » et le Hurel-Dubois. Celui-ci, long-



Le Bréguet 1001 Taon, chasseur léger le plus rapide sur 1 000 km

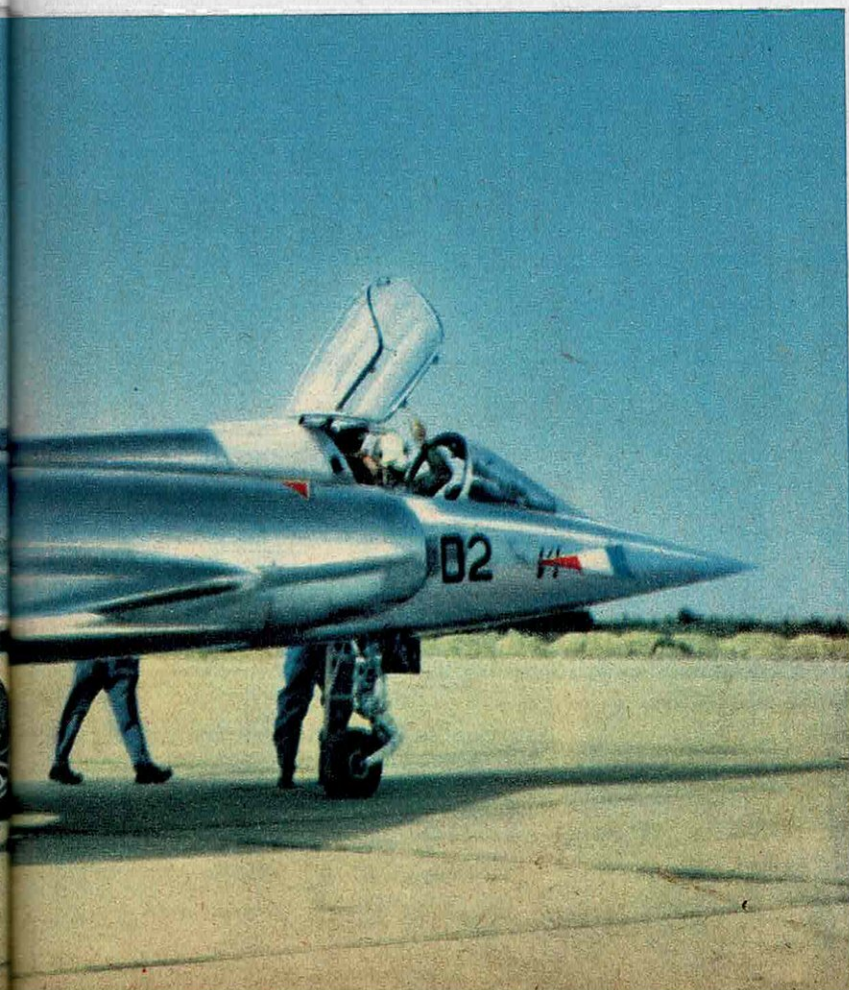
Le Dassault Étendard IV, chasseur embarqué de la Marine Nationale





Appareils du type chas- seur léger

CES deux appareils ont été les concurrents français malheureux du concours «chasseur léger» de l'OTAN, l'appareil adopté ayant été le Fiat G-91. Le Taon avait cependant pour lui sa conception très révolutionnaire : avion à la fois léger et économique, se contentant de pistes sommairement aménagées, on lui doit un record de vitesse sur 1 000 km à la moyenne de 1 045 km/h. L'Étendard IV a eu plus de chance dans la Marine Nationale comme chasseur embarqué : monoplace d'attaque et d'interception supersonique en vol horizontal, il est puissamment armé. Commandé à 50 exemplaires, il sortira en série en 1961. L'Argentine, l'Inde et les Pays-Bas s'y intéressent également, mais comme appareil de lutte anti-sous-marins.



TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS FRANÇAIS

CONSTRUCTEUR ET TYPE	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COMBUSTION	TURBINE	POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch)	POIDS (kg)	OBSERVATIONS
DASSAULT R 7 Farandole	axial 7 étages	annulaire	1 étage	1 400 kg (1850) (1)	340	Turboréacteur dérivé de l'Armstrong-Siddeley Viper.
HISPANO-SUIZA R-804	axial 7 étages	annulaire	1 étage	1500 kg (2020) (1)	308	Turboréacteur.
NORD ST 450					200	Statoréacteur.
SNECMA Atar 101 G	axial 8 étages	annulaire	1 étage	(4 400 kg) (1)	1 240	Turboréacteur avec postcombustion (version 101 G4, poussée 4 700 kg). Équipe Dassault Mystère IV B et Super Mystère B 2.
Atar 8	axial 9 étages	annulaire	2 étages	4 400 kg	990	Turboréacteur. Équipe Étendard IV M.
Atar 9	axial 9 étages	annulaire	2 étages	(6 000 kg) (1)	1 250	Turboréacteur avec postcombustion. Équipe Dassault Mirage IV A, Super Mystère B 4.
TURBOMECA Palas I	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	170 kg	72,5	Turboréacteur.
Arbizon II	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	250 kg	140	Turboréacteur.
Marboré II	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	400 kg	146	Turboréacteur (construit aussi sous licence à l'étranger). Équipe Fouga Magister, Morane Paris, avion-cible Nord CT 20, Neeff F 400 Cobra, etc.
Gabizo	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	(1 540 kg) (1)	440	Turboréacteur avec postcombustion.
Gourdon	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	640 kg	170	Turboréacteur.
Astazou	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	405 ch	110	Turbopropulseur.
Bastan	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	805 ch	212	Turbopropulseur. Équipe Morane 1 500, MD Méditerranée, SE Voltigeur.
Turmo III	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	750 ch	195	Turbine libre. Construit sous licence par Blackburn (G.-B.).
Artouste III	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	600 ch	145	Turbopropulseur. Construit sous licence par Blackburn (G.-B.).
Palouste IV	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages		90	Turbocompresseur. Équipe hélicoptère Djinn. Construit sous licence par Blackburn (G.-B.).
Autan II	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages		120	Turbocompresseur.
Tramontane	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages		170	Turbocompresseur.

(1) avec postcombustion.

temps favori, fut néanmoins abandonné.

Plusieurs pays de l'O.T.A.N. envisagent de choisir un bi-turbopropulseur de 38 t, produit en commun. Parmi les nombreux projets soumis, celui de Bréguet, le Br. 1150, a été sélectionné et il semble bien que sa construction soit entreprise au début de l'hiver prochain.

Dans le domaine des avions d'entraînement, l'Aéronavale utilise depuis longtemps déjà des Morane 475 et 733. Elle a de plus commandé 30 exemplaires d'un dérivé marin du « Magister », le CM-175 M « Esquif » dont les premières livraisons ont été effectuées.

A l'intention de l'aviation légère de l'Armée de Terre, le Ministère de la Défense vient de commander 100 Nord 3400 d'observation d'artillerie et 100 Nord 3202 biplace-école. Tous deux sont construits en métal avec revêtement en toile et sont équipés du même moteur Potez 4D, le premier de la version 4D34 de 260 ch, et le second de la version 4D32 de 240 ch.

Les matériels civils

En tête des avions de transport français, nous trouvons évidemment la « Caravelle », porte-drapeau de notre industrie aéronau-

tique et certainement l'avion français actuellement le plus connu dans le monde.

Ce bi-réacteur moyen-courrier, qui fut le premier à matérialiser une disposition de réacteurs à laquelle d'autres avaient songé mais qu'ils n'avaient jamais appliquée, est le premier avion de transport français d'après-guerre atteignant un stade de production et de vente comparable à celui des matériels étrangers.

Les commandes étrangères se décomposent de la manière suivante : 16 appareils pour le Scandinavian Airlines System, 2 pour la Varig brésilienne et 3 pour la Finnair finlandaise. De nombreuses autres sociétés sont intéressées et l'une d'elles au moins a pris officiellement position pour une version plus puissante. Il s'agit de la Sabena belge qui a fixé son choix sur le stade 6 du développement, correspondant à un appareil avec fuselage allongé et doté de réacteurs « Conway » ou General Electric CJ-805.

Parler du Bréguet « Deux-Ponts » dépasse le cadre de cette étude que nous avons voulu limiter aux appareils en production, bien qu'il se puisse que des marchés civils soient encore trouvés pour les appareils faisant suite aux quatre « Sahara » de l'Armée de l'Air. Disons seulement que les 12 « Deux-Ponts » qu'Air France exploite depuis près de dix ans lui donnent entière satisfaction et qu'on leur doit une bonne part de la mise en valeur du Sahara.

Nous avons déjà parlé du « Noratlas » au chapitre des matériels militaires, mais nous le retrouvons ici sous ses deux formes civiles Nord 2505 et 2508, équipées, la première de deux S.N.E.C.M.A. « Hercules » de 2 040 ch et la seconde, de deux Pratt et Whitney de 2 500 ch, mais comportant toutes deux des réacteurs d'appoint « Marboré » en bouts d'aile.

A l'heure actuelle, il n'y a pas d'autres transports français en production, mais outre le cargo franco-allemand déjà mentionné, un autre projet soulève un très grand intérêt. Il s'agit du Bréguet 941, version définitive de l'avion expérimental à découplage court 940 « Intégral ». Il conserverait les mêmes principes aérodynamiques que le 940, mais serait plus gros et plus puissant puisqu'il serait équipé de quatre turbines General-Electric T-58 de 1 050 ch chacune, lui donnant une vitesse de croisière de 480 km/h avec 4 à 7 tonnes de charges.

Un autre appareil, qui se situe à mi-chemin entre le transport et le travail aérien, est le Holste « Super-Broussard » pour 28 passagers, dont le prototype a effectué ses premiers essais en avril dernier. Ce petit bi-

moteur, rustique et économique à l'image du « Broussard », a de sérieux atouts dans son jeu et devrait pouvoir donner le jour à une nombreuse famille. Le MH-250 actuel est équipé à titre expérimental de deux moteurs classiques de 600 ch, mais les versions suivantes doivent avoir des turbo-propulseurs : MH-260 avec des Turboméca « Bastan »; MH-270 avec des Lycoming T-53 et MH-280 avec des Bristol-Siddeley P-181.

Quant au « Broussard », version civile, sa qualité s'est imposée et plusieurs dizaines de « Broussard » ont été exportés, notamment sur le continent sud-américain. Un groupe financier brésilien envisagerait d'autre part la mise en fabrication de la version de transport HD-31 du Hurel-Dubois qui fut présentée là-bas il y a deux ans.

Avions légers et planeurs

Nous passerons rapidement sur ce chapitre, non pas que cette classe d'appareils soit sans intérêt, il s'en faut, mais plutôt à cause de la multiplicité des matériels en présence.

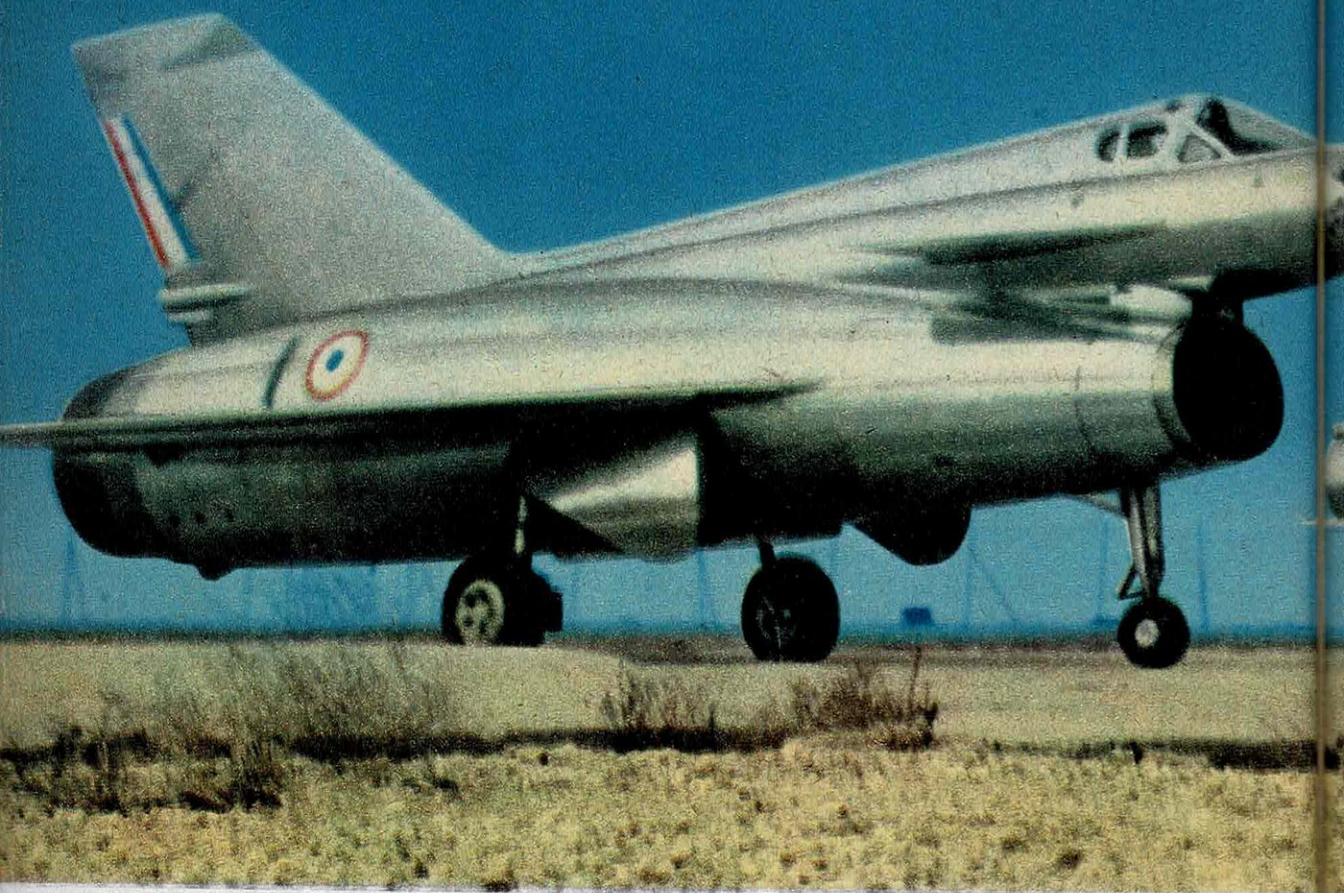
Dans la catégorie quadriplace, depuis la disparition des avions Paul Aubert, on compte un monoplan à aile haute de formule déjà ancienne mais encore apprécié aux U.S.A., le Boisavia « Mercurey », et trois monoplans à aile basse, existant au moins à l'état de prototypes : deux avions économiques à train fixe, le S.C.E.P.A. 145 de Coopavia et le Jodel D-140 « Mousquetaire », et un avion plus raffiné avec atterrisseur escamotable, le Wassmer WA-40.

Tous ces appareils sont, en l'absence d'un moteur français convenable, équipés de moteurs américains, en général le Lycoming 180 ch. A signaler que la société Scanor, a, de son côté, une version quadriplace de l'« Émeraude », le « Mascaret », en préparation.

Dans le domaine des triplaces, deux représentants : le Jodel DR-100 « Ambassadeur » de 90 ch dont la Société Aéronautique Normande vient d'entreprendre la fabrication de série en parallèle avec celle du « Mousquetaire », et le S.C.R.M. 153 avec atterrisseur escamotable.

Pour ce qui est des biplaces, outre de petites productions artisanales, trois productions industrielles sont à signaler : celle de l'« Émeraude » par Coopavia à Riom, celle du Jodel D-120 par Wassmer à Issoire et celle du Jodel D-117 par Alpavia à Gap depuis que la S.A.N. l'a abandonnée.

A ces appareils, il faut en ajouter d'autres, produits à l'origine par des amateurs qui



Deux représentants très bril

Construit pour expérimenter un combiné réacteur-statoréacteur, le Nord 1 500 « Griffon » n'a pas déçu ses créateurs. Il peut atteindre Mach 1,8 en chandelle, ce combiné lui donnant une poussée de 15 tonnes pour un poids de 1 200 kg.

essayent, avec des fortunes diverses, de les commercialiser. C'est le cas du « Tempête » de Marcel Jurca, qui a le privilège d'être le seul monoplace français de sport.

En matière de planeurs, on assiste depuis trois ans à une véritable résurrection, qui se matérialise, grâce à l'aide compréhensive des services publics, par une floraison de matériels de qualité.

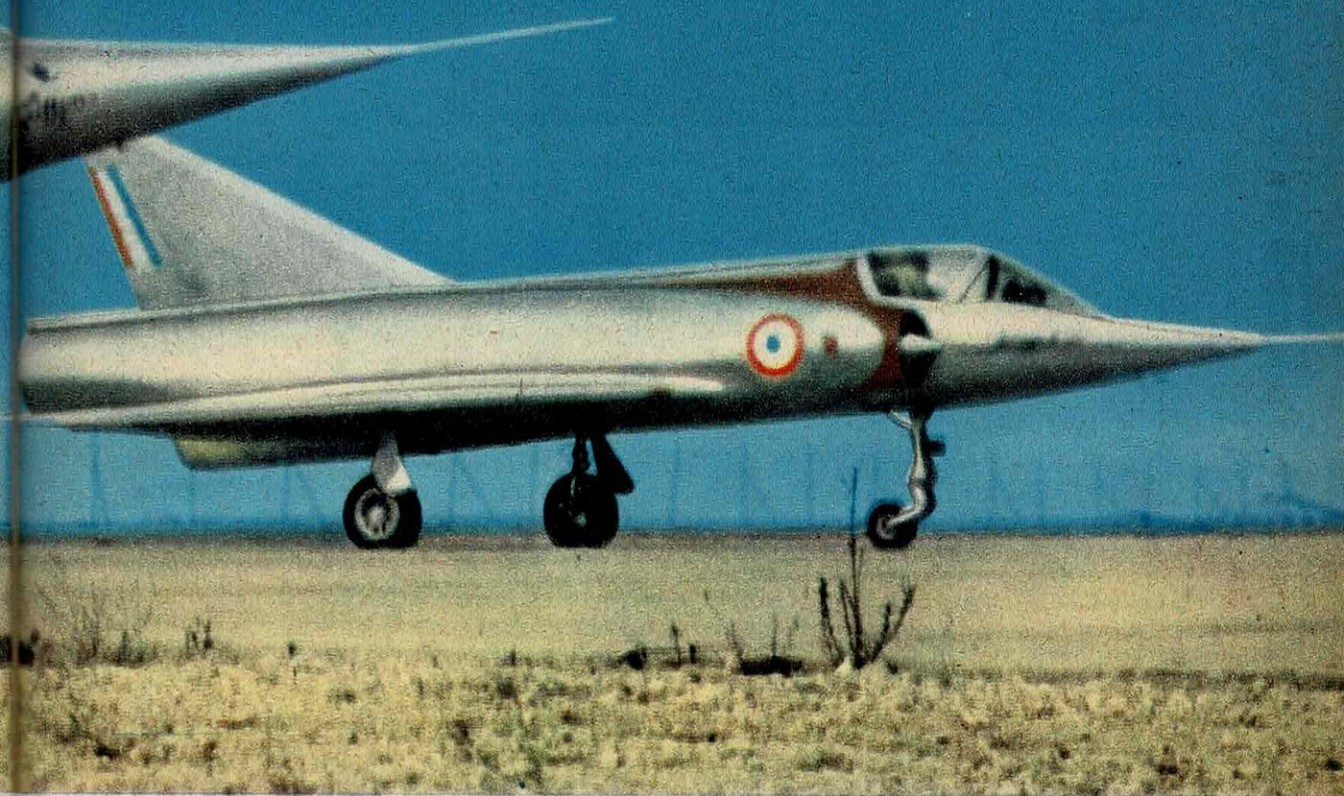
Outre des matériels de hautes performances tels que les Bréguet 901 et 904, nos industriels ont lancé sur le marché des planeurs qui sont à la portée des bourses modestes des aéro-clubs : les monoplaces : Bréguet 905 « Fau-

vette » et Wassmer WA-21 « Javelot », les biplaces : Br 906 « Choucas » et WA-30 « Bijave ». Autres planeurs à signaler, les ailes volantes de Charles Fauvel, dont les AV-36 monoplace et AV-22 biplace.

Ajoutons à ces planeurs « utilisables », le Bréguet S-10, qui sera un monoplace géant de recherches stratosphériques.

Les hélicoptères

A l'heure actuelle, la production française d'hélicoptères se réduit à deux machines : le SO-1221 « Djinn » et le SE 3130



lants de la technique française

Caractérisé par une vitesse ascensionnelle exceptionnelle, l'intercepteur Mirage III, au second plan, pourra être construit en plusieurs versions. Ses possibilités d'adaptation, d'une aisance remarquable, lui ont attiré un grand succès.

« Alouette II », qui volent dans de nombreux pays.

Voilà un résultat dont on peut être légitimement fier quand on songe qu'il y a douze ans à peine, nos ingénieurs avaient le plus grand mal à faire voler convenablement un appareil expérimental.

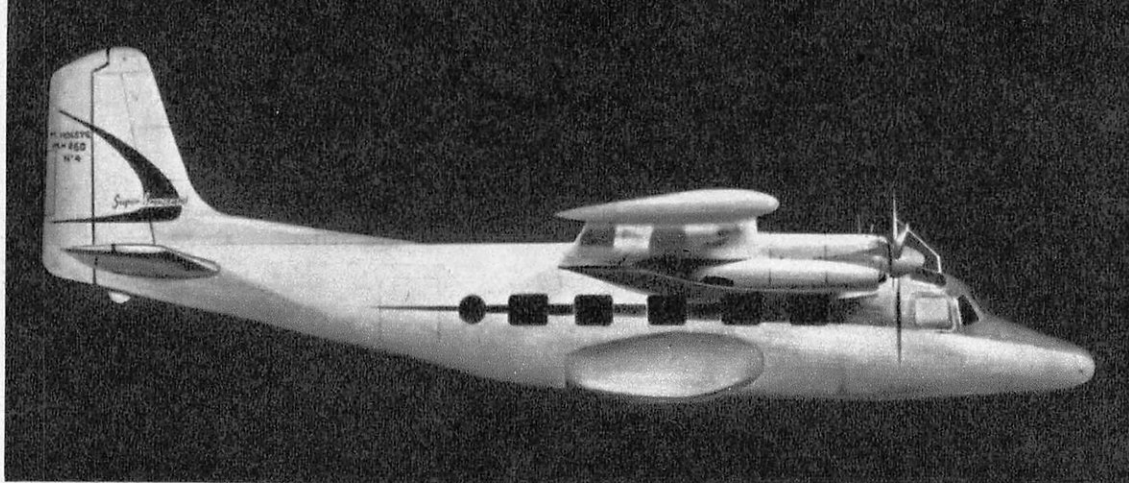
A ces hélicoptères à turbines construits en série, Sud-Aviation prépare deux successeurs pleins d'avenir : l'« Alouette III » de sept places et la « Super-Alouette » SE-3211 pour 28 à 30 passagers.

L'« Alouette III » conservera maints éléments mécaniques de l'« Alouette II » mais

sera beaucoup mieux profilée et plus puissante. Son groupe moto-propulseur sera un Turboméca « Turmo III » de 750 ch.

Conçu à l'origine selon un cahier des charges de la Marine Nationale, le SE-3200 de 8 tonnes est présenté maintenant comme pouvant satisfaire tous les utilisateurs civils et militaires intéressés par une machine de ce tonnage. Son rotor unique quadripale sera entraîné par trois turbines libres Turboméca « Turmo III » pouvant fonctionner simultanément ou séparément, et disposées au pied du rotor.

D'ores et déjà la « Super-Alouette » sus-



Le « **Super Broussard** » Max Holste, dont le devancier « **Broussard** » MH-1521 continue à se distinguer en Algérie par les multiples missions qu'il y accomplit, est lui aussi un avion de transport capable de décoller de surfaces réduites.

cite un très grand intérêt de par le monde et notamment en Amérique, ce qui est évidemment très significatif.

Prototypes et avions expérimentaux

Malgré les sévères réductions de crédits, notre pays est en tête dans plusieurs des grandes courses techniques du moment, grâce notamment au Bréguet 940 « **Intégral** » dont nous avons déjà parlé, au Nord 1500 « **Griffon** », seul avion au monde mû par un combiné réacteur-statoréacteur, et au « **Coléoptère** » de la S.N.E.C.M.A.

Créé pour expérimenter un combiné réacteur-statoréacteur conçu sous une optique différente de celle de l'ingénieur Leduc, le Nord 1500 a donné de tels résultats qu'il a réussi à passer à travers les mesures d'économies de l'année dernière.

Dessiné autour de son statoréacteur, le « **Griffon** » lui doit sa ligne un peu lourde. Dans la veine du statoréacteur est noyé un réacteur S.N.E.C.M.A. « **Atar** » de 3 500 kg de poussée qui assure l'autonomie de l'appareil au décollage et entraîne les dispositifs de régulation et d'alimentation du statoréacteur. A pleine puissance, et à haute altitude, le combiné du « **Griffon** » donne une poussée de 15 tonnes pour un poids de l'ordre de 1 200 kg !

Conçue pour des vitesses de l'ordre de Mach 1,6, la cellule a été poussée jusqu'à plus de Mach 2, mais on commence alors à se heurter à la barrière thermique pour laquelle elle n'a pas été prévue. Les plans d'un « **Griffon III** » sont établis, mais jusqu'à présent aucune décision n'a été prise quant à la mise en fabrication d'un prototype.

Une autre création française qui suscite

un grand intérêt technique et populaire, est le « **Coléoptère** » de la S.N.E.C.M.A., à décollage vertical, aboutissement des travaux effectués depuis 10 ans sur des réacteurs « **Atar** ». Ce monoplace est caractérisé par son aile annulaire ou plus exactement cylindrique, formule proposée par von Zborowsky.

Décollant verticalement, le « **Coléoptère** » fera sa transition sous l'action de son déviateur de jet qui le basculera en position oblique puis horizontale, la portance de l'aile annulaire augmentant jusqu'à devenir suffisante pour assurer le vol normal. A l'atterrissage, le pilote effectuera une chandelle de telle sorte que son appareil se retrouvera « debout » sur le jet de son réacteur qui le ramènera jusqu'au sol.

Les engins français

Les engins français sont couverts d'un secret très strict qui limite les informations à leur sujet. Les choses se compliquent encore du fait qu'ils sont étudiés et construits sous l'égide des trois Armes qui ont chacune leurs ateliers et leurs équipes de chercheurs.

— *Engins-cibles.* Le grand spécialiste en ce domaine est Nord-Aviation qui a débuté avec le Nord 5501, désormais appelé CT-10, dérivé du V-1 allemand, et dont plusieurs dizaines d'exemplaires sur la série de près de 250 construits ont été exportés. Le successeur de ce petit appareil à pulsoréacteur est le CT-20 à réacteur « **Marboré** », construit en parallèle avec lui et qui est aussi exporté.

Ces engins n'étant pas supersoniques, il a fallu créer le CT-41, qui, propulsé par deux statoréacteurs Nord « **Sirius** » atteint des vitesses de l'ordre de Mach 3,5. Ces engins sont utilisés par les trois Armes.



Le « Communauté » Dassault 415 est un avion de soutien qui groupe en une même cellule des possibilités d'attaque et de transport (10 passagers). Il est envisagé pour assurer la police et la sécurité dans les territoires d'outre-mer.

— *Engins sol-sol.* Les plus communs des engins français de cette catégorie sont certainement les SS-10 et SS-11 qui équipent une bonne partie des forces terrestres européennes. Guidés par fil, ils peuvent d'ailleurs être aussi employés comme engins air-sol lancés d'un hélicoptère ou d'un avion lent.

A l'échelle au-dessus, nous trouvons deux productions de l'usine de Cannes de Sud-Aviation. Le SE-4200 à statoréacteur est une aile volante dont la vitesse est proche de celle du son mais dont la portée est limitée par son système de guidage radio-visuel. Son successeur doit être le SE-4500 « Casseur », lui aussi à statoréacteur, en essais depuis plusieurs mois à Colomb-Béchar. Radio-contrôlé, il intéresse aussi la Marine Nationale.

Entre les engins légers et les engins moyens dont nous venons de parler, s'inscrit le SS-12 de Nord-Aviation, de plus grosse taille que ses prédécesseurs, mais encore guidé par fil.

On notera que nous ne possédons encore aucun engin balistique. Cette question est en voie d'être résolue et plusieurs sociétés y travaillent.

— *Mer-sol ou mer-mer.* En général les engins sol-sol français peuvent avoir un navire pour point de départ, c'est le cas du SS-11, et du SE-4500 « Casseur ».

Cependant la Marine Nationale a fait développer par Latécoère des engins qui lui sont propres et notamment le « Malaface ». (MARine LATécoère SurFACE-SurfaCE).

— *Surface-profondeur.* Comme toutes les Marines du monde, la marine française s'in-

téresse aux engins lancés d'un navire de surface et destinés à combattre les sous-marins.

Deux engins de ce type sont, à notre connaissance, en essais : le SS-11M dérivé du SS-11 terrestre et le « Malafon » (MARine LATécoère PROFONdeur) dérivé du « Malaface ». Il s'agit d'un engin planant radioguidé qui est actuellement produit en série.

En fait nous n'avons qu'un seul modèle qui pourrait être susceptible d'une utilisation pratique. Il s'agit du « Parca » (Projectile Autopropulsé Radioguidé Contre Avions) de la D.E.F.A. En développement, Nord-Aviation a un nouvel engin baptisé « Acam », radio-contrôlé, à carburant solide, et la Société Matra a lancé plusieurs exemplaires de son R-422 de même classe, mais qui ne doit pas être construit en série.

SUITE PAGE 50



L' « ÉPERVIER » Morane, biplace monomoteur de soutien et de police, destiné à remplacer la flotte des appareils actuellement surmenés en Algérie. →



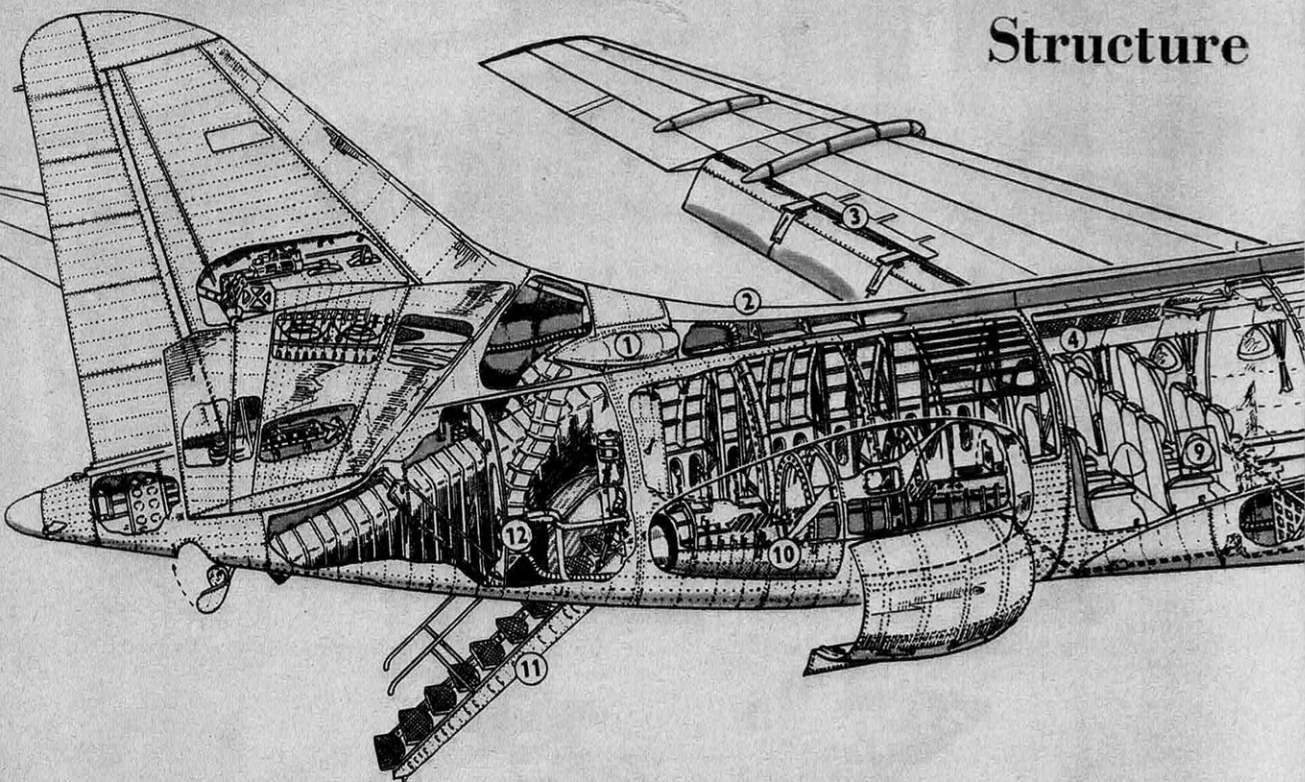
La construction en série de la Caravelle



dans les ateliers de Sud-Aviation à Toulouse



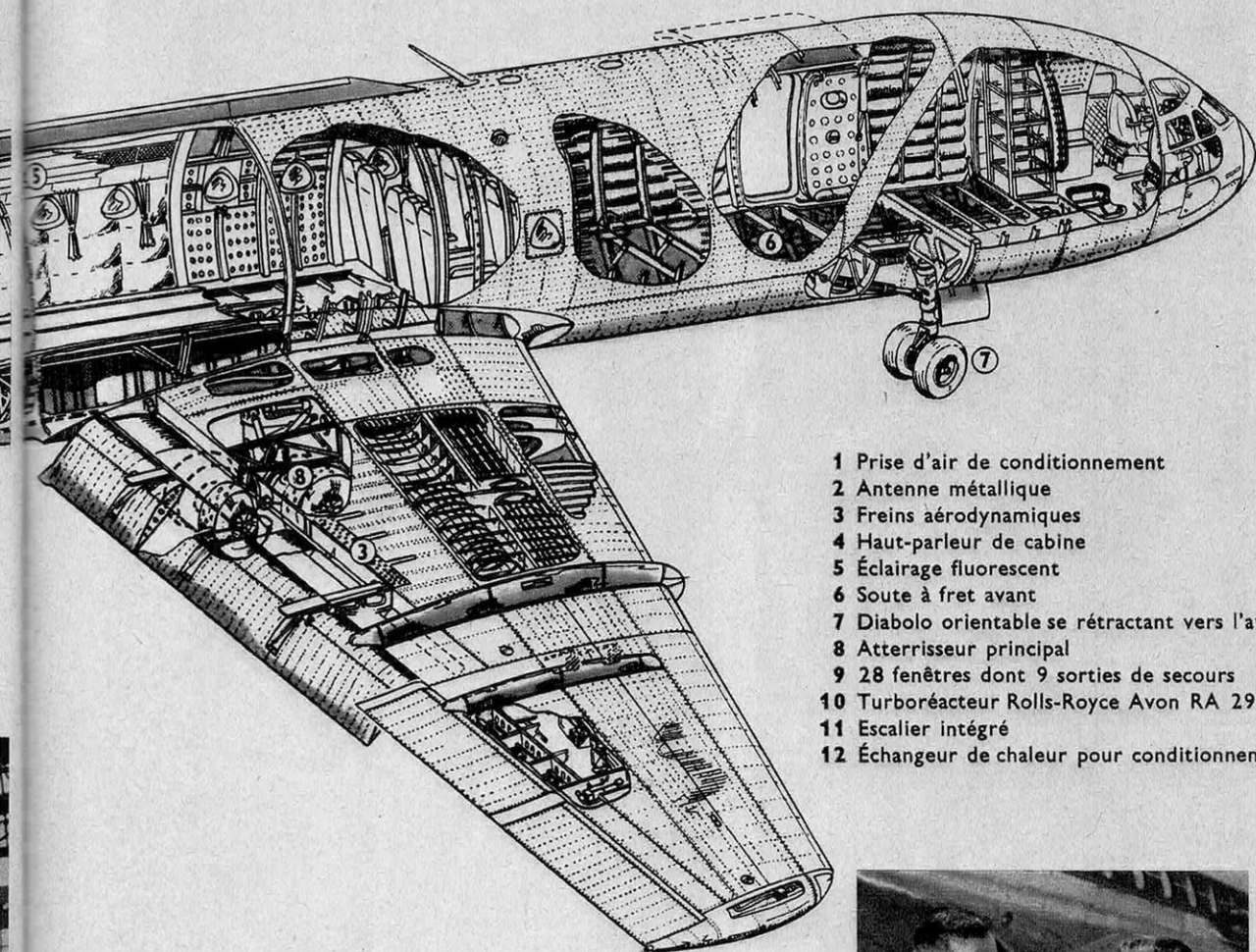
Structure



Une cellule vient prendre place sur les ailes qui la porteront



et aménagement interne de la Caravelle

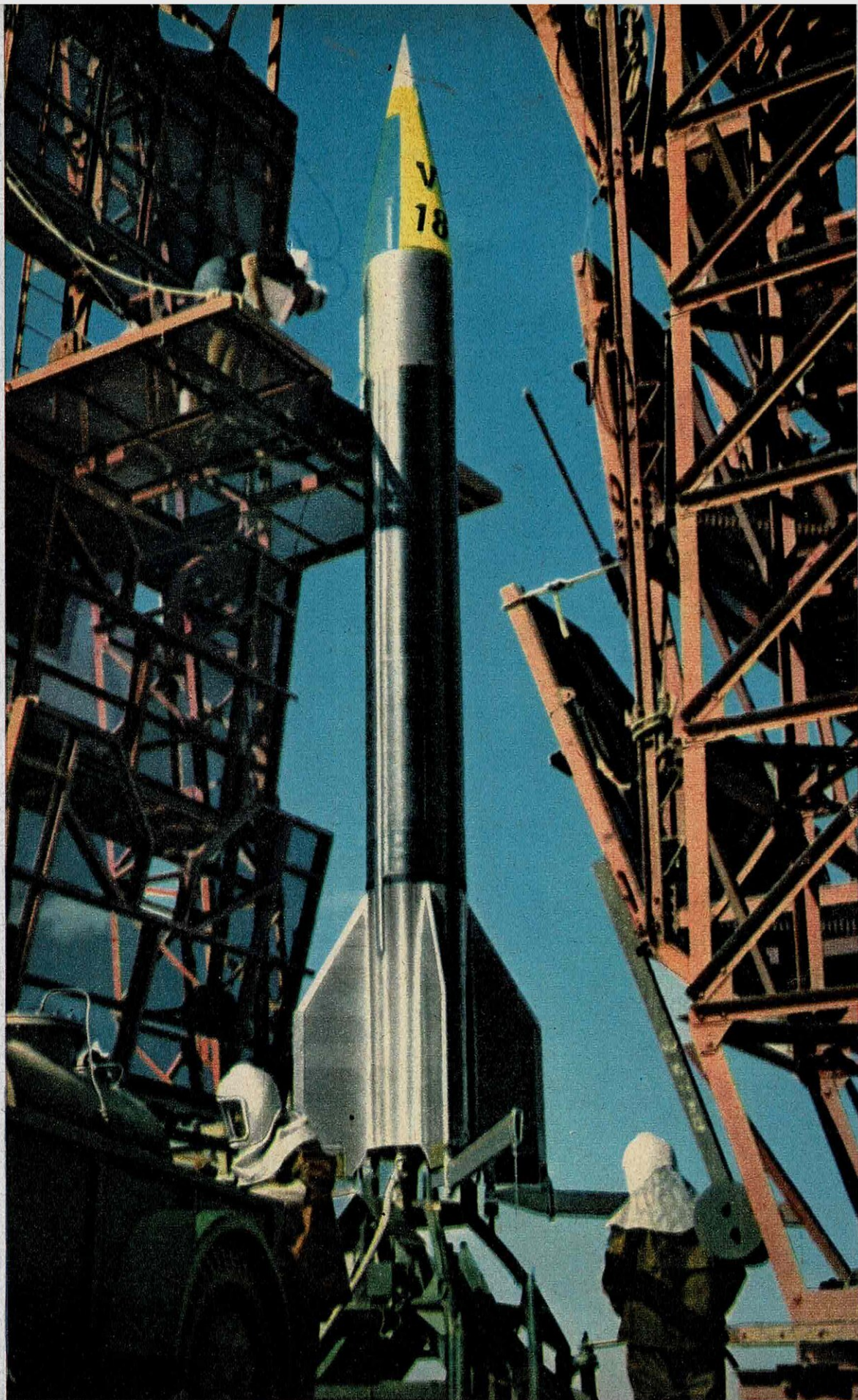


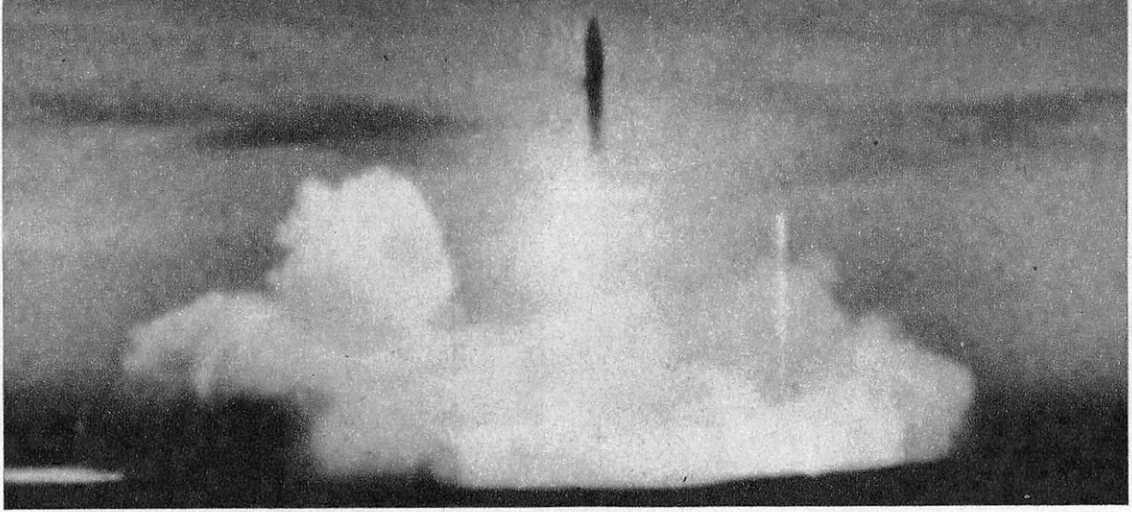
- 1 Prise d'air de conditionnement
- 2 Antenne métallique
- 3 Freins aérodynamiques
- 4 Haut-parleur de cabine
- 5 Éclairage fluorescent
- 6 Soute à fret avant
- 7 Diabolo orientable se rétractant vers l'avant
- 8 Atterrisseur principal
- 9 28 fenêtres dont 9 sorties de secours
- 10 Turboreacteur Rolls-Royce Avon RA 29
- 11 Escalier intégré
- 12 Échangeur de chaleur pour conditionnement

Essais, en vol, essais statiques, essais en cuves, tous ont conclu à la solidité et à l'incomparable sécurité de Caravelle dont l'écorché ci-dessus nous fait apparaître les différentes parties constitutives. Moyen courrier à réaction dont 50 exemplaires sont commandés ferme et 13 en option, sa construction industrielle porte sur une première série de 75 appareils dont les premiers viennent d'être livrés à Air France. Son fuselage parfaitement cylindrique sur une longueur de 16 m se prête à une grande souplesse d'utilisation, des cloisons mobiles permettant une exploitation en plusieurs classes ou en transport mixte passagers-fret. Avec 80 passagers, il parcourt 2 400 km à une vitesse de croisière de 850 km/h. Dans son domaine de moyen courrier, c'est le plus économique des avions en service et en construction. C'est le premier appareil à réaction pure, non américain, à avoir obtenu le 7 avril 1959, le certificat de navigabilité d'outre-Atlantique de la Federal Aviation Agency.



Deux responsables de Caravelle: M. Hérel (à gauche) président de Sud-Aviation et M. Nadot (à droite), pilote d'essai.

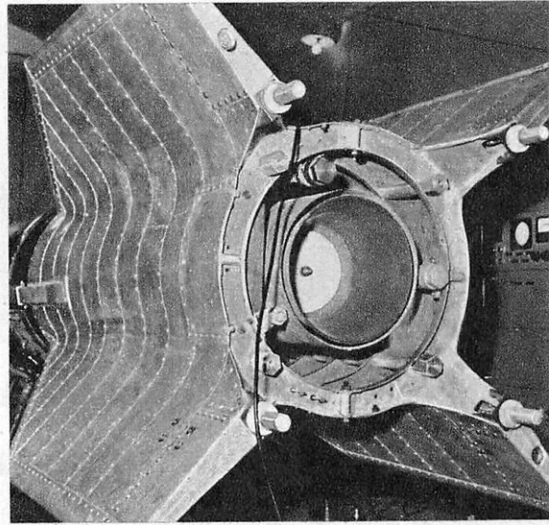




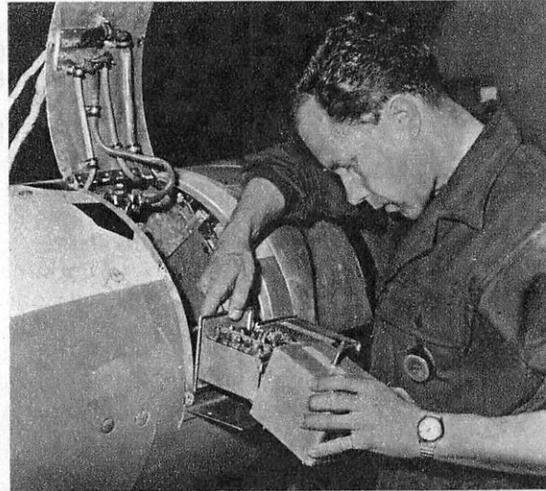
Une fusée «Véronique» quelques secondes après une mise à feu nocturne

Au Sahara Véronique connaît le succès

VÉRONIQUE, fusée française d'exploration de la haute atmosphère, fut tirée pour la première fois au camp de Suippes le 2 août 1950. Elle a été perfectionnée et récemment utilisée avec succès au Sahara pour émettre à très grande altitude, de l'ordre de 80 km, un nuage de sodium observable du sol afin d'étudier les couches élevées de l'atmosphère. La tête de la fusée où sont logés les instruments de mesure, est récupérable et redescend d'abord freinée par des disques, puis par des parachutes. Le moteur-fusée à combustible liquide utilise un propergol kérosène-acide nitrique.



L'empennage fixe et la tuyère de la fusée.



Mise en place de la batterie de piles.

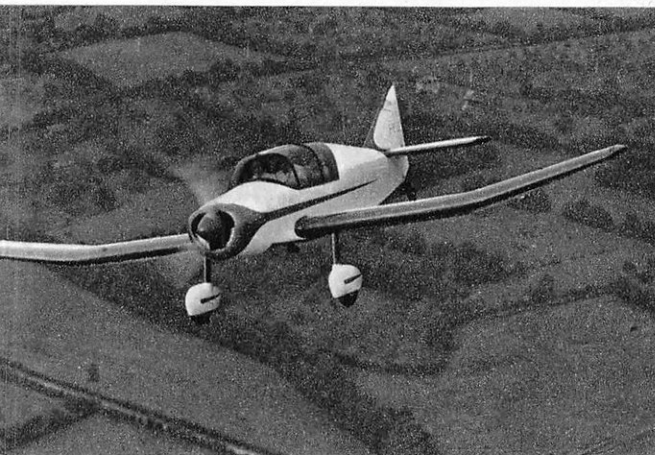
Un observateur règle un appareil de précision qui suivra la fusée dans son vol.



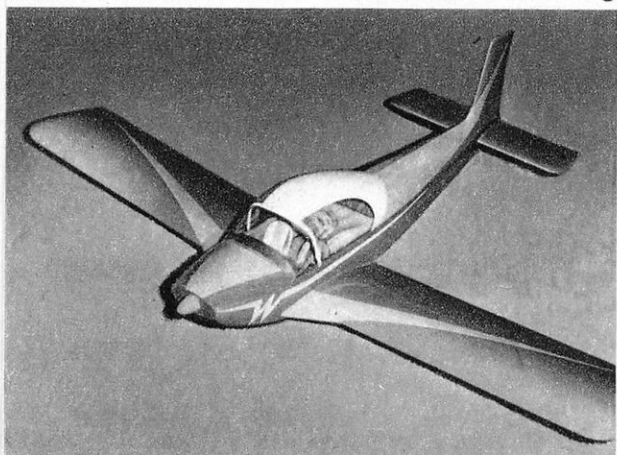
1



2



4



5

Les principaux avions de tourisme français

— *Mer-air*. Depuis de nombreuses années la Marine Nationale prévoit le remplacement des canons de D.C.A. de ses navires par des batteries d'engins et c'est pourquoi elle a fait développer trois engins mer-air par Latécoère et la D.E.F.A.

Le « Maruca » (MARine RUelle Contre Avions) est le premier en date. Mû par un propulseur à carburant liquide il est subsonique et son plafond n'est que de 16 000 m pour une portée équivalente, ce qui le classe dans les engins d'entraînement. Le « Masurca » (MARine SURface Contre Avions) a des performances plus brillantes. Son propulseur à carburant solide lui donne une vitesse supersonique et sa portée est de 24 km. Le plus récent enfin est le « Masalca » (MARine SALmont Contre Avions) dont nous ne connaissons que la portée de 95 km.

— *Air-sol*. Dans cette catégorie d'engins, notre Armée de l'Air dispose de plusieurs

A part quelques grandes sociétés telles que la Société Aéronautique Normande, Coopavia et Wassmer, la construction des appareils légers de tourisme et de club est le plus souvent artisanale et même pour certains

types de roquettes non guidées, mais nous ne possédons qu'une bombe planante guidée, la BB-10 de Sud-Aviation, et un engin Nord-Aviation radio-contrôlé, actuellement en essais, mais dont ni le nom ni la dénomination ne sont connus.

Air-air. Dans ce domaine aussi la France possède plusieurs modèles nouveaux en cours de développement, mais deux sont d'ores et déjà en service, le Matra M-511 et le Nord 5103. De performances identiques, l'un est guidé par une cellule photo-électrique qu'il porte dans son nez, tandis que le second est radio-guidé.

Les moteurs et réacteurs

La gamme des moteurs français effectivement utilisables est très réduite.

Pour les puissances élevées on trouve le Bristol « Hercules » de 2040 ch que la



3



6

d'entre eux, individuelle. Ci-dessus: 1. Le Jodel DR-100 Ambassadeur de la S.A.N.; 2. Le Tempête de Jurca; 3. L'Émeraude de Piel; 4. Le Jodel 140 Mousquetaire; 5. Le W.A.-40 de Wassmer; 6. Le Poussin de Gatard.

S.N.E.C.M.A. construit sous licence en série pour l'équipement des «Noratlas». Ensuite on tombe au 600 ch avec le S.N.E.C.M.A 12 T, version améliorée du 12 S dont la production a cessé il y a un an.

Dans la gamme Potez, un seul moteur, le 4D 30 destiné aux avions de l'A.L.A.T. est construit en série en deux versions. Le 4D32 de 240 ch et le 4D34 de 260 ch. Avec les mêmes cylindres, Potez a aussi construit les 6D00 de 240 ch, 6D30 de 325 ch et enfin 8D30 de 520 ch dont la version 8D32 équipait le Potez 75 anti-chars. Il prépare actuellement un flat-four de 90 ch destiné à l'aviation légère.

Dans le domaine des turbines à grande puissance, seuls demeurent en lice les «Atar» de la S.N.E.C.M.A. depuis que la fabrication des «Nene» et «Verdon» a pris fin chez Hispano-Suiza. Plusieurs versions sont en production: le «E» pour le «Vautour», le

«G» à post-combustion pour le «Super-Mystère», l'«Atar 8» pour l'«Étendard IVM» et enfin l'«Atar 9» qui est une version à post-combustion du «8», pour le «Mirage».

La S.N.E.C.M.A. a enfin en étude un «Super-Atar» tout acier destiné aux avions de Mach 3, des stato- et pulsoréacteurs, et même un réacteur atomique qui serait destiné à équiper un avion dont l'étude a été confiée à Sud-Aviation.

Dans le domaine des réacteurs à moyenne et petite puissance, la France est particulièrement riche. Outre Dassault qui s'est essayé à produire des dérivés du «Viper» anglais et a développé le R7 de 1 500 kg de poussée, Turboméca présente une gamme très étendue de petits réacteurs et de turbopropulseurs légers.

En tête des réacteurs vient le «Gabizo» de 1 100 kg de poussée (1 500 avec post-combustion), puis le «Gourdon» de 700 kg, le «Marboré» de 400 kg, l'«Arbizon» de 250 kg et enfin le «Palas» de 160 kg. Même échantillon dans le domaine des turbopropulseurs et des turbines: d'abord le «Bastan» et le «Turmo III» de 750 ch, puis l'«Artouste III» de 550 ch, suivi des «Marcadau», «Turmo II» et «Artouste II» de 400 ch, de l'«Astazou» de 320 ch, et enfin du «Turmo I» de 270 ch.

Dans le domaine des générateurs d'air, ou turbocompresseurs, on a le choix entre le «Palouste IV» délivrant 1 140 g d'air à la seconde; l'«Autan» délivrant 1 350 g et la «Tramontane» donnant 2,5 kg/s.

D'autre part, Turboméca a de nouveaux groupes en développement, notamment dans le domaine des réacteurs pour hautes vitesses.

Pour être complets nous devons enfin parler des statoréacteurs de Nord-Aviation («Griffon», CT-450, «Sirius I») et surtout des productions de la Société pour l'Étude de la Propulsion à Réaction (S.E.P.R.). Cette Société, spécialiste des moteurs-fusées, a développé depuis la Libération toute une série de groupes à liquides ou solides, les premiers étant généralement destinés à servir d'appoint à des avions et les seconds étant réservés aux engins.

Comme les lecteurs ont pu le constater nos techniciens n'ignorent aucun des aspects du progrès technique et ils ont déjà donné maintes fois la preuve que, si on leur en donne les moyens, ils sont capables d'en remonter aux meilleurs ingénieurs du monde. Encore faut-il leur donner précisément les moyens élémentaires.

R. DE NARBONNE

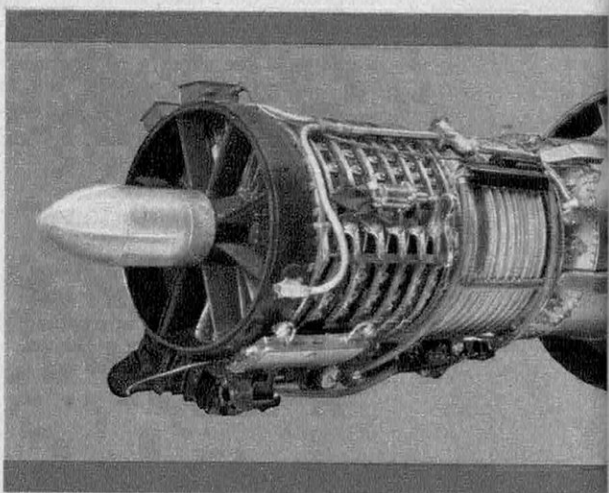
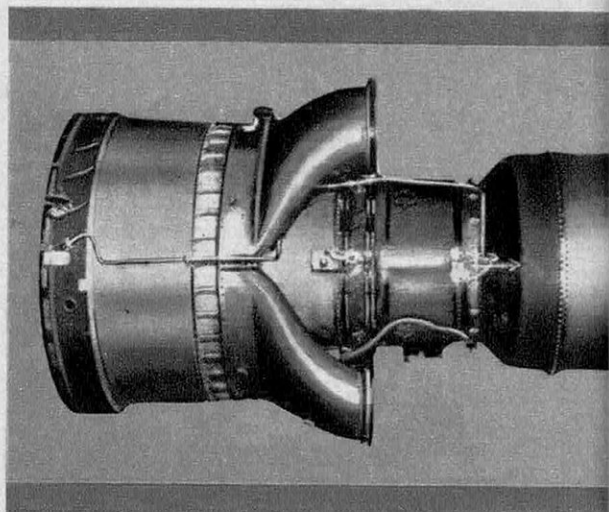
Des «double-flux»

JUSQU'A une date encore récente, le moteur à pistons régnait en maître sur les lignes commerciales où l'augmentation des vitesses de croisière ne s'obtenait qu'en faisant appel à des unités motrices de plus en plus puissantes. Une fois atteinte la limite des possibilités du point de vue des puissances unitaires, comme il était impossible, pour des raisons aérodynamiques et constructives, de multiplier le nombre des moteurs sur un même appareil, les constructeurs se trouvèrent orientés vers l'emploi des turbomoteurs.

Le turbopropulseur, turbine entraînant une hélice, fournissait une première solution évidente et un certain nombre d'appareils en sont maintenant équipés. Il ne se prête cependant pas à la réalisation de vitesse très élevées, du fait de la présence d'hélices et des difficultés que soulèvent les vitesses supersoniques en bout de pales. Le turbopropulseur aurait cependant connu une beaucoup plus grande diffusion si les constructeurs n'avaient pas trouvé à leur disposition des turboréacteurs très évolués, d'une endurance garantie par des milliers d'heures de fonctionnement et que des crédits militaires avaient permis de mettre au point.

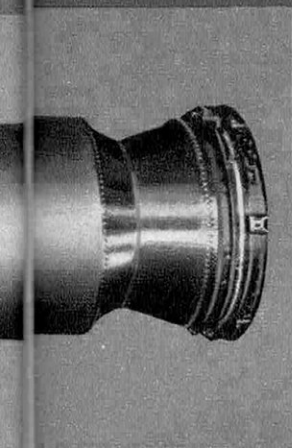
Les turboréacteurs pour avions commerciaux

L'apparition, sur la ligne test de l'Atlantique Nord, de quadriréacteurs à long rayon d'action, a posé immédiatement le problème crucial de la consommation de carburant. En effet, si l'ensemble moteur à pistons et hélice constitue la solution la plus économique au-dessous de 700 km/h, le réacteur ne l'emporte indiscutablement qu'au-dessus de 1 000 km/h. Or c'est l'intervalle entre ces deux vitesses que l'aviation commerciale est appelée à exploiter dans la prochaine décade.

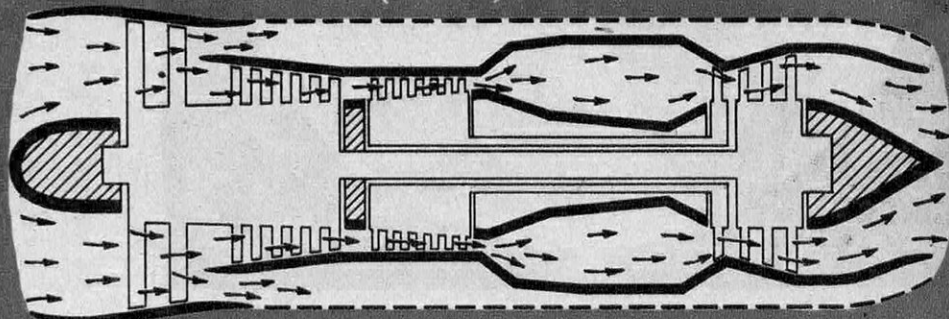


L'économie de consommation s'obtient par une amélioration du rendement général, liée à l'augmentation du taux de compression à la sortie du compresseur. Il semble qu'avec le turboréacteur classique, dit à simple flux, c'est-à-dire où tout l'air que brasse le compresseur traverse les chambres de combustion et la turbine, le rendement obtenu aujourd'hui

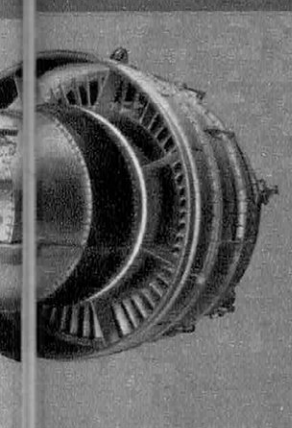
aux petites turbines



Soufflante avant (turbo-fan)

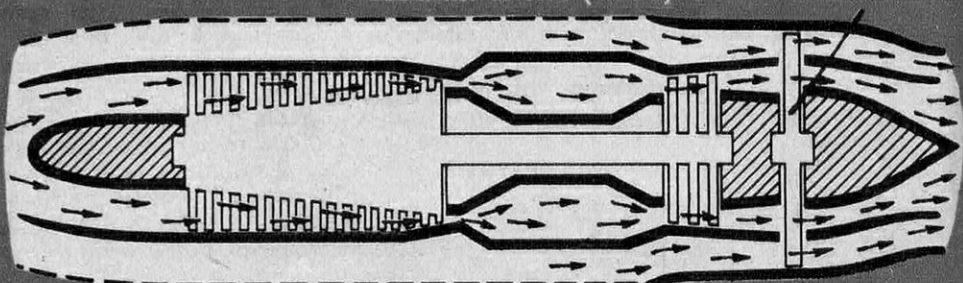


PRATT & WHITNEY Le turboréacteur JT 3D-1, dérivé du J 57 qui équipe de très nombreux appareils, est muni d'une turbosoufflante avant. La poussée est augmentée de près de 30 % et la consommation est réduite de 13 %.



Soufflante arrière (aft-fan)

Turbine libre

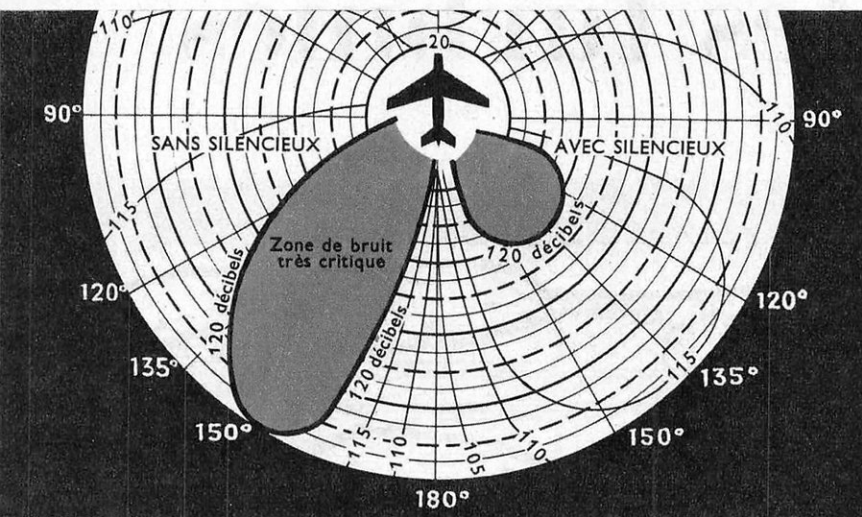


GENERAL ELECTRIC Le CJ-805-21 est la récente version civile du turboréacteur J 79. A l'arrière, une turbosoufflante entièrement indépendante est entraînée par les gaz d'échappement et engendre un flux d'air froid secondaire.

d'hui soit proche de l'optimum. D'autre part, la poussée d'un turboréacteur commercial doit être importante au décollage, tout en conservant en croisière la valeur juste nécessaire pour assurer la propulsion économique à la vitesse désirée; là encore, le principe du simple flux se prête mal à ces exigences contradictoires.

C'est donc vers le principe du « double flux » que l'on s'oriente pour les turboréacteurs commerciaux de la « deuxième génération », ceux qui entreront en service entre 1960 et 1965. Autour du turboréacteur classique circule un second flux d'air où ne s'effectue aucune combustion; la puissance nécessaire à son entraînement est prélevée sur

La lutte contre le bruit des réacteurs



L'APPLICATION des turbo-réacteurs aux avions commerciaux a obligé les compagnies et les constructeurs à se pencher sur le problème du bruit, afin de pouvoir faire atterrir et décoller leurs appareils près des grands centres urbains, sans gêner les habitants du voisinage, ni par ailleurs diminuer par trop la puissance. Le Boeing 707 (en haut à droite) et le Douglas DC-8 (en bas à droite), sont équipés de silencieux de tuyères souvent combinés à un inverseur de jet. En Angleterre, Rolls Royce est arrivé à d'assez bons résultats sur les turboréacteurs Avon et Conway. Mais quel que soit le principe, la réduction n'a pas dépassé jusqu'ici 10 décibels.

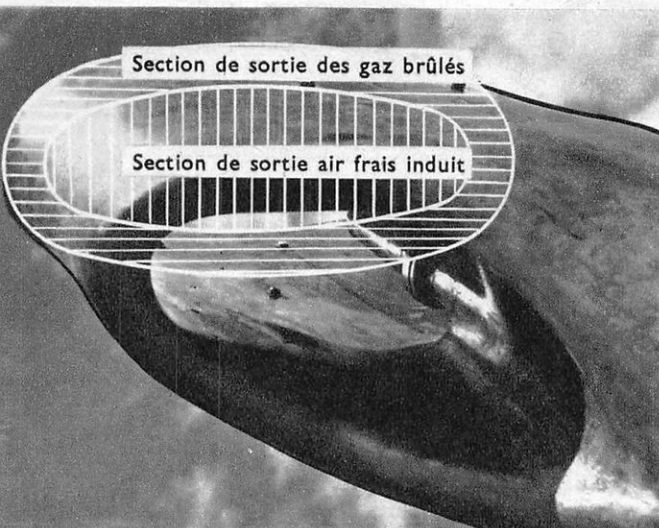
l'énergie des gaz de la tuyère au moyen d'étages de turbine supplémentaires, ce qui réduit leur vitesse.

Cette solution, du point de vue théorique, n'est pas nouvelle : Turboméca avec l'Aspin, et surtout Rolls-Royce avec le Conway, ont déjà réalisé des double-flux et ont effectivement obtenu une réduction de la consommation. Ces turboréacteurs ont reçu, notamment le Conway, des applications commerciales.

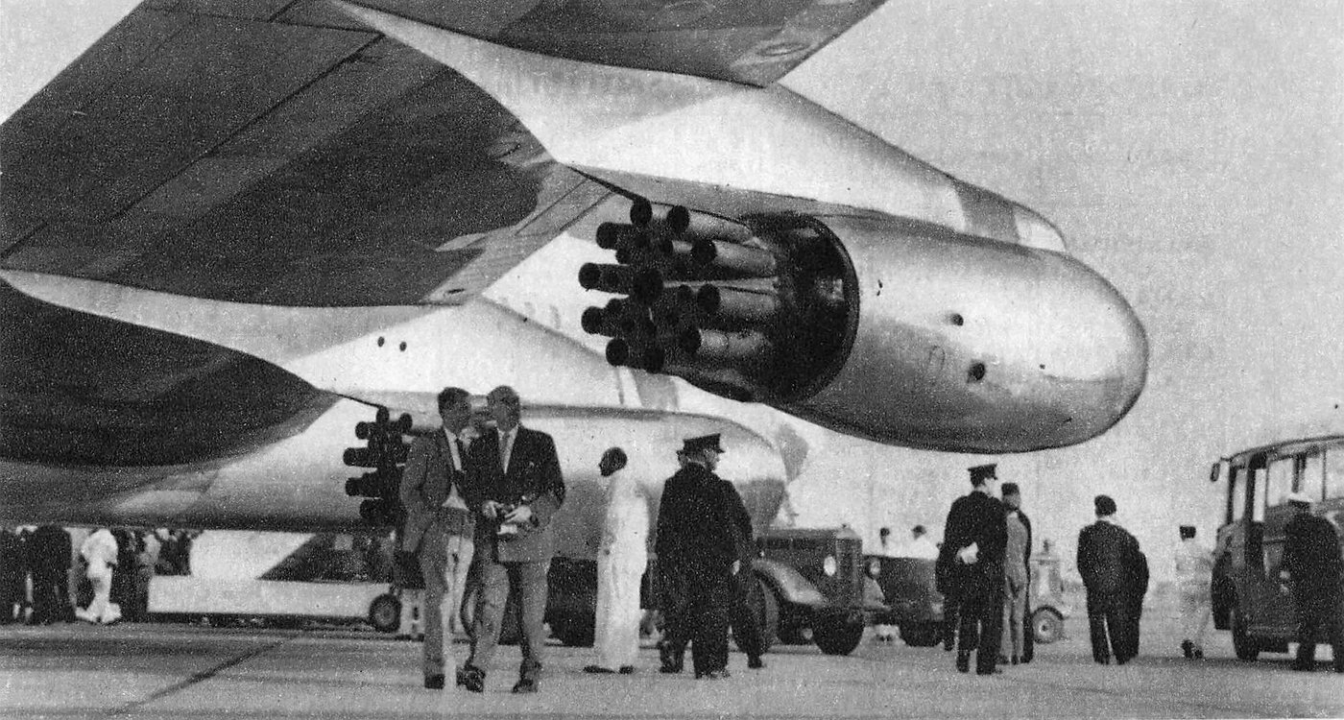
Il s'agissait là de réacteurs entièrement

nouveaux, et la mise au point de telles machines est toujours très ardue, surtout lorsque l'on utilise un compresseur axial. Aussi d'autres constructeurs ont-ils cherché à transformer en double-flux des réacteurs existants déjà bien au point. Les Américains donnent à une telle machine le nom de « fan » : « turbo-fan » lorsque le ventilateur est placé à l'avant du réacteur (turbosoufflante amont) et « aft-fan » lorsqu'il est à l'arrière (turbosoufflante aval).

Le double-flux, qu'il soit du type Conway ou « fan », fonctionne, en fait, suivant le principe du turbopropulseur. Dans un turbopropulseur, une turbine transforme l'énergie des gaz d'échappement en énergie mécanique pour actionner une hélice. Cette dernière agit à la manière d'un ventilateur puisqu'elle communique à l'air une vitesse vers l'arrière supérieure à celle d'avancement, ce qui fournit la force propulsive. Mais, alors que l'hélice brasse une grande quantité d'air en lui communiquant une faible augmentation de vitesse, dans un double-flux, le compresseur basse-pression, ou le « fan » suivant les cas, brasse un débit d'air beaucoup plus faible



← **Silencieux pour turboréacteur Turboméca « Marboré II »** réalisé par la Société Bertin & Cie. A la sortie de la tuyère, la veine des gaz brûlés entoure complètement celle de l'air frais induit qui est introduit par les deux ouvertures latérales dont on aperçoit celle de gauche au centre.



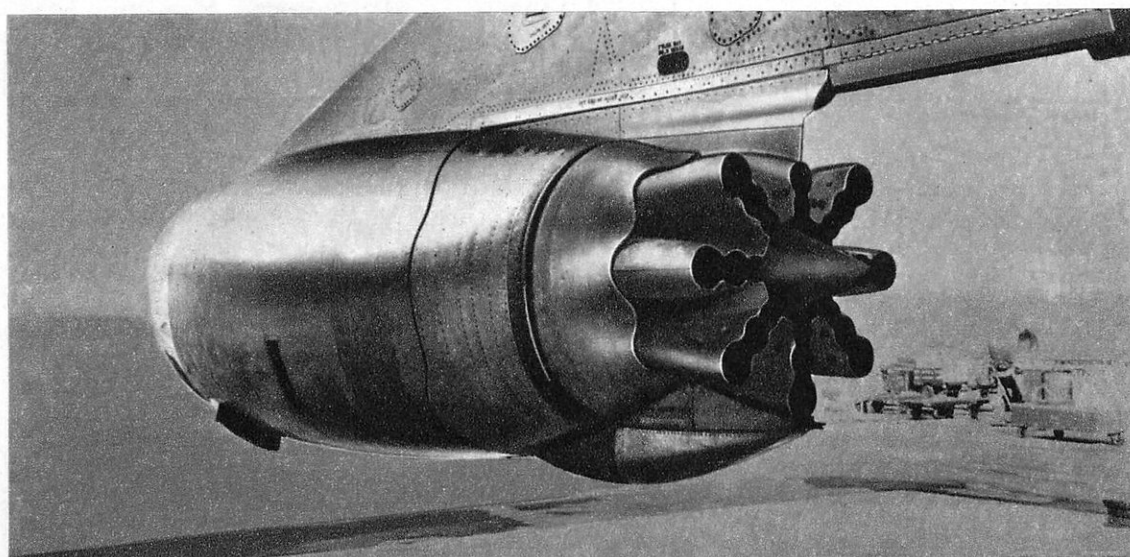
Le silencieux à 21 tubes d'éjection du Boeing 707

qu'il éjecte à une vitesse plus grande, bien que restant inférieure à celle des gaz éjectés par le réacteur. C'est ce compromis qui permet d'obtenir, à une vitesse de vol de l'ordre de 800 à 900 km/h, un rendement de propulsion supérieur à celui des deux autres modes de propulsion : l'hélice seule ou le turboréacteur pur.

Par cet artifice, les constructeurs sont arrivés à obtenir, d'une part une augmentation de la poussée au décollage de l'ordre de

30 à 40 %, évitant ainsi l'utilisation de la post-combustion avec tous ses ennuis (bruit notamment) et d'autre part une réduction de la consommation de carburant en croisière pouvant atteindre 10 %.

Autre avantage de ce nouveau type de réacteurs, la réduction du bruit, spécialement intéressante pour l'aviation commerciale dont les appareils doivent décoller et atterrir au voisinage des agglomérations. La réduction du niveau sonore est de 10 déci-



Le silencieux avec tuyères à bord ondulé du DC-8

TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS (Voir pour la France page 28)

CONSTRUCTEUR	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COMBUSTION	TURBINE	POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch)	POIDS (kg)	OBSERVATIONS
ALLEMAGNE DE L'EST						
O 14	axial 12 étages	annulaire	2 étages	3 150 kg		Turboréacteur.
CANADA						
ORENDA 14	axial 10 étages	6 chambres	2 étages	3 400 kg	1 120	Turboréacteur. Équipe Avro CF-100.
ÉTATS-UNIS						
ALLISON						
J-33	centrifuge 1 étage	14 chambres	1 étage	2 086 kg	810	Turboréacteur. Équipe engin Mace.
J-71	axial 16 étages	annulaire 10 «cans»	3 étages	4 625 kg (6 350) (1)	1 850	Turboréacteur. Équipe Martin P6M-1 Sea Master, Mc Donnell F3H-2N Demon.
T-63	axial 7 étages + centrifuge 1 étage	1 chambre	1 + 2 étages	250 ch	48	Turbopropulseur. Version 250-C2 turbine libre.
T-56	axial 14 étages	annulaire 6 «cans»	4 étages	4 050 ch	750	Turbopropulseur. Équipe Lockheed C-130 B Hercules. Version civile 501 équipe Lockheed Electra.
BOEING						
Model 502	centrifuge 1 étage	2 chambres	1 + 1 étage		163	Turbocompresseur. Modèle T-60 pour hélicoptères, 425 ch.
CONTINENTAL						
J-69	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	480 kg	145	Turboréacteur. Licence Turboméca (Marboré). Pour avions et avions cibles.
FAIRCHILD						
J-44	centrifuge-axial	annulaire	1 étage	500 kg	165	Turboréacteur.
J-83	axial	annulaire		900 kg (1600) (1)	136	Turboréacteur. Équipe Canadair CL-41.
GENERAL ELECTRIC						
J-79	axial 17 étages	annulaire 10 «cans»	3 étages	5 500 kg (8 165) (1)	1 450	Turboréacteur. Équipe Convair B-58 Hustler, Lockheed F 104 Starfighter, Grumman F11F-IF Super Tiger, North American A3 Vigilante, Mc Donnell F4H. Versions civiles CJ-805 diverses, CJ-805-21, avec turbo-soufflante arrière de 6 850 kg pour les Convair 600 et 880.
J-85	axial			1 110 kg	136	Turboréacteur léger pour engins.
J-93	axial			11 300		Turboréacteur. Équipera North-American F-108 et B-70.
T-58	axial 10 étages	annulaire	2 + 1 étages	1 050 ch	147	Turbine libre. Pour hélicoptères.
T-64	axial	annulaire		2 600 ch		Turbine libre ou turbopropulseur. Pour hélicoptères et avions convertibles.
LYCOMING						
T-53	axial 5 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 1 étages	1 005 ch	218	Turbopropulseur. Version LTCIB-I, turbine libre pour hélicoptères.
T-55	axial 7 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 2 étages	1 675 ch	315	Turbopropulseur. Version LTC 4B-I, turbine libre pour hélicoptères.
MARQUARDT						
RJ 4 S				5 500 kg	225	Statoréacteur. Équipe Boeing Bomarc. La poussée indiquée correspond à 3 200 km/h à 18 000 m.

(1) avec postcombustion.

bels environ, c'est-à-dire à peu près autant que celle apportée par l'adjonction d'un bon silencieux, sans en avoir les inconvénients (poids et perte de poussée).

Enfin, sur les réacteurs à turbosoufflante arrière, le groupe turbine-ventilateur tourne généralement en sens inverse du réacteur, ce qui réduit les efforts dus au couple gyroscopique lors des manœuvres de l'avion.

Sur les nouveaux appareils américains, le circuit d'air secondaire a été réduit au maximum par rapport au double-flux type Conway. L'air entre directement dans le

ventilateur, qui est d'ailleurs un véritable compresseur axial supersonique à un ou deux étages et est éjecté presque aussitôt. Ceci conduit, pour le «turbo-fan», à avoir une entrée d'air unique et deux tuyères d'échappement dont l'une est située au milieu du fuseau moteur, pour l'«aft-fan», à prévoir l'entrée de l'air secondaire par une prise située à l'arrière du capot, ce qui a l'avantage d'apporter une réduction de sa traînée. Cette simplification du circuit de dérivation permet une diminution des pertes de pression, inévitables si l'air secondaire doit, comme

CONSTRUCTEUR	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COMBUSTION	TURBINE	POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch)	POIDS (kg)	OBSERVATIONS
PRATT & WHITNEY JT-12	axial 9 étages	annulaire	2 étages	1 360 kg (1 770) (1)	195	Turboréacteur. Équipe Lockheed Jetstar. Doit équiper Mc Donnell 119, Sabre-liner T.39.
J-57 P-31	axial double corps 9 étages b. p. + 7 étages h. p.	annulaire 8 « cans »	1 + 2 étages	5 900 kg	1 733	Turboréacteur. Équipe North American F-100, Mc Donnell F-101, Convair F-102, Boeing B-52, Boeing KC-135, Northrop Snark, Chance-Vought F8U, Douglas F4D, Douglas A3P. Version civile JT-3, équipe Boeing 707, Douglas DC-8.
JT 3D-1	axial double corps 6 étages b. p. + 7 étages h. p.	annulaire 8 « cans »	1 + 3 étages	7 257 kg	1 996	Turboréacteur dérivé du précédent avec turbo-soufflante avant.
J-75	axial double corps	annulaire	3 étages	7 800 kg (11 110) (1)	2 698	Turboréacteur. Version civile JT-4 équipe Boeing 707-320, Convair F-106, Republic F-105, Martin P6M-2.
J-58 T-34 SOLAR	axial 13 étages	annulaire	3 étages	>13 600 kg 6 000/7 500 ch	1 210	Turboréacteur pour Mach >3. Turbopropulseur. Équipe Douglas C-133A
YT 62-Titan WESTINGHOUSE	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	78 ch	22,7	Version turbopropulseur pour hélicoptères monoplaces. Version turbine libre pour plates-formes volantes YT-66.
J-34	axial 11 étages	annulaire	2 étages	1 540 kg	545	Turboréacteur.
J-81				843 kg	125	Turboréacteur pour engins. Dérive du Rolls-Royce Soar.
WRIGHT J-65	axial 13 étages	annulaire	2 étages	4 763 kg	1 550	Turboréacteur. Dérive de l'Armstrong-Siddeley Sapphire. Versions nombreuses équipent Martin B-57, North American FJ-4, Grumman F11 F-1 Tiger.
GRANDE-BRETAGNE						
BRISTOL-SIDDELEY Sapphire ASSa 7 Viper ASV-II	axial 13 étages	annulaire	2 étages	4 990 kg (5 580) (1)	1 411	Turboréacteur. Équipe Gloster Javelin.
	axial 7 étages	annulaire	1 étage	1 134 kg	226	Turboréacteur. Construit sous licence en France par Dassault.
Olympus MK 201	axial double corps 5 étages b. p. + 7 étages h. p.	annulaire 8 « cans »	1 + 1 étages	7 711 kg (10 900) (1)	1 630	Turboréacteur. Équipe Avro Vulcan B 2 Construit sous licence aux États-Unis par Wright (J 65).
Orpheus MK 803	axial 7 étages	annulaire 7 « cans »	1 étage	2 270 kg	379	Turboréacteur. Équipe Fiat G 91, Folland Gnat. Version BOR. 12 : 3 100 kg, avec postcombustion simplifiée, 3 706 kg.
Thor				6 800 kg (Mach 3)		Statoréacteur pour engins Bristol Bloodhound.
Mamba 6	axial 11 étages	annulaire	3 étages	1 860 ch	425	Turbopropulseur. Double-Mamba : poids 1 135 kg.
P 181	axial 2 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	1 020 ch	248	Turbine libre pour hélicoptères et avions à décollage court.
P 182	axial 2 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	1 175 ch	284	Turbine libre pour avions.

(1) avec postcombustion.

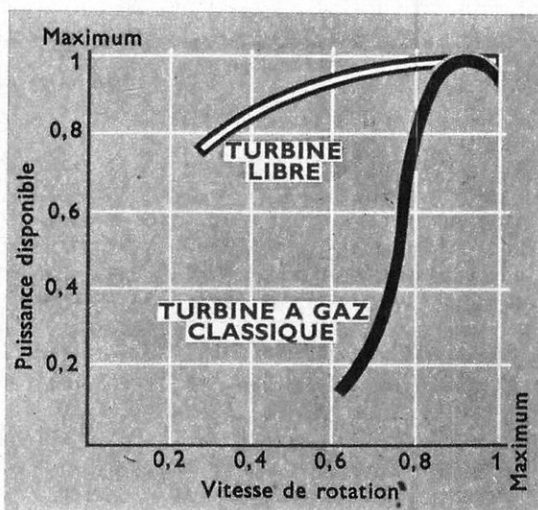
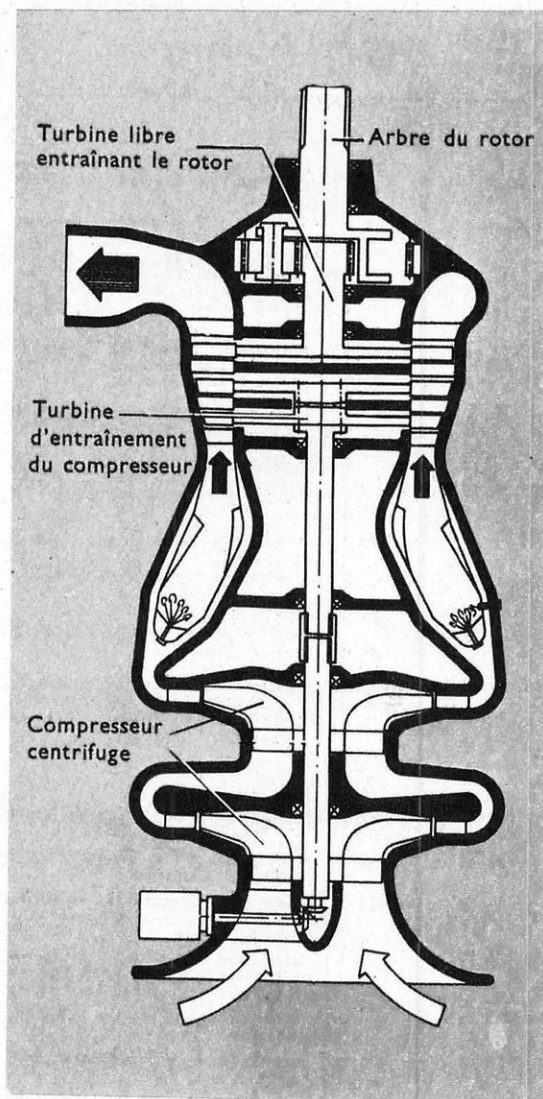
SUITE PAGE 64

c'est le cas sur le Conway, longer le moteur sur toute sa longueur, à l'intérieur d'un conduit, pour être éjecté avec les gaz chauds sortant à haute vitesse de la turbine.

Enfin, on peut noter, comme autre différence entre les « fan » et les double-flux anciens, une augmentation relativement importante du débit secondaire, à tel point que certains auteurs en arrivent à appeler double-flux les réacteurs dans lesquels le débit d'air secondaire est inférieur au débit moteur, et « fan » ceux pour lesquels il est supérieur (à titre d'exemple, le rapport des flux est de

0,3 pour le Conway et de 1,5 à 2 pour les « fan »). L'importance du débit du ventilateur justifie d'ailleurs à lui seul le raccourcissement de son circuit si l'on ne veut pas augmenter d'une façon prohibitive l'encombrement et surtout le poids de l'appareil.

Aux États-Unis, deux constructeurs ont réalisé des « fan » : Pratt et Whitney avec le JT3D-I (formule turbo-fan) dérivé du J 57 et la General Electric avec le CJ-805-21 (formule aft-fan) dérivé du J 79; ces deux turboréacteurs sont parmi les meilleurs et les plus évolués qui existent sur le marché. En



Angleterre, Rolls-Royce avec le RB 141 et Bristol avec le BE 53, ont réalisé chacun un modèle du type turbo-fan dont les caractéristiques sont inconnues.

Sur le Pratt et Whitney, les trois premiers étages du compresseur basse-pression ont été supprimés et remplacés par les deux étages de la soufflante. L'air d'alimentation des chambres de combustion les traverse également et subit ainsi une précompression équivalente à celle fournie par les étages supprimés. Les aubes du ventilateur sont d'une hauteur inhabituelle (40 cm) et on a dû placer des entretoises aux deux-tiers de leur hauteur pour limiter les risques de vibrations. Un quatrième étage de turbine a été ajouté pour fournir la puissance au compresseur basse-pression auquel a été intégré le ventilateur. Le reste du réacteur est inchangé. La poussée annoncée est de 7 257 kg, soit un gain au point fixe de 30 % par rapport au J57.

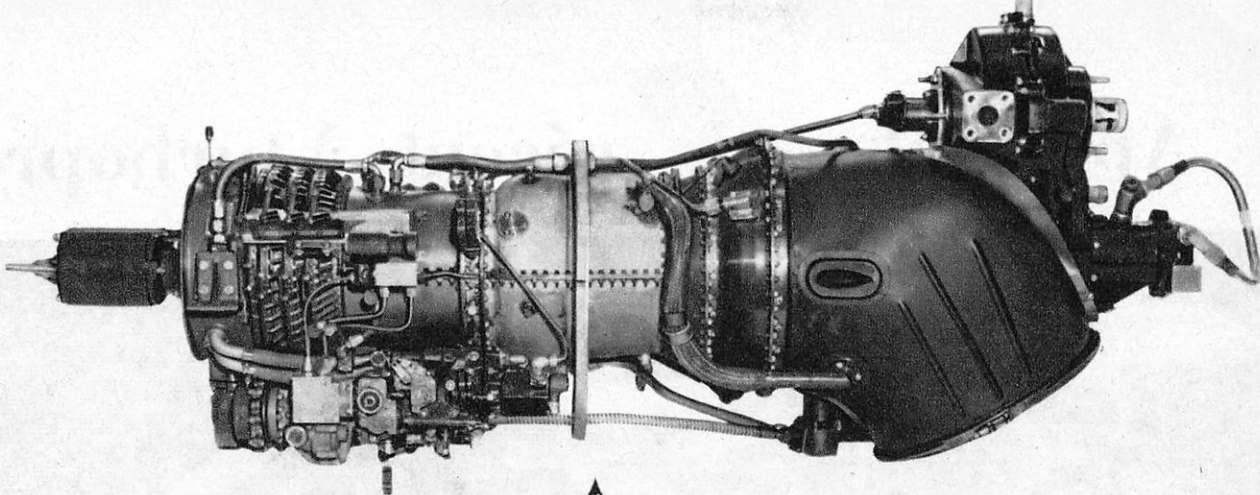
La solution adoptée par la General Electric sur le CJ 805-21 est peut-être encore plus révolutionnaire que celle de Pratt et Whitney, car, ici, l'ensemble turbine-ventilateur est absolument indépendant du réacteur de base. La construction a été simplifiée au maximum puisque c'est le même disque qui supporte les aubes de cette turbine et du ventilateur qui sont dans le prolongement les uns des autres. Toute mécanique supplémentaire a été supprimée.

L'ensemble se compose d'une turbine libre actionnée par les gaz du réacteur, lesquels sont alors éjectés à une vitesse plus basse, et d'un ventilateur-compresseur (type supersonique) qui aspire l'air autour du réacteur et l'éjecte vers l'arrière. La poussée est améliorée de 35 % au point fixe et la consommation réduite de 10 % en croisière. Un autre avantage de cette disposition est la liberté relative de cet ensemble tournant par rapport au réacteur de base, ce qui facilite le démarrage et réduit les efforts supportés lors des reprises.

L'avenir nous dira laquelle des deux solutions l'emportera, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients. L'aft-fan paraît

← L'hélicoptère adopte la turbine libre

Le croquis du haut donne le schéma de principe d'un moteur à turbine libre : il n'y a aucune liaison mécanique entre la turbine de travail qui entraîne le rotor de l'hélicoptère et celle qui actionne le compresseur. Pratiquement, comme l'indique le graphique, la puissance a une valeur élevée dès les très bas régimes.



DE HAVILLAND « GNOME ». Cette turbine libre de 1 000 ch, dont on distingue vers la gauche le réducteur, est d'un encombrement réduit et ne pèse que 160 kg.

NAPIER « GAZELLE ». L'éclaté de cette turbine libre en montre les divers éléments : le compresseur est à 11 étages, la puissance disponible de l'ordre de 2 000 ch.

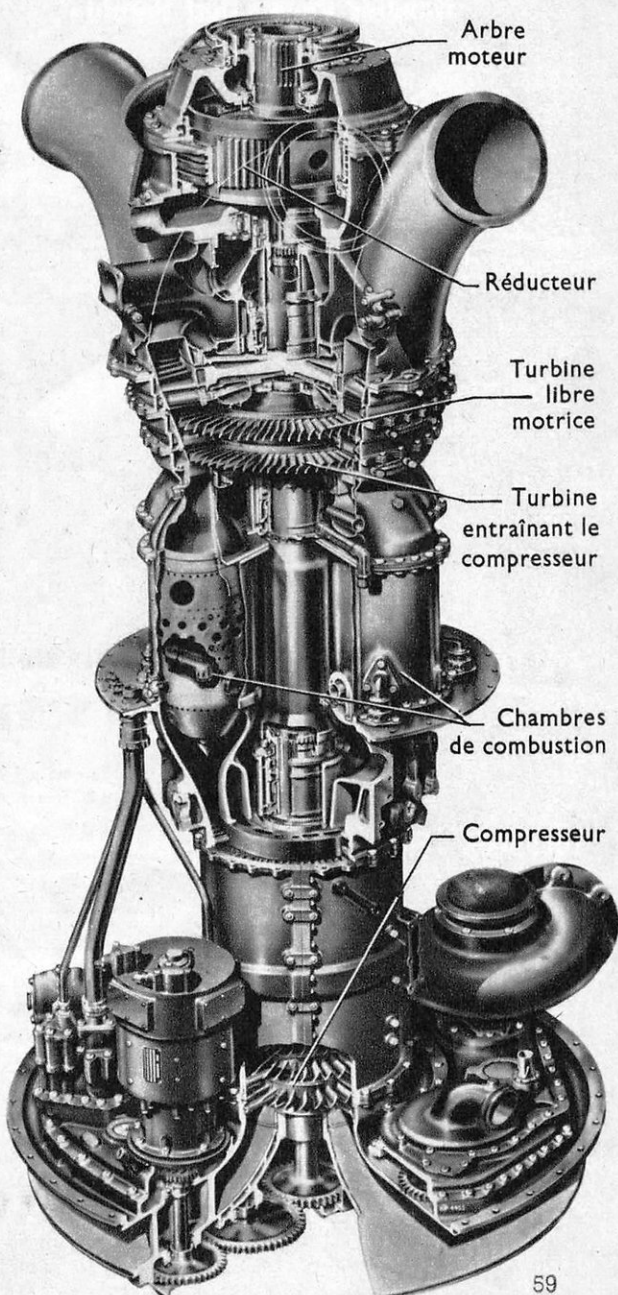
mieux adapté au montage des réacteurs en poinçons sous les ailes, mais le turbo-fan, par la séparation rapide des deux flux, permet une autre application dont nous n'avons pas parlé, mais pour laquelle le BE53 de Bristol a été plus particulièrement conçu : c'est le décollage court ou vertical des avions. Sur ce dernier moteur, l'air de dilution est dirigé sur deux tuyères latérales orientables qui peuvent le diriger vers le sol pour assurer, sinon la sustentation, du moins une aide importante au décollage.

Le réacteur double-flux, surtout depuis l'apparition de ces moteurs nouveaux, semble promis à un bel avenir.

Les silencieux

L'équipement des avions commerciaux en turboréacteurs de grande puissance soulève un problème grave. C'est le bruit qu'ils engendrent et qui fait interdire à la plupart d'entre eux l'accès aux aérodromes voisins des villes. Ce bruit, gênant pour la population proche, peut devenir intolérable pour le personnel du terrain et les passagers en attente.

Le problème acoustique et physiologique est très complexe. Une source sonore engendre des vibrations de l'air ambiant caractérisées par leur fréquence et leur amplitude. Les fréquences audibles vont de 20 à 20 000 hertz (périodes par seconde) et l'intensité sonore, proportionnelle au carré de



Appareils

récents à turbopro



Handley Page « Dart Herald »



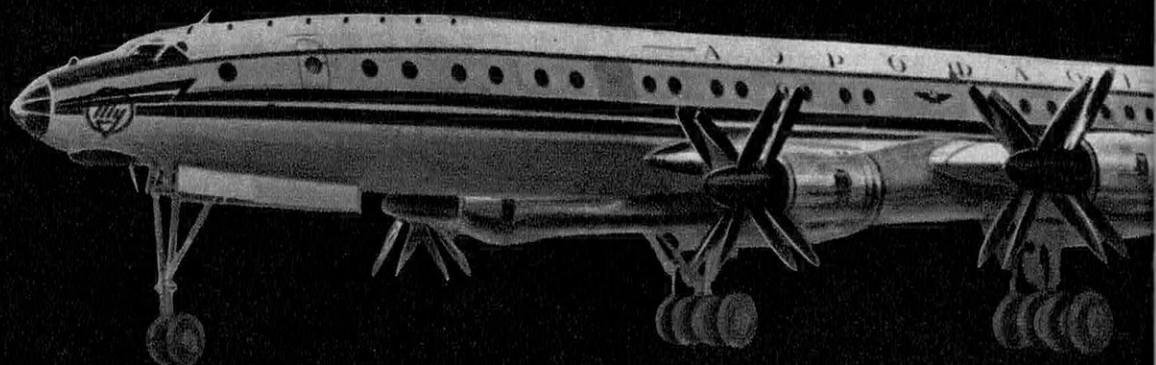
Grumman « Gulfstream »



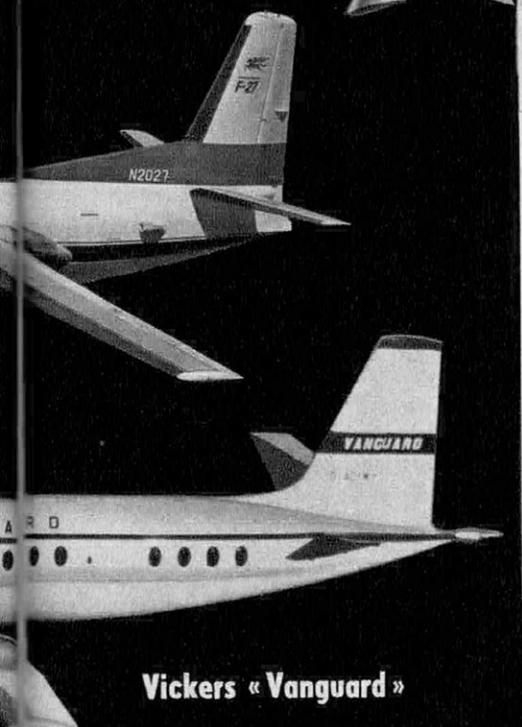
Fairchild « F-27 »



Lockheed « Electra »



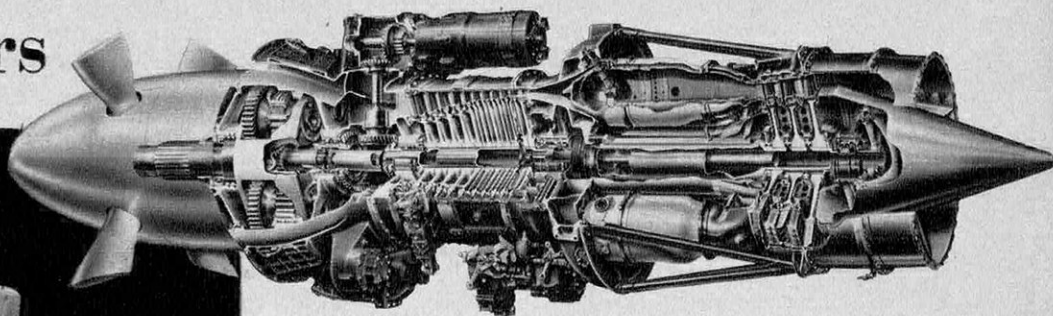
pulseurs



Vickers « Vanguard »

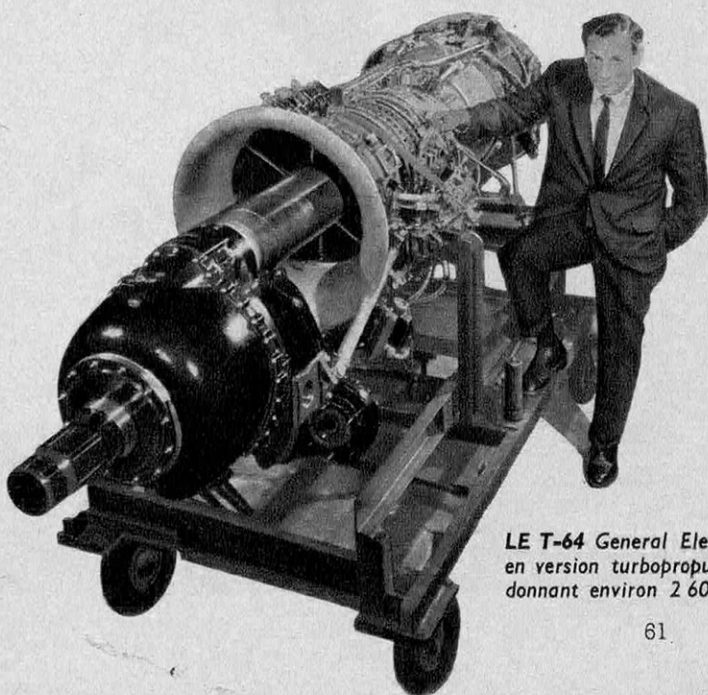


TU-114



L'Eland NEL 6, turbo-
propulseur Napier qui doit
équiper le Canadair 540.

LE turbopropulseur, turbine entraînant une hélice, soutient encore la concurrence du turboréacteur pour l'équipement de nombreux appareils, surtout commerciaux. Il semble que ce soit la machine qui convient le mieux à des avions volant à des vitesses de croisière modérées, tant à cause de son économie de consommation que pour sa très grande endurance, comparable à celle des moteurs classiques à pistons les plus évolués. L'avantage des vitesses de croisière élevées, telles que celles qu'atteignent les longs-courriers équipés de turboréacteurs, est d'ailleurs d'autant moins grand que l'étape à parcourir est plus courte, par suite des délais de transport des passagers aux aéroports et aussi du temps mis par ces appareils à gagner leur altitude de croisière la plus favorable et à en descendre. Les appareils à turbopropulseurs s'accommodent en outre de la plupart des pistes existantes.



LE T-64 General Electric,
en version turbopropulseur
donnant environ 2 600 ch.

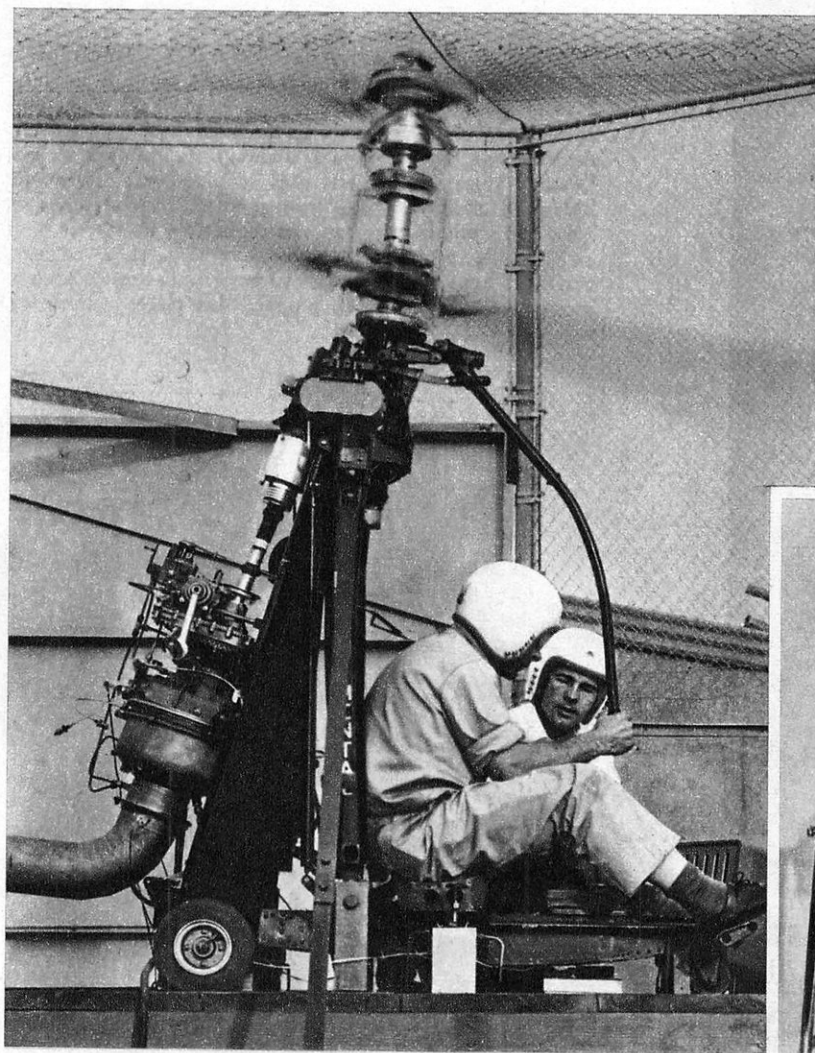
l'amplitude de pression, peut varier dans un domaine extrêmement étendu de sorte que pour évaluer les rapports de puissance, les techniciens ont du adopter une échelle logarithmique chiffrée en « bels », ou plus généralement en « décibels ». Un chuchotement correspond à 40 décibels, une conversation courante à 83 décibels, le bruit d'une forge à 100 décibels, celui d'un moteur à pistons à pleine puissance à 120 décibels, celui d'un turboréacteur de 3 500 kg de poussée à 170 décibels (il est encore de 135 à 140 décibels à 10 mètres). Or la limite d'endurance de l'oreille est de l'ordre de 130 décibels.

Les techniciens du monde entier se sont penchés sur le délicat problème que pose la réduction du bruit des turboréacteurs sans qu'ils perdent de leur puissance.

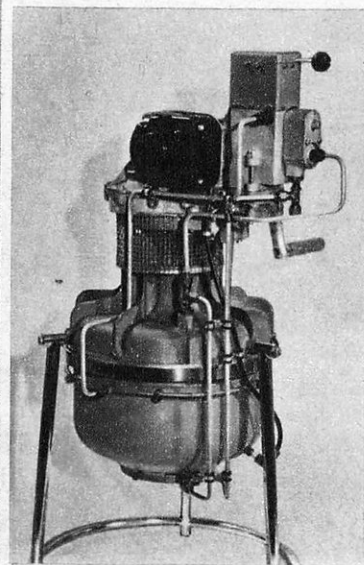
Deux types de solutions ont été élaborées.

La première concerne les silencieux de terrains ou silencieux de point fixe pour les essais de réacteurs dans les centres d'essais et sur les aérodromes. Ils sont en général très lourds et leurs 20 à 25 tonnes sont difficiles à manier. Ils sont par contre efficaces et permettent une réduction du bruit de l'ordre de 20 à 30 décibels. Beaucoup de sociétés étrangères spécialisées ont construit des silencieux de terrains, de conception plus ou moins analogue; en France, on peut citer les réalisations de Boët et les travaux de la société Bertin.

Quant aux silencieux de vol, ils doivent être efficaces sur le terrain et en vol. Les turboréacteurs des long-courriers américains, Boeing 707 et Douglas DC-8 sont équipés de silencieux de tuyères combinés souvent avec un inverseur de jet. La réduction



LA « TITAN YT 62 »
(ci-dessous), turbine à gaz construite par la « Solar Aircraft Company » pour l'armée et la marine américaines, développe 70 ch pour un poids de 23,6 kg. C'est une des plus petites qui soient. On la voit, ci-contre, équipant un hélicoptère individuel à deux rotors contra-rotatifs en essais au sol pour déterminer la force ascensionnelle en fonction du régime.





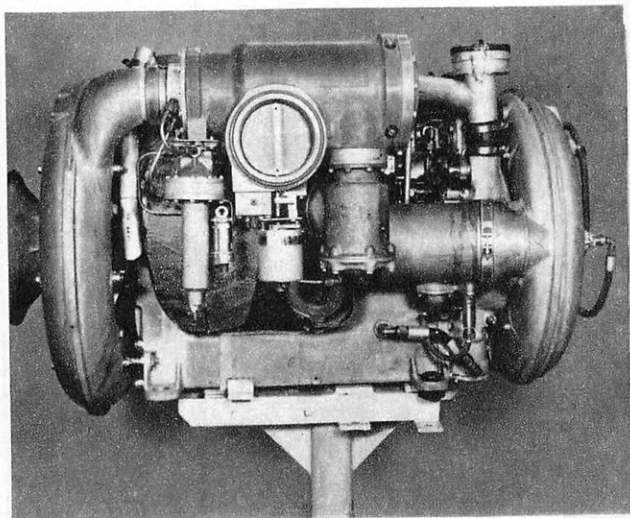
LE BOEING 502-11 B est une des nombreuses versions du modèle 502, turbine à gaz construite déjà à près d'un millier d'exemplaires. Montée ici sur une voiture spéciale avec un compresseur, elle met en route les réacteurs d'un Boeing 707.

tion est de 8 à 10 décibels. En Angleterre, Rolls-Royce a développé des silencieux pour les turboréacteurs Avon et Conway. En France, la société Bertin a obtenu d'excellents résultats sur des tuyères de Turboméca Marboré II (réduction de 10 à 15 décibels sans perte de poussée) qui autorisent de grands espoirs sur des réacteurs de forte puissance.

Un autre problème de bruit se pose par ailleurs. C'est celui émis par les entrées d'air des réacteurs, caractérisé par de très hautes fréquences. Le problème reste dans le domaine classique de l'insonorisation et devrait se résoudre par l'emploi de parois insonorisantes poreuses ou de matériaux absorbants. Mais l'écoulement de l'air à l'entrée du réacteur, qu'il ne faut pas perturber, complique la solution.

Les petites puissances

Après l'apparition des turboréacteurs pendant la Deuxième Guerre mondiale, leur évolution s'était amorcée dans deux voies distinctes : d'une part les modèles dont la puissance et les dimensions ne cessèrent d'augmenter; d'autre part les petites unités dont le fonctionnement était basé sur l'utilisation du compresseur centrifuge qui, dans ce domaine, n'est pas handicapé par la faiblesse de son débit. Leur puissance s'est



aussi accrue de sorte que leur poussée est plus forte que celle des premiers modèles, bien que leur encombrement soit beaucoup plus réduit.

Il s'est créé en outre une classe spéciale de réacteurs dits « consommables », de faible endurance et d'un prix de revient réduit, pour équiper les avions-cibles et les engins. Dans cette catégorie, où la poussée est inférieure à 1 000 kg, l'ingéniosité des constructeurs a permis d'obtenir, avec un poids très réduit et une extrême simplification mécanique, le maximum de puissance. On est ainsi parvenu à des réacteurs ultra-légers capables notamment d'équiper des appareils à envol vertical. On peut dire même que c'est l'apparition du programme d'avions à décollage vertical (VTOL) qui a déterminé l'orientation dans cette direction.

TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS (Suite)

CONSTRUCTEUR	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COMPRESSION	TURBINE	POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch)	POIDS (kg)	OBSERVATIONS
GRANDE-BRETAGNE						
Proteus 765	axial 12 étages + centrifuge 1 étage	8 chambres	2 + 2 étages	4 445 ch	1 315	Turbopropulseur. Équipe Bristol Britannia. Version 770 de 4 615 ch.
BLACKBURN Turmo 600	centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	450 ch	106	Turbine libre. Équipe Saunders-Roe 538. Licence Turboméca.
Artouste 600 A 129	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	475 ch	115	Turbopropulseur. Licence Turboméca.
	axial 2 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	840 ch	117	Turbine libre.
Palouste 500 DE HAVILLAND Gyron DGy2	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	252 ch	100	Turbocompresseur. Équipe Fairey Ultra-light. Licence Turboméca.
	axial 7 étages	annulaire	2 étages	9 070 (11 340) (1)	1 937	Turboréacteur.
Gyron Junior	axial 8 étages	annulaire	3 étages	3 630 kg (5 000) (1)	900	Turboréacteur. Équipe Blackburn NA 39.
Gnome NAPIER Eland N. El 3	axial 10 étages	annulaire	2 + 1 étages	1 000/1 500 ch	160	Turbine libre pour hélicoptères et STOL. Dérive du General Electric T 58.
	axial 10 étages	6 chambres	3 étages	3 000 ch	1 104	Turbopropulseur, équipe Canadair CL66 et 540. Avec compresseur auxiliaire à 9 étages alimentant les chambres de combustion en bout de pales, équipe le prototype du Fairey Rotodyne. Version turbine libre (poids 825 kg, puissance 3 500 ch) pour hélicoptère Westland Westminster.
NAPIER Gazelle NGa-4	axial 11 étages	6 chambres	2 + 1 étages	2 000 ch	408	Turbine libre. Équipe Bristol 192, Westland Wessex.
Oryx ROLLS-ROYCE Avon RA-29	axial 12 étages	5 chambres	2 étages	950 ch	230	Turbocompresseur pour hélicoptères.
	axial 16 étages	annulaire 8 « cans »	3 étages	4 760 kg	1 515	Turboréacteur, équipe D. H. Comet 4. Version RA 29-3 de 5 310 kg, équipe Caravelle. Version RA 29-5, compr. 17 étages, poussée 6 033 kg.
Conway	axial double corps: 6 étages b. p. + 9 étages h. p.	annulaire avec « cans »	1 + 2 étages	7 710 kg	1 500	Turboréacteur à double flux. Équipe Boeing 707 et Douglas DC-8. Version RCo15 de 8 400 kg de poussée.
RB-108	axial 7 étages	annulaire	1 étage	912 kg	114	Turboréacteur pour avions à décollage vertical (Short SC-I). Version RB-145, poussée 1 250 kg.
RB-141	axial			5 440 kg		Turboréacteur à turbo-soufflante avant. Destiné au De Havilland DH-121.
Dart RDa 7/2	centrifuge 2 étages	7 chambres	3 étages	2 105 ch	567	Turbopropulseur. Versions nombreuses. Équipe Vickers Viscount, Bréguet Alizé, Fokker Friendship, etc.
Tyne RTy. 1	axial double corps: 6 étages b. p. + 9 étages h. p.	annulaire 10 « cans »	1 + 3 étages	4 985 ch	935	Turbopropulseur. Équipe Vickers Vanguard, Canadair CL44, Short Britannic. Version RTy-12, 5 730 ch.
ITALIE						
FIAT Type 4002	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	325 kg	88	Turboréacteur.
Type 4032	axial 9 étages	annulaire 10 « cans »	1 étage	2 700 kg	490	Turboréacteur.
Type 4700	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	530 ch	120	Turbocompresseur pour hélicoptère Fiat 7002.
JAPON						
NIPPON JET ENGINE CO. J3-1	axial 8 étages	annulaire	1 étage	1 200 kg	365	Turboréacteur.
U. R. S. S.						
KLIMOV VK-1	centrifuge 1 étage	9 chambres	1 étage	2 700 kg (3 400) (1)	898	Turboréacteur. Équipe Mig 17.
MIKULIN M-209	axial 8 étages	annulaire	2 étages	6 750 kg	2 500	Turboréacteur. Équipe Tupolev 104 et 104-3.
KUSNETZOV NK-4	axial 14 étages	annulaire	3 étages	4 500 ch		Turbopropulseur. Équipe Il. 18.
NK-O12M IVCHENKO	axial 14 étages axial	annulaire	5 étages	12 500 ch	2 300	Turbopropulseur. Équipe Tupolev 114. Turbopropulseur. Version améliorée du NK-4. Équipe Antonov 10.

(1) avec postcombustion.

Les petits réacteurs actuels peuvent donc être classés dans deux catégories principales suivant qu'ils dérivent des turbines de faible puissance à compresseur centrifuge ou au contraire des réacteurs consommables dont l'endurance est améliorée.

Les petites unités à compresseur centrifuge

A cette catégorie s'attache le nom de la Société Turboméca et celui de l'ingénieur Szydlowski. Ces machines, d'une conception très simple, ont remarquablement évolué dans le sens d'une augmentation de la poussée spécifique obtenue par l'accroissement de la vitesse périphérique du compresseur centrifuge, de la température à l'entrée de la turbine et l'adoption d'un étage de compresseur axial supersonique. Ce type de compresseur utilise les chocs qui se produisent dans les écoulements à une vitesse supérieure à celle du son et fournit, avec une seule roue, un rapport de pressions bien supérieur à ceux obtenus jusqu'ici avec les modèles classiques. Ainsi le taux de compression a pu être porté de 3,5 à plus de 5 sans changement important dans l'encombrement de la machine.

Les principales firmes qui les construisent sont d'abord, en France, Turboméca avec la série des Arbizon, Gourdon, Gabizo comme réacteurs, Astazou et Bastan comme propulseurs et Turmo comme turbine libre; Blackburn exploite en Angleterre les licences Turboméca Turmo 600 et Artouste 2 et a adapté à cette dernière deux étages transsoniques pour en faire le A 129 de 840 ch au lieu de 475 pour le modèle de base; Bristol-Siddeley construit d'autre part les P 181 et P 182; aux États-Unis, le J 44 de Fairchild, est dérivé du Marboré de Turboméca.

L'application la plus courante de ces machines est la propulsion des avions légers d'entraînement et de liaison où elles prennent le relai des moteurs à pistons.

Notons d'autre part l'utilisation de ces petits réacteurs comme unités d'appoint pour le décollage d'avions plus lourds sur lesquels ils sont montés à la manière des réservoirs supplémentaires de carburant.

Dérivés des réacteurs « consommables »

L'aviation militaire a besoin, pour la propulsion des engins ou des avions cibles, de réacteurs bon marché, de construction simple et de rendement acceptable. Leur durée de vie était très brève à l'origine, mais les constructeurs sortent maintenant des

groupes suffisamment endurants pour équiper des appareils à décollage vertical, par exemple, ou pour fournir un appoint de poussée pour ceux dits à décollage court.

La recherche de la simplicité a entraîné presque automatiquement une réduction du poids et les constructeurs qui, comme Rolls-Royce avec le Soar, se sont lancés dans cette voie arrivent maintenant à sortir des machines dont le rapport du poids à la poussée est compris entre 0,15 et 0,10. Cette valeur est très faible si l'on songe que pour la plupart des réacteurs récents, ce rapport est compris entre 0,2 et 0,3. On a pu montrer que c'est aux alentours de 900 kg de poussée que se situent les appareils dont le poids spécifique est le plus faible.

Tous ces réacteurs comprennent un compresseur axial de faible diamètre (donc de maître couple très réduit), une chambre de combustion annulaire et une turbine à 1 ou 2 étages. Les principaux modèles en fabrication ou en cours d'essais ou d'étude sont, chez Rolls-Royce, le RB 108 (monté sur l'appareil à décollage vertical Short SC-I où 4 réacteurs verticaux assurent la sustentation et un cinquième la propulsion) et le RB 145 qui en dérive avec 1250 kg de poussée. Aux États-Unis, nous trouvons le J 81 de Westinghouse, qui est le Soar de Rolls-Royce construit sous licence, le J 83 de Fairchild dont le rapport poids-poussée est de 0,125, le J 85 de la General Electric, semblable au précédent, et le JT 12 de Pratt et Whitney, un peu plus puissant et qui doit équiper le Lockheed Jetstar.

Les turbines pour hélicoptères

Le développement de la propulsion par turbine sur les hélicoptères a fait apparaître sur le marché un grand nombre de modèles, parfois dérivés de réacteurs évolués. Rappelons pour mémoire le montage de l'Artouste sur l'Alouette et du Palouste sur le Djinn.

Les machines les plus récentes sont toutes des « turbines libres » ainsi dénommées parce que le groupe générateur de gaz est complètement distinct, du point de vue mécanique, de la turbine de travail qui entraîne le rotor de l'hélicoptère. Le couplage entre le générateur et la turbine libre, purement aérodynamique, agit à la manière d'un changement de vitesse automatique et assure une grande souplesse de fonctionnement. Le premier avantage de ce système est un démarrage plus aisé, le démarreur n'ayant à entraîner que le groupe générateur de faible inertie puisque la partie réceptrice, le rotor,

est mécaniquement isolée. Mais, surtout, la puissance est pratiquement indépendante du régime sur une gamme très étendue de vitesses de rotation de l'appareil récepteur.

Parmi les turbines libres destinées aux hélicoptères de construction récente, citons le Turmo III de Turboméca qui doit équiper le nouvel hélicoptère de Sud-Aviation.

En Grande-Bretagne, nous trouvons le Blackburn A 129 déjà cité, le Napier Gazelle, le Bristol-Siddeley P 181 et, chez De Havilland, le Gnome dérivé directement du T 58 de la General Electric. Aux États-Unis, outre le T 58, on trouve les Lycoming T 53 et T 55 et, en Italie, le Fiat 4 700.

On remarquera, à propos du T 58 américain et de son homologue anglais Gnome que ces deux moteurs ne pèsent que 160 kg, réducteur compris, pour une puissance sur l'arbre de 1 000 ch. On mesurera aisément le progrès réalisé en 10 ans en songeant qu'un moteur d'aviation classique à pistons, de même puissance, pèserait 500 kg environ.

Turbines pour auxiliaires

Sur les avions multimoteurs de fort tonnage, le nombre et la puissance des auxiliaires nécessitent l'installation d'une véritable petite centrale électrique à bord. Les réacteurs ou les moteurs constituent, sur les avions de moyen tonnage, les sources les plus directes pour la production de l'énergie électrique. Mais il n'en est plus toujours ainsi sur les très gros porteurs où le générateur électrique est séparé des propulseurs et entraîné par une turbine de petite puissance. L'utilisation de tels groupes n'a été rendue possible que grâce à ce genre de machines, moins lourdes et moins volumineuses que les moteurs à pistons, consommant le même carburant que les réacteurs et d'un entretien aisé.

Leurs fonctions principales sont le démarrage des moteurs principaux, la manœuvre des portes et des treuils sur les modèles cargo et, au cours de l'atterrissage, lorsque les réacteurs sont au ralenti, l'ouverture des trappes de train et le braquage des volets d'hypersustentation.

Une autre application importante de ces turbines est l'entraînement des groupes d'aérodromes utilisés pour le lancement des propulseurs d'avions. Leur emploi ne se limite d'ailleurs pas à l'aéronautique et elles commencent à se répandre dans la marine en attendant d'équiper l'automobile, lorsque leur consommation de carburant sera devenue acceptable.

M. LE NABOUR et J. SCHREMPF

Moteurs

Constructeur	Type	Carburant (combustible)	Comburant (oxydant)
ÉTATS-UNIS THIOLKOL	LR8-RM-6	alcool éthylique	oxygène liquide
	XLR-II	alcool éthylique	oxygène liquide
	XLR-99 Pioneer	ammoniac anhydre	oxygène liquide
	LR-54 Guardian, Patriot, Tu 205		
ROCKETDYNE	A-6	alcool éthylique	oxygène liquide
	S-3 (LR-79)	RP-1	oxygène liquide
	LR-93	RP-1	oxygène liquide
	LR-105	RP-1	oxygène liquide
	LR-42	JP-4	eau oxygénée
FRANCE SEPR	81	furaline	acide nitrique
	841	TX-11	acide nitrique
GRANDE-BRETAGNE BRISTOL- SIDDELEY	PR 23	kérosène	eau oxygénée concentrée
	Screamer	kérosène	eau oxygénée
	Gamma 201	kérosène	eau oxygénée concentrée
DE HAVILLAND	Super-Sprite	kérosène	eau oxygénée concentrée
	Spectre	kérosène	eau oxygénée concentrée
	Double Spectre	kérosène	eau oxygénée concentrée
NAPIER	Triple Scorpion	kérosène	eau oxygénée concentrée
SUÈDE SVENSKA	VR 3	kérosène	eau oxygénée

s-fusées à liquides

Poussée (kg)	Poids (kg)	Observations
2 720 (unitaire)	Sec 95	Moteur-fusée du Bell X-1, avec 4 chambres de combustion; alimentation par azote sous pression.
5 400		Moteur-fusée du X-15 pour essais.
27 000		Moteur-fusée du X-15, solution finale, poussée variable.
		Fusées pour engins.
34 000	Sec 657	Pour engins. Équipe Redstone. Alimentation par pompes jumelées entraînées par une turbine unique de 780 ch.
68 000		Pour engins. Équipe IRBM Jupiter et Thor. Alimentation par pompes jumelées entraînées par une turbine unique développant plus de 2 500 ch.
72 000		Pour engins. Équipe ICBM Atlas. Alimentation par turbopompes, un groupe par chambre.
27 000		Pour appoint avions. Alimentation par pompes jumelées entraînées par une turbine unique.
500 3 400	Sec 160 + poids réservoirs et liquides	Versions à une ou deux chambres de combustion; alimentation par turbopompe. Pour avions ou engins. Le modèle B1 A utilise le kérosène.
750 1 530	Sec 86 + poids réservoir et liquides	Équipe Mirage III, Durandal, etc. Le TX-II est un mélange de 60% de triéthylamine et 40% de xylène. L'acide nitrique est additionné d'un inhibiteur de corrosion Omnifos N 1000. Alimentation par turbopompes.
230	Sec 13,4 + poids des liquides	Pour stabilisation d'engins (Black Knight). Version améliorée avec 500 kg de poussée.
3 600	Sec 210 + poids des liquides	Pour engins ou appoint avions.
8 620	317	Pour engins (Black Knight) ou moteur fusée autonome. 4 chambres.
1 100	Sec 281 + poids des liquides	Fusée d'appoint au décollage. Alimentation par azote sous pression. Équipe Vickers Valiant.
2 000		Fusée d'appoint pour avions. Alimentation par turbopompe. Existe en version à poussée fixe DSPE 4 et à poussée réglable DSPE 5.
3 650 (continue)		Composé d'un Spectre à poussée constante et d'un Spectre à poussée réglable.
5 000	Sec 134 + poids des liquides	Dérivé du Double Scorpion qui équipait le Canberra du record d'altitude des 21 345 m en 1957. 3 chambres de combustion alimentées par trois groupes de pompes centrifuges entraînées par une turbine commune.
2 585		Pour avions ou engins.

La propulsion par fusée apporte à la technique aéronautique une contribution essentielle dans plusieurs domaines, soit qu'il s'agisse de fournir à un avion un supplément de puissance au décollage ou au cours de certaines phases de vol, soit que l'on s'attaque au problème des vitesses fortement supersoniques sur des appareils spéciaux.

Le moteur-fusée peut, du point de vue de son utilisation, se ranger dans deux catégories dont les limites ne sont d'ailleurs pas nettement fixées. Il peut constituer un moteur d'appoint, comme les fusées S.E.P.R. des Mirage III A ou les Super-Sprite des Valiant B I. Il peut représenter le moteur principal, conjugué avec un turboréacteur d'appoint, comme sur le Trident, ou encore être complètement autonome comme sur le North-American X-15.

« Propergols » liquides ou poudres ?

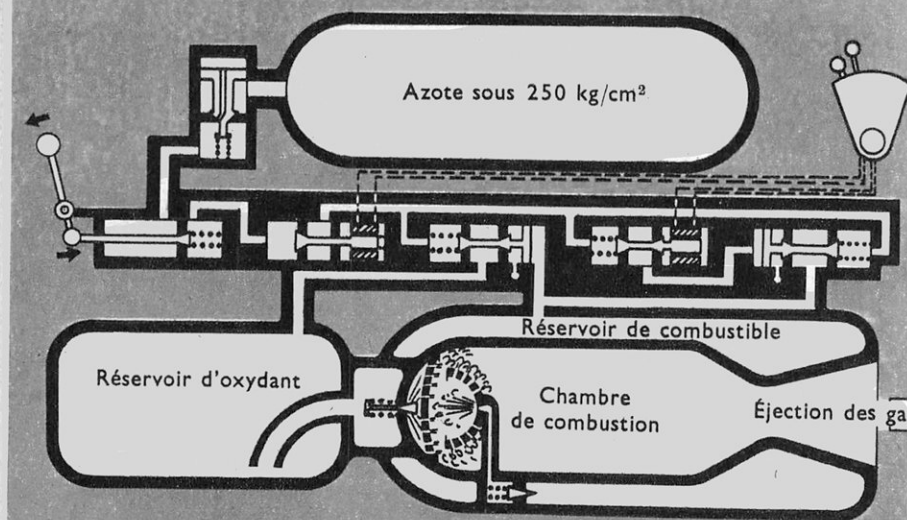
Les moteurs-fusées peuvent être à combustibles solides (poudres) ou à « propergols » (combustibles et carburants) liquides.

La poudre, qui semblait ne devoir trouver que des applications limitées en aviation jusqu'à ces dernières années, suscite de nouveau un grand intérêt grâce à certains avantages qu'elle présente sur les liquides et aux perfectionnements apportés récemment tant par l'ingénieur-utilisateur que par le chimiste. La simplicité de mise en œuvre, la facilité du stockage, le contrôle de la vitesse de combustion, la mise au point d'un système d'extinction, la fabrication de nouveaux alliages et de corps entrant dans la composition des poudres font maintenant passer au second plan les inconvénients qui résultaient de l'impossibilité d'éteindre la fusée à volonté, des irrégularités de combustion et des propriétés corrosives des gaz.

On trouve en France, en Angleterre et aux États-Unis de nombreux modèles de fusées destinées à brûler pendant quelques secondes et servant surtout d'aides au décollage. Pour

Moteur-fusée d'appoint

AVEC alimentation par gaz sous pression. Ce dernier, le plus généralement de l'azote, est contenu dans la bouteille représentée à la partie supérieure du schéma. Un jeu de clapets commandé par les manettes figurées à droite et à gauche règle la détente de ce gaz qui vient chasser combustible et comburant (oxydant) de leurs réservoirs respectifs dans la chambre de combustion où ils réagissent.



les applications tant civiles que militaires, le faible prix de revient des fusées à poudre est évidemment d'un grand intérêt : une fusée de 25 cm de diamètre, de 1,20 m de longueur, pouvant développer une poussée de 450 kg pendant 15 secondes revient à environ 75 000 francs

Gaz sous pression ou turbopompes ?

Pour les moteurs-fusées à liquides, le principe du système d'alimentation est en général différent suivant qu'il s'agit d'un moteur d'appoint ou d'un moteur principal.

Les moteurs-fusées d'appoint présentent généralement l'avantage de ne pas avoir de pièces en mouvement. L'organe moteur comporte des bouteilles de gaz (azote, le plus souvent), comprimé à haute pression (de l'ordre de 200 à 250 kg/cm²), qui chasse les liquides, combustibles et oxydants, à travers les valves de distribution jusqu'aux injecteurs qui assurent leur pulvérisation et leur mélange dans les proportions convenables. La réaction s'effectue dans une chambre d'où les gaz

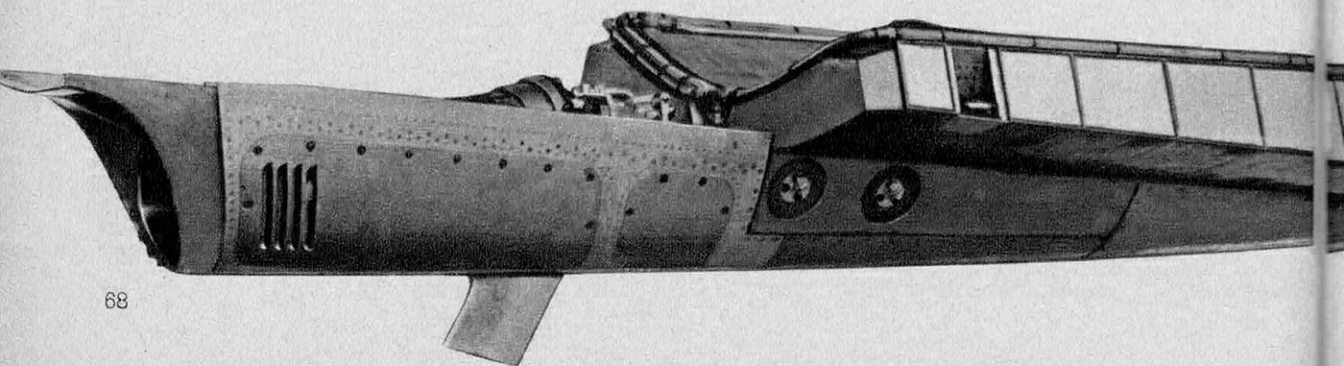
chauds sortent, puis sont accélérés dans un canal convergent-divergent, la tuyère, avant d'être éjectés dans l'atmosphère.

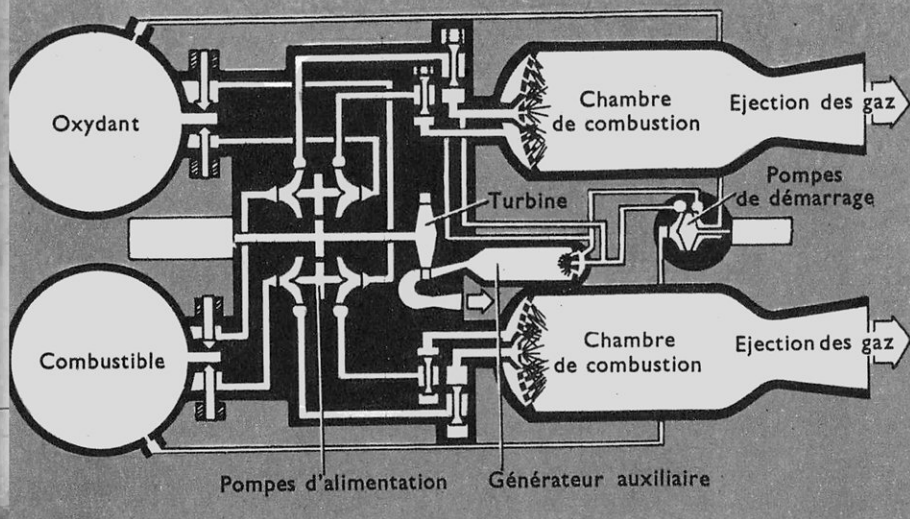
Le moteur-fusée principal est en général plus complexe. Il comporte des pompes destinées à refouler combustible et oxydant vers le ou les injecteurs, ces pompes étant actionnées par de petites turbines ou de véritables groupes auxiliaires comportant des chambres de combustion et fonctionnant avec le même propergol que le moteur-fusée. Ce moteur peut lui-même se composer de plusieurs éléments de fusée, être à deux, trois ou quatre corps.

À vrai dire, cette classification est assez arbitraire, car certains moteurs d'appoint comportent des pompes.

Les « propergols » liquides

L'énergie qui sera utilisée lors de la détente des gaz chauds à travers la tuyère et transformée en énergie cinétique peut être libérée dans la chambre de réaction soit par action d'un oxydant sur un réducteur, soit par décomposition catalytique d'un corps (en pra-





Moteur-fusée autonome

A deux chambres de combustion et alimentation par turbopompes. Les deux pompes pour le combustible et l'oxydant sont entraînées par une turbine auxiliaire, mue par les gaz de réaction des mêmes liquides injectés dans une chambre séparée ; l'échappement de cette turbine apporte sa contribution à la poussée des chambres principales. Les manettes de commande des valves n'ont pas été représentées.

tique, eau oxygénée), soit par réassociation moléculaire de radicaux libres (encore seulement au stade de la recherche). Les moteurs-fusées actuels, dans leur plus grande généralité font appel à la première solution.

Un très grand nombre de combinaisons de combustibles et de comburants (oxydants) ont été expérimentés. Les combustibles sont principalement des alcools méthylique et éthylique et des hydrocarbures dérivés du pétrole, faciles à manipuler. Parmi les principaux oxydants, on peut citer l'acide nitrique concentré (S.E.R.P.), l'eau oxygénée à diverses concentrations (les Anglais désignent sous le nom de H.T.P. ou *High Test Peroxyde* l'eau oxygénée à plus de 75 % de concentration), l'oxygène liquide.

Comme dans les cas du turboréacteur et du statoréacteur, le pouvoir calorifique du propergol employé est un des principaux facteurs à considérer. Un autre facteur intervient : la masse moléculaire des gaz éjectés. Il s'agit en effet de transformer la chaleur dégagée en vitesse imprimée aux gaz de la combustion ; or, du point de vue thermodynamique, les gaz légers sont théoriquement les plus avan-

tageux. En pratique, on se trouve limité dans le choix des propergols par d'autres considérations plus impérieuses, telles que leur densité, leur facilité de manutention et de conservation, leur prix de revient et aussi la température limite de tenue des revêtements de la tuyère, actuellement de l'ordre de 3 000°.

Une technique d'avenir

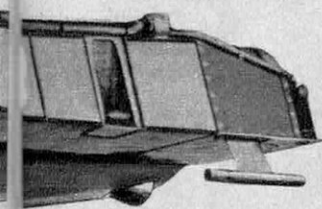
L'ancêtre des moteurs-fusées pour l'aéronautique a été le moteur Walter 109-509 fabriqué en série en Allemagne à la fin de la Deuxième Guerre mondiale pour le chasseur Messerschmitt 163 ; il fonctionnait avec, comme combustible, un mélange d'alcool méthylique et d'hydrate d'hydrazine et, comme comburant, de l'eau oxygénée.

La technique des moteurs-fusées pour avions a été très largement développée depuis dans de nombreux pays : France (S.E.P.R.), Grande-Bretagne (De Havilland, Napier, Bristol-Siddeley), États-Unis (Thiokol Reaction Motors, Thompson Products, Aerojet General, etc).

Le moteur-fusée d'appoint a maintenant une application quasi-générale tant sur les intercepteurs que sur les bombardiers et même sur les avions de transport.

Quant au moteur principal ou autonome il paraît être le remplaçant logique du turboréacteur sur les avions supersoniques de très hautes performances, bien que de nombreux problèmes de toute nature : mécaniques, chimiques et thermodynamiques, restent encore à résoudre.

SEPR 81. — Moteur fusée à furaline et acide nitrique développant une poussée de 1 500 kg pour un poids total de 430 kg. L'alimentation se fait par turbopompes. Il en existe des versions à une ou deux chambres.



M. LE NABOUR et J. SCHREMPF





Une formation de Grumman Tiger de l'U.S. Navy

CHASSEURS ET BOMBARDIERS

VOIR PAGES SUIVANTES

LES débats doctrinaux entre défenseurs de l'avion et protagonistes de l'engin ne sont pas de ceux qui puissent se conclure par la disparition rapide de l'un des deux matériels concurrents.

On ne trouverait d'ailleurs dans l'histoire militaire, aucun exemple d'un bouleversement de l'armement qui aurait été aussi rapide. Sait-on, par exemple, qu'à la fin du 18^e siècle, quatre cents ans après Crécy et la défaite infligée à Philippe de Valois par les canons d'Édouard III, certains dirigeants de l'armée britannique doutaient encore de l'opportunité du remplacement de l'arc par le fusil ? Ce dernier, disaient-ils, manquait souvent une maison à 150 pas, quand n'importe quel archer touchait à coup sûr son adversaire à la même distance. Quand aujourd'hui l'Allemagne achève son réarmement en chars et que toutes les grandes marines multiplient encore leurs constructions de bâtiments de surface, pourquoi l'aviation se croirait-elle tenue de sacrifier dès maintenant un matériel infiniment moins vulnérable que ceux-ci à l'engin ou aux armes atomiques ?

Les innombrables missions de la guerre conventionnelle et de la guerre subversive où la primauté de l'avion n'est plus discutée assurent encore à celui-ci, et pour longtemps, une position de repli. Il n'en sera pas chassé tant qu'il existera des armées de Terre et de Mer qui ne peuvent se passer de ses services. Voit-on la détection et l'encercllement des groupes de fellagha confiés uniquement aux jeeps et aux automitrailleuses si on abandonnait les avions légers et les hélicoptères ? Voit-on les frégates assurer seules, sans avions patrouilleurs, l'escorte des convois et l'exploration anti-sous-marine ?

L'aviation est-elle condamnée par les armes nouvelles ?

Cependant l'aviation ne saurait s'accommoder longtemps de ces missions secondaires sans menace grave pour son existence. Faute de pouvoir leur faire affronter un bazooka ou une bombe-fusée, les protagonistes du char lourd et du navire de ligne ont essayé de donner le change, pendant dix ans, en les affectant à des missions secondaires où l'on n'avait que faire de leurs coûteuses caractéristiques. Mais tous les plaidoyers affirmant que le char restait cette synthèse d'armement, de protection et de vitesse sur quoi était fondée la puissance offensive et défensive des armées de Terre, et que le navire de ligne restait l'épine dorsale des flottes, épuisèrent en dix ans leur force de conviction. Le même sort attend, dans dix autres années,

et peut-être avant, les aviations qui n'auront pas su s'adapter à l'ère atomique et à la guerre des engins.

Condamné depuis plus de deux ans par le Livre Blanc britannique, aux trois-quarts abandonné l'an dernier par l'U.S. Air Force qui a résilié presque tous ses marchés d'études, le chasseur de Mach 3 vient de recevoir un dernier coup avec le budget français de 1959 qui en consacre l'abandon. Pour l'instant, le bombardier est moins sérieusement touché. Le Livre Blanc britannique réserve son sort. Les Convair B-58, de Mach 2, sont régulièrement commandés en petite série et North American poursuit la construction du prototype du premier bombardier « chimique », le B-70. La France enfin lui fait encore confiance avec le Mirage IV. Mais le chasseur ne ressuscitera et le bombardier ne survivra que s'ils font la preuve de leur capacité d'adaptation aux armes nouvelles.

Primauté et déclin du chasseur

Cette survie provisoire du bombardier et cette condamnation définitive du chasseur renversent les positions respectives qu'on avait fini par leur reconnaître.

Pendant la Seconde Guerre mondiale, c'est la supériorité de la chasse britannique en mission de défense qui a fini par imposer à Goering, après de coûteuses tentatives, l'abandon du bombardement et de tout espoir d'une issue victorieuse de la guerre bien que l'Allemagne fût maîtresse de l'Europe occidentale et centrale. C'est la même supériorité offensive des chasseurs britanniques et américains escortant les bombardiers, ou attaquant directement les objectifs tactiques et stratégiques, qui explique l'effondrement final de l'Allemagne.

La guerre de Corée a confirmé de manière plus éclatante encore la primauté du chasseur. Dès avril 1951, les Superforteresses, descendues malgré leur escorte, durent renoncer aux opérations lointaines pour se limiter à celles où elles ne risquaient pas de rencontrer un Mig-15, et ce furent les chasseurs-bombardiers américains qui remplacèrent les bombardiers lourds défaillants contre les objectifs d'accès trop difficile. L'échec des Superforteresses ne signifiait pas seulement la supériorité du turboréacteur sur le moteur à explosions car l'U.S. Air Force se garda bien, jusqu'à la fin des hostilités, d'engager les Stratojets à six réacteurs qui sortaient alors des chaînes de montage de Boeing et risquaient de faire la même preuve d'impuissance que les Superforteresses. Seul le chasseur pouvait tenir les airs.

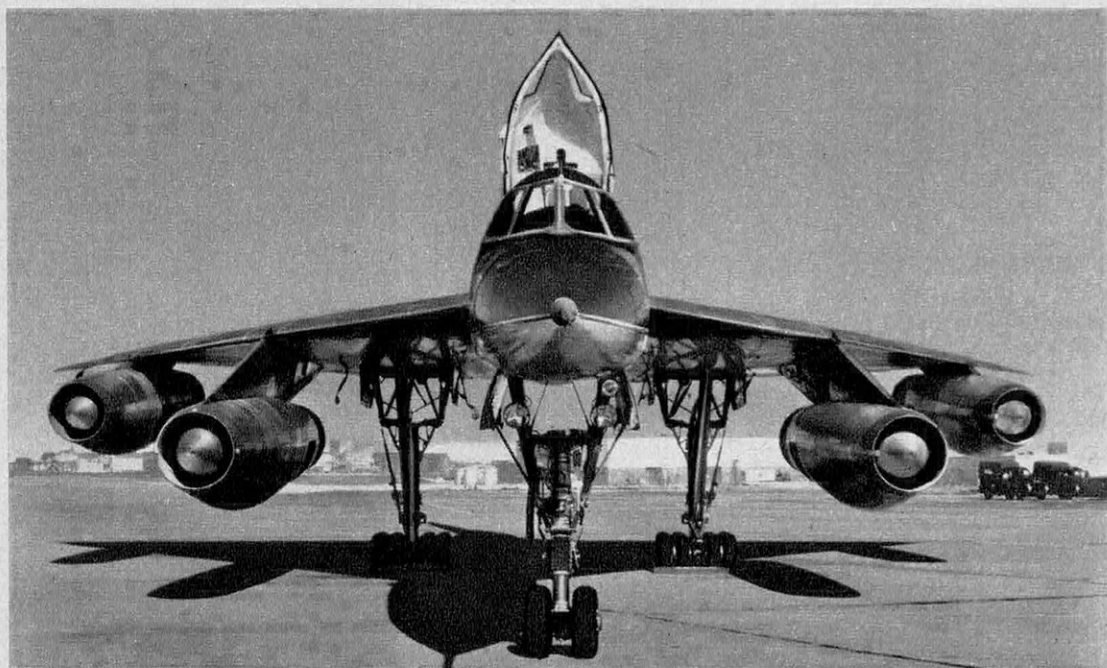
BOMBARDIERS

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total (kg)	Moteurs (puissance ou poussée au décollage)	Vitesse max. (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
ÉTATS-UNIS										
BOEING	B-47 E Stratojet	35,40	32,60	90 800	6 turboréacteurs General Electric J 47 de 2 720 kg	1 050	> 4 800	> 12 000	3	Bombardier moyen, ailes en flèche, sièges éjectables, en service. Armé d'engins air-sol Rascal GAM-63. 2 canons de 20 mm en tourelle de queue. Versions diverses.
	B-52 G Stratofortress	56,38	48,02	> 200 000	8 réacteurs Pratt et Whitney J 57 de 5 500 kg	1 045	> 12 000	> 15 000	6	Bombardier lourd à grand rayon d'action, ailes en flèche, en service. Peut emporter sous chaque aile un engin GAM-77 Hound Dog air-sol supersonique.
CONVAIR	B-58 Hustler	17,37	29,57	72 570	4 turboréacteurs General Electric J 79 de 8 140 kg avec post-combustion	M > 2	2 800	> 15 000	3	Bombardier, aile en delta, sièges éjectables, canon Vulcan de 20 mm. Bombes, engins, contre-mesures électroniques dans containers divers à accrocher sous la cellule.
DOUGLAS	B-66 B Destroyer	22,11	22,91	35 400	2 turboréacteurs Allison J 71 de 4 625 kg	1 120	> 3 200		3	Bombardier tactique, ailes en flèche, sièges éjectables, en service; peut porter une bombe thermo-nucléaire; 2 canons de 20 mm en tourelle de queue. Versions diverses: reconnaissance photographique, météo.
LOCKHEED	WS-125 A									Bombardier à propulsion nucléaire en projet avec Convair.
MARTIN	B-57 B	19,50	19,90	22 700	2 turboréacteurs Wright J 65-W5 de 3 275 kg	> 960		> 13 700	2	Bombardier tactique, en service. Version sous licence de l'English Electric Canberra. 8 mitrailleuses de 12,7 mm ou 4 canons de 20 mm, bombes, roquettes. Versions diverses: grande altitude, porteur d'engins, reconnaissance.
NORTH AMERICAN	B-70 Valkyrie			272 000	6 turboréacteurs General Electric J 93 ou Pratt et Whitney J 58. Poussée totale > 70 000 kg	M > 3		> 21 000	4	Bombardier lourd à grand rayon d'action. En construction.
GRANDE-BRETAGNE										
AVRO	Vulcan Mk 2	33,83	29,59		4 turboréacteurs Bristol Olympus 200 de 7 510 kg				5	Bombardier à réaction, aile en delta, version poussée du Vulcan Mk 1. Peut porter un engin air-sol Avro à grande portée.
ENGLISH-ELECTRIC	Canberra B 2	19,50	20	18 500	2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon Ra 3 de 3 000 kg	910	4 280	14 600	3	Bombardier moyen à réaction, pouvant emporter 3 t de bombes; sièges éjectables. Versions multiples: chasse de nuit, reconnaissance, bombardement tactique. Version Mk 10 sans pilote, pour opérations au-dessus de 15 000 m. A détenu 19 records du monde, en particulier d'altitude (21 430 m) en août 1957 avec propulsion auxiliaire par 2 moteurs-fusées Napier Double-Scorpion.
HANDLEY-PAGE	HP-80 Victor B 2	33,52	35,03		4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway RCo II de 7 825 kg			18 000	5	Bombardier à grand rayon d'action, aile en croissant. Peut porter un engin air-sol Avro à grande portée.
VICKERS	Valiant	34,85	33		4 turboréacteurs Rolls-Royce Avon Ra 28, de 4 540 kg				5	Bombardier à réaction, ailes en flèche, sièges éjectables. Versions reconnaissance photographique et ravitailleur en vol.
U. R. S. S.										
ILYUSHIN	Il-28	21	19	20 000	2 turboréacteurs de 2 700 kg	960	2 500	15 000	3/4	Bombardier tactique. 2 canons de 23 mm et 2 mitrailleuses de 12,7 mm, bombes. Construit en Tchécoslovaquie. Livré à plusieurs pays.
	Il-7	18	21	22 000	2 turboréacteurs de 7 700 kg	M 1,3	1 600			Bombardier tactique, ailes en flèche.
MYASISHCHEV	37	52	42,50	113 000	4 turboréacteurs de 9 000 kg	1 000	10 000	17 500		Bombardier stratégique, ailes en flèche. Tourelles dorsale, ventrale et de queue, bombes 4 500 kg.
TUPOLEV	Tu 16	34	36	68 000	2 turboréacteurs de 9 000 kg	960	7 000	15 000		Bombardier stratégique, ailes en flèche. Versions nombreuses.
	Tu 95	55	45	150 000	4 turbopropulseurs Kuznetsov de 12 000 ch	800	12 000	15 000		Bombardier à grand rayon d'action dérivé du Tu 114, ailes en flèche, tourelles dorsale, ventrale et de queue.

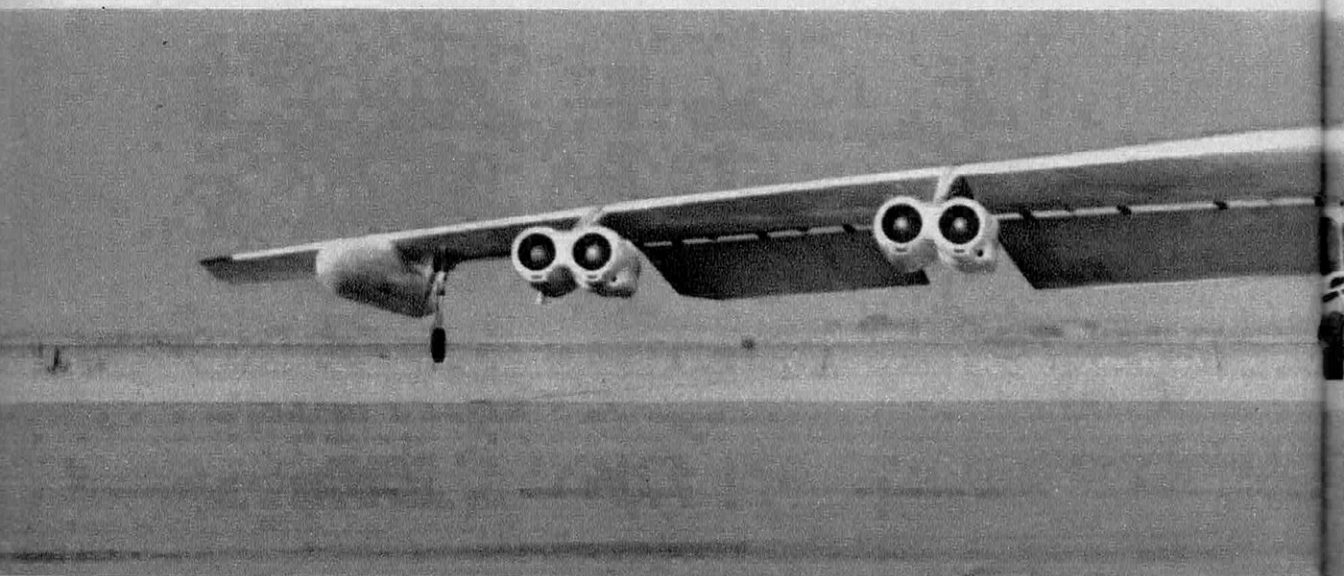
La primauté du chasseur tenait à une supériorité générale sur le bombardier, en vitesse et en maniabilité d'abord, en armement ensuite, en protection enfin. En mission d'interception, aucun bombardier ne pouvait lui résister. En mission d'escorte, ses échecs dans la protection des Superforteresses en Corée ne traduisaient pas le déclin du chasseur en

tant que matériel; bien au contraire, le chasseur d'interception, par sa vitesse accrue, était devenu tellement invulnérable que le chasseur d'escorte, même de qualité supérieure, ne pouvait l'empêcher de s'attaquer directement au bombardier et, après l'avoir descendu, de rompre le combat.

Depuis la fin de la guerre de Corée et



LE CONVAIR B-58 HUSTLER, premier bombardier supersonique américain, aurait atteint Mach 2,09. Il est équipé d'un « pod » détachable que l'on fixe sous le fuselage et qui peut contenir, soit des engins à charge nucléaire, soit des engins de contre-mesures électroniques ou autres suivant la mission demandée à l'appareil.



l'introduction dans l'armement des engins défensifs et offensifs, cette supériorité du chasseur s'est effondrée au profit de l'engin.

Supersonique ou hypersonique, le plus rapide des avions doit renoncer à battre l'engin en vitesse comme en maniabilité, celle-ci n'étant pas limitée par la résistance d'un pilote aux accélérations. La charge nucléaire dépasse en puissance tout armement concevable d'un avion.

L'avion piloté ne survivra que s'il sait mettre l'engin à son service, en accroître la puissance, en améliorer l'économie. C'est dans cette voie que s'est engagée l'U.S. Navy en montant sur des sous-marins à propulsion atomique des Polaris qui, avec leur portée « intermédiaire » de 2 700 km, s'attaqueront aux mêmes objectifs que les engins de portée intercontinentale. Avec plus de deux ans de retard, l'U.S. Air Force a suivi, et va se résigner à commander pour ses derniers bombardiers les mêmes engins, seuls capables de sauver l'avion.

Le chasseur d'interception

Pourquoi la même adaptation ne sauverait-elle pas le chasseur dans sa mission essentielle, l'interception ?

C'est que, dans le pays qui disposera le premier des intercepteurs de Mach 3, l'armée de Terre avec ses engins Nike et Hawk, l'armée de Mer avec ses Terrier, ses Talos et ses Tartar, l'armée de l'Air elle-même avec ses Bomarc, disposent d'une gamme d'engins défensifs remplissant beaucoup plus sûre-

ment et à moindres frais la mission qu'a dû abandonner le canon de DCA et que l'intercepteur ne remplirait guère mieux si l'adversaire, naviguant à grande altitude, se dirigeait sur son objectif à Mach 2 ou Mach 3, ou s'il cherchait à l'atteindre en vol rasant.

Depuis que l'U.S. Air Force a obtenu son autonomie, la lutte contre l'U.S. Army pour l'exclusivité de l'engin défensif n'a pas cessé. L'aviateur devait d'abord imposer à son concurrent une limitation de puissance, ensuite prouver que la défense rapprochée, à une distance aussi faible, n'avait aucune chance d'arrêter un bombardier armé d'engins offensifs. Le Nike-Ajax, le premier des engins sol-air qui ait été mis en service au monde, respectait pleinement la première exigence avec une portée utile d'une trentaine de kilomètres, et prêtait aussi complètement à l'objection qui en était la conséquence. Mais l'U.S. Air Force ne réussit pas à empêcher l'U.S. Army de substituer au Nike-Ajax un Nike-Hercules de portée plus que double, équipé d'une charge atomique qu'aucun adversaire piloté ou engin à voile ne pourrait affronter.

Du côté de l'U.S. Navy, la position de l'aviateur était plus fragile encore. La marine était entièrement libre d'étudier tous les engins qu'elle jugeait utiles pour la défense rapprochée ou éloignée de ses navires. Première ligne de défense, très au-delà du réseau des radars basés à terre ou même sur les « Texas towers » qui le prolongent au large dans l'Atlantique, l'engin monté sur le navire ne prêtait pas au reproche d'insuffisance de



LE B-52 STRATOFORTRESS est un bombardier lourd transsonique livré au Strategic Air Command depuis 1955; sa construction s'achèvera fin 59. Les derniers modèles B-52 G pèsent 204 tonnes; l'armement comprend deux engins air-sol Hound Dog.



portée. Au Terrier succédait le Tartar, équipé comme le premier d'un moteur-fusée, puis un engin de défense éloignée propulsé à Mach 3,5 par un statoréacteur, le Talos, qui équipe depuis l'an dernier le Galveston, le premier des nouveaux croiseurs armés d'engins.

Il ne restait à l'U.S. Air Force qu'à suivre ses concurrents sur le même terrain. Le Boeing Bomarc A, véritable avion sans pilote, équipé d'un statoréacteur pour la navigation en croisière et d'un moteur-fusée comme « booster » au départ, est actuellement en service dans les formations de la défense aérienne; son rayon d'action est de 400 km. Il sera suivi fin 1959 d'un Bomarc B, avec rayon d'action porté à 600 km.

Enfin, l'engin a pris la place de l'intercepteur dans un domaine où celui-ci avait connu jusqu'à présent de graves échecs : l'arrêt des incursions en vol rasant. Déjà au cours de la Seconde Guerre mondiale, quelques opérations offensives à grande échelle conduites de la sorte avaient permis de franchir les lignes de défense avec des pertes très faibles. Au cours de la guerre de Corée, le seul bombardier sino-coréen traversant les lignes était un petit avion de tourisme qui,

pendant près d'un mois, vint survoler Séoul en suivant les routes de montagnes bordées d'arbres et en échappant à l'arsenal de radars et de canons de défense rapprochée accumulés progressivement sur son parcours. A l'automne 1955, lors de la manœuvre *Sage Brush* qui, du Mississippi à l'Atlantique, visait à étudier les possibilités de défense aérienne d'un théâtre d'opérations de deux millions de kilomètres carrés, aux dimensions de l'Europe occidentale, les formations de bombardiers biréacteurs, lancées en vol rasant, détruisirent fictivement en quelques jours à la bombe atomique l'ensemble des terrains adverses, sans qu'on trouvât le moyen de les arrêter.

Ce moyen, c'est aujourd'hui le Hawk de l'U.S. Army, un engin sol-air pour vol rasant qui va être construit en série en Europe occidentale pour la défense des partenaires européens de l'OTAN. Distinguant au radar l'obstacle fixe de l'objectif mobile, il partira à la poursuite de ce dernier avec une certitude d'atteinte qu'on ne peut demander à l'avion d'interception.

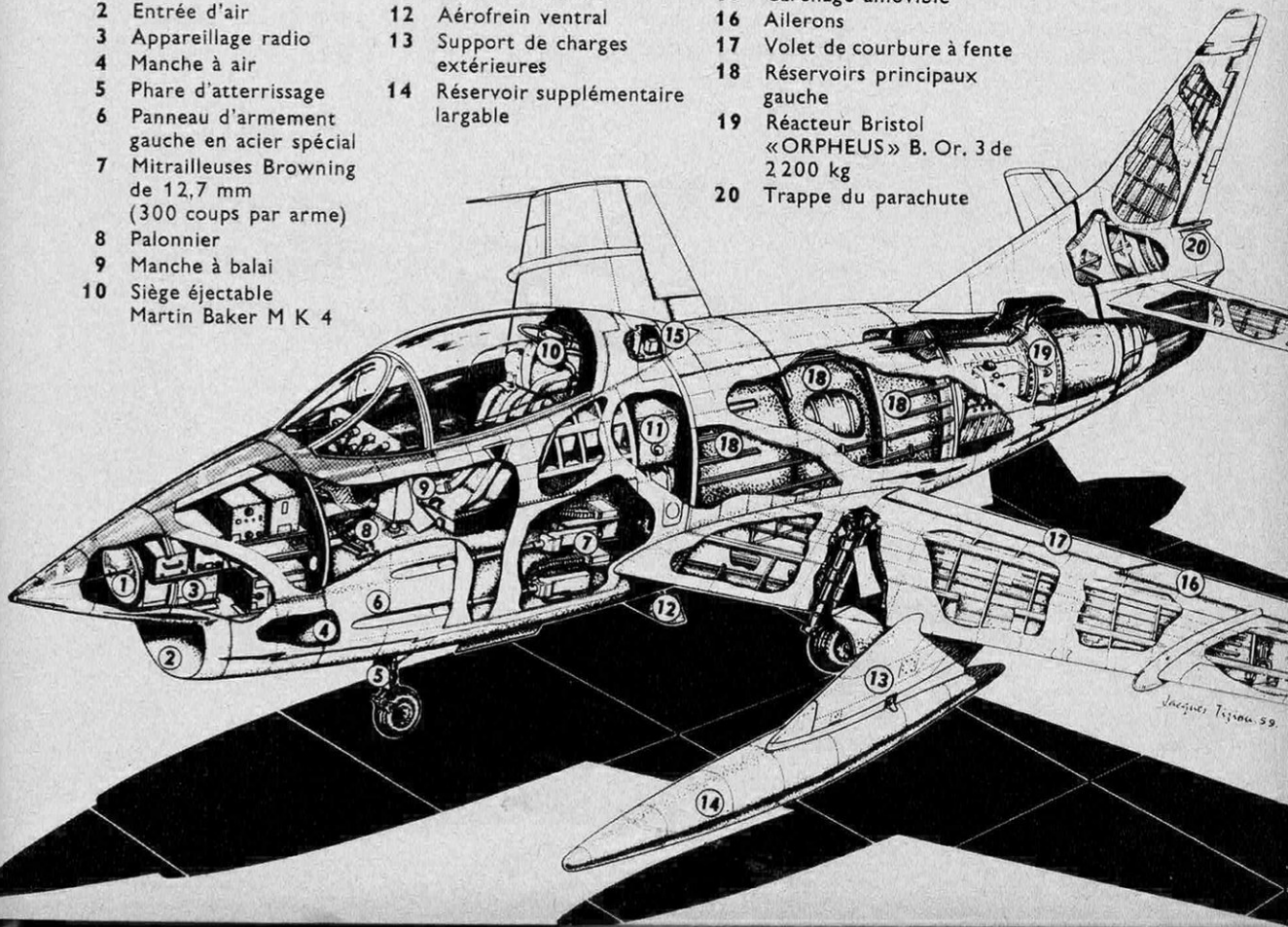
Ainsi l'engin élimine l'intercepteur piloté parce qu'il exécute mieux que lui les plus difficiles des missions qu'on lui confiait na-

Le Fiat G-91, chasseur tactique de l'O.T.A.N.

Le Fiat G-91 répond au programme de chasseur léger et d'avion d'attaque au sol établi au printemps 1954 par l'O.T.A.N. Il a été choisi après une série d'essais à Brétigny, à l'automne 1957. D'importantes commandes ont été passées, notamment par l'Italie et l'Allemagne. A la version de base G-91 équipée d'un réacteur Bristol Orpheus BOR-3 de 2 200 kg de poussée, s'ajoutent le G-91 A, à surface de voilure accrue, aile amincie et réservoirs de plus grand volume; le G-91 R, équipé pour reconnaissance photographique; le G-91 S, équipé d'un Bristol Orpheus BOR-12 de 2 700 kg de poussée; le G-91 T, biplace d'école. Le programme OTAN, auquel répond le G-91, exige l'envol et l'atterrissage sur terrain sommairement aménagé. L'armement normal comporte 4 mitrailleuses de 12,7 mm en fuselage. Mais elles peuvent être remplacées par deux canons, des roquettes, bombes, engins guidés, etc.



- | | | |
|--|--------------------------------------|--|
| 1 Radar | 11 Réservoir d'huile | 15 Carénage amovible |
| 2 Entrée d'air | 12 Aérofrein ventral | 16 Ailerons |
| 3 Appareillage radio | 13 Support de charges extérieures | 17 Volet de courbure à fente |
| 4 Manche à air | 14 Réservoir supplémentaire largable | 18 Réservoirs principaux gauche |
| 5 Phare d'atterrissage | | 19 Réacteur Bristol «ORPHEUS» B. Or. 3 de 2 200 kg |
| 6 Panneau d'armement gauche en acier spécial | | 20 Trappe du parachute |
| 7 Mitrailleuses Browning de 12,7 mm (300 coups par arme) | | |
| 8 Palonnier | | |
| 9 Manche à balai | | |
| 10 Siège éjectable Martin Baker M K 4 | | |

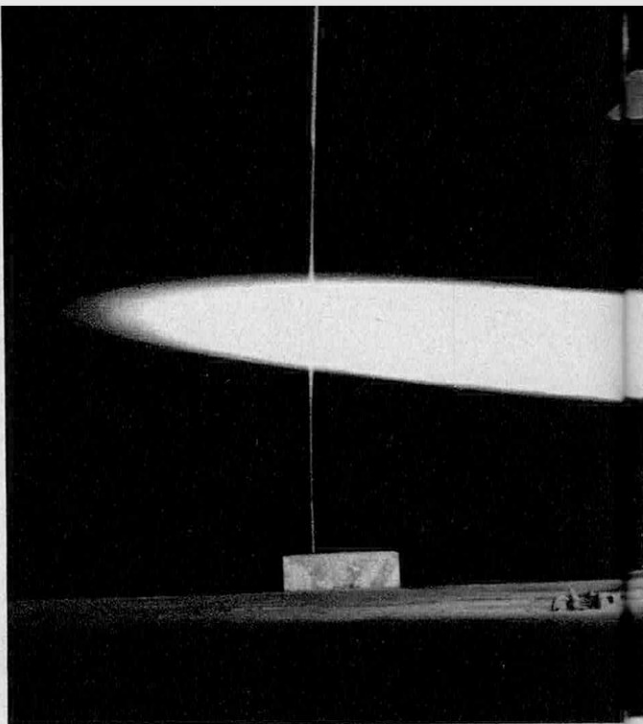


guère. Les vitesses atteintes aujourd'hui par un assaillant à grande altitude ou en vol rasant ne permettent plus d'accepter les délais de mise en œuvre d'un intercepteur. L'assaillant achève sa mission offensive avant de trouver le défenseur sur sa route. Pendant les 4 minutes ou presque qu'un Lockheed Starfighter met à grimper à 20 000 m, l'assaillant de même vitesse horizontale à cette altitude fait près de 160 km; l'avion doit abandonner l'interception à un engin sol-air qui montera huit fois plus vite que lui à l'altitude de l'adversaire.

Le chasseur d'escorte

Une chasse détenant la supériorité à la fois qualitative et quantitative pouvait, jusqu'à ces dernières années, prétendre escorter des bombardiers qui, isolés, n'auraient pas tenu un instant devant les intercepteurs adverses. La Seconde Guerre mondiale a multiplié les exemples de missions accomplies seulement grâce à la supériorité de l'escorte des Alliés, aussi bien en Europe occidentale que dans le Pacifique.

Dès le début de 1951, en Corée, les succès des Mig sur les Superforteresses infirmaient cette conclusion. Lorsque des engagements entre des centaines de chasseurs pouvaient se poursuivre, comme en Corée, jusqu'à épuisement du combustible, avec un nombre insignifiant de pertes de part et d'autre parce



qu'on ne réussissait qu'exceptionnellement dans cette mêlée à se mettre en position de tir convenable pour abattre l'adversaire, le seul appareil qui risquât quelque chose était le bombardier lourd à faible maniabilité que les uns attaquaient et que les autres s'efforçaient de défendre. L'entrée en ligne des chasseurs à réaction sonnait le glas des missions d'escorte. Aujourd'hui, seraient-elles





accompagnées de Starfighter de Mach 2, que les Stratofortresses de 200 t seraient descendues par des intercepteurs deux fois moins rapides que les escorteurs.

L'entrée en service, aux États-Unis puis en URSS, d'engins sol-air accentue encore cette impuissance de l'escorte. Les essais répétés faits aussi bien avec le Nike-Hercules de l'U.S. Army qu'avec les Bomarc de l'U.S. Air Force ne laissent plus aucun doute sur la capacité de l'engin, de défense éloignée comme de défense rapprochée, de descendre aujourd'hui l'escorteur de Mach 2 aussi bien que l'escorté de Mach 1. Demain, les deux types d'avions de même vitesse, Mach 3, qui se construisent sous les noms de chasseur et de bombardier, subiront le même sort.

Le bombardement à grande altitude

Ainsi le chasseur d'escorte suivrait aujourd'hui le sort du bombardier lourd qu'il accompagnerait. L'immunité relative du chasseur-bombardier de mêmes performances que l'intercepteur contre lequel il devait se défendre, disparaît avec l'entrée en service d'engins sol-air qui surclassent le chasseur de la même manière que celui-ci l'emportait

↑
LE LOCKHEED STARFIGHTER, le plus ancien des chasseurs américains de Mach 2, a battu en mai 1958 le record mondial de vitesse avec 2 259,85 km/h, et le record d'altitude pour avion à réaction avec 27 813 m.

sur le bombardier lourd. Alors que la défense allemande infligeait des pertes sévères aux quadrimoteurs britanniques, le communiqué de la Royal Air Force pouvait annoncer à peu près régulièrement de ses chasseurs-bombardiers : « tous nos Mosquitos sont rentrés à leur base ». Le remplacement du moteur à explosions par le turboréacteur ne changeait rien à cette situation ; les Sabre et les Thunderjet de Corée continuaient d'exécuter, sans pertes sensibles, leurs bombardements lointains malgré les Mig qui avaient contraint les Superfortresses à abandonner leurs missions.

Qui peut soutenir aujourd'hui qu'un Starfighter ou un Mirage III, quels que soient leur vitesse et leur plafond, traverseront le barrage des engins sol-air ?

Pour justifier le maintien des commandes américaines de bombardiers lourds, de chasseurs-bombardiers et de chasseurs à long rayon d'action, le Strategic Air Command devait modifier sa doctrine. Elle repose, depuis plusieurs années, sur le principe de la « saturation des défenses ». On ne discute plus la capacité d'un engin défensif à arrêter un avion assaillant. Mais si, dans un même secteur, une formation de centaines d'avions se présente à grande altitude au-devant des engins de la défense, n'en passera-t-il pas

← **LE REPUBLIC F-105 THUNDERCHIEF**, chasseur-bombardier américain de Mach 2, en service depuis mai 1958, est un appareil à long rayon d'action, porteur d'armes lourdes. Il peut être ravitaillé en vol, sans perdre d'altitude, par des appareils de même type.

APPAREILS DE CHASSE (Voir pour la France page 28)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total (kg)	Moteurs (puissance ou poussée au décollage)	Vitesse max. (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
ALLEMAGNE DE L'OUEST										
FAHRZEUGWERKE ALTENRHEIN	P 16				1 turboréacteur Bristol-Siddeley Sapphire SA 7 de 4 990 kg	1 100	1 000	14 000		Avion d'attaque au sol, cabine blindée, siège éjectable; 2 canons de 30 mm, bombes, roquettes, etc.
ARGENTINE										
INSTITUTO AEROTECNICO	IA 37	10	11	4 500	1 turboréacteur Rolls-Royce Derwent de 1 633 kg	800	2 000		1	Aile en delta. Siège éjectable.
ÉTATS-UNIS										
CONVAIR	F 102 A Delta Dagger	11,60	20,81		1 turboréacteur Pratt & Whitney J 57 de 7 710 kg avec postcombustion	M > 1		> 15 000	1	Intercepteur tous temps, aile en delta; 6 engins air-air Falcon et 24 roquettes.
	F 106 A Delta Dart	11,67	21,56		1 turboréacteur Pratt & Whitney J 75 de 11 100 kg avec postcombustion	M 2		> 18 000	1	Intercepteur tous temps dérivé du F 102; engins air-air Falcon ou Douglas MB 1 Genie; peut emporter une bombe atomique. Version biplace en tandem F 106 B.
LOCKHEED	F 104 A Starfighter	6,68	16,69	7 710	1 turboréacteur General Electric J 79 GE 3 A de 7 260 kg avec postcombustion	M > 2	1 390	> 21 000	1	Intercepteur; 1 canon de 20 mm à 6 tubes, engins Sidewinder. A établi 2 records du monde: vitesse 2 260 km/h, altitude 27 813 m. Autonomie portée à 3 540 km avec réservoirs extérieurs. Livré à l'Allemagne de l'Ouest. Versions F 104 B et F 104 C biplaces de combat et d'entraînement; version F 104 D biplace avec système de ravitaillement en vol.
MC DONNELL	F 101 B Voodoo	12,10	20,54		2 turboréacteurs Pratt & Whitney J 57 P 55 de 6 575 kg avec postcombustion	M 1,85			2	Intercepteur à grand rayon d'action; 2 engins air-air Douglas MB 1 Genie, roquettes, engins Falcon ou bombes.
NORTH AMERICAN	F 100 C Super Sabre	11,58	14,33	12 700	1 turboréacteur Pratt & Whitney J 57 P 21 de 6 575 kg avec postcombustion	> 1 600	3 200	> 18 000	1	Chasseur-bombardier, ailes en flèche, 4 canons de 20 mm, bombes, roquettes, engins air-air Sidewinder. Versions diverses.
	Y F 108	18	25	45 000	2 turboréacteurs General Electric J 93 de plus de 12 000 kg avec postcombustion	M 3	> 3 500	> 21 000	2	Intercepteur à très grand rayon d'action. Même formule que le bombardier B 70.
NORTHROP	F 89 H Scorpion	18,19	16,26	> 18 000	2 turboréacteurs Allison J 35 A 35 de 3 630 kg avec postcombustion	> 1 000	> 1 600	> 15 200	2	Intercepteur tous temps. En version améliorée F 89 J porte 42 roquettes, 6 engins air-air Falcon et 2 engins MB 1 Genie.
	N 156 F	8,05	13,34	5 550	2 turboréacteurs General Electric J 85 de 1 170 kg + postcombustion	M > 2	3 700		1	Intercepteur et chasseur d'appui tactique dérivé de l'appareil d'entraînement T 38; engins Falcon, Sparrow et Sidewinder.
REPUBLIC	F 105 B Thunderchief	10,64	19,48		1 turboréacteur Pratt & Whitney J 75 P 5 de 11 100 kg avec postcombustion	M > 1		> 15 000	1	Chasseur-bombardier, ailes en flèche; 1 canon à 6 tubes de 20 mm, engins, roquettes, bombes; peut emporter une bombe atomique. Existe en version tous temps.
GRANDE-BRETAGNE										
ENGLISH-ELECTRIC	P-1 B Lightning	10,61	15,24		2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA 24 R de 5 500 kg + postcombustion	M > 2			1	Intercepteur tous temps, ailes en flèche, siège éjectable; 2 canons de 30 mm, 2 engins air-air Firestreak ou 24 roquettes.
FAIREY	Delta 2	8,15	15,74		1 turboréacteur Rolls-Royce Avon	M > 1			1	Appareil expérimental, siège éjectable. Record du monde de vitesse en 1956 avec 1 822 km/h.

suffisamment pour exécuter la mission ? Transposée des attaques de chars soviétiques où l'on ne se préoccupait pas d'ouvrir un chemin sûr au travers des champs de mines, mais simplement de suivre la route jalonnée par les carcasses des prédécesseurs, cette tactique suppose beaucoup de matériel, beaucoup d'équipages, mais peut aboutir au résultat cherché, si l'on table sur l'héroïsme du personnel.

L'équipement des engins défensifs en charges nucléaires s'oppose malheureusement à cette saturation de la défense. L'explosion nucléaire n'a pas seulement pour effet de détruire par le souffle ou par la chaleur l'avion visé à une distance très supérieure à celle

où devrait approcher l'engin chargé en explosif chimique; elle interdit toute formation dense qui créerait à la défense les difficultés sur lesquelles l'assaillant compte pour lui échapper en partie.

A l'altitude sans cesse accrue où l'on prévoit la navigation pour tenter de protéger l'avion contre l'intercepteur et contre l'engin, le danger des radiations, moins absorbées par un air moins dense, s'accroît. L'ensemble des appareils d'une formation non pas même serrée, mais à des intervalles de plusieurs kilomètres, périrait sous l'effet des radiations d'une explosion thermonucléaire qui, en raison de l'absorption dans les basses couches, n'aurait aucun effet nocif au sol.

APPAREILS DE CHASSE

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total (kg)	Moteurs (puissance ou poussée au décollage)	Vitesse max. (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
FOLLAND	Gnat	6,72	9,04	2 812	1 turboréacteur Bristol Orpheus 701 de 2 100 kg	M 0,98	1 850	> 15 000	1	Chasseur léger, ailes en flèche, siège éjectable; 2 canons de 30 mm et 2 bombes ou 12 roquettes. Version à M 1,3 avec postcombustion.
GLOSTER	Javelin Mark 8	15,86	17,18		2 turboréacteurs Bristol-Siddeley Sapphire de 5580 kg avec postcombustion				2	Chasseur tous temps, aile en delta, siège éjectable; 2 canons de 30 mm et 4 engins air-air Firestreak.
HAWKER	Hunter	10,26	13,99	7 760	1 turboréacteur Rolls-Royce Avon RA 28 de 4 548 kg	1 130			1	Intercepteur, siège éjectable; 4 canons de 30 mm, bombes, roquettes ou engins air-air Fireflash ou Firestreak.
SUPERMARINE	Swift Mark 5	9,86	12,63		1 turboréacteur Rolls-Royce Avon avec postcombustion					Chasseur-bombardier, siège éjectable; 2 canons de 30 mm, 8 fusées air-sol. Version Mark 7 avec engins air-air.
ITALIE AERFER	Sagittario 2	7,50	9,50	3 250	1 turboréacteur Rolls-Royce Derwent de 1 650 kg	1 010		14 000	1	Chasseur léger pour interception et appui tactique; 2 canons de 30 mm, bombes ou roquettes.
	Ariete	7,50	9,60		1 turboréacteur Rolls-Royce Derwent de 1 650 kg et Rolls-Royce Soar RS 2 de 840 kg	M 1,1			1	Développement du Sagittario 2 avec turboréacteur auxiliaire utilisé au décollage et au combat.
FIAT	G 91	8,61	11,90	5 100	1 turboréacteur Bristol Orpheus BOR 3 de 2 200 kg	1 050	1 400		1	Chasseur tactique léger de l'OTAN, siège éjectable; 4 mitrailleuses de 12,7 mm ou 2 canons de 20 ou 30 mm, bombes, roquettes, engins air-air ou air-sol. Versions diverses : reconnaissance, photographie, entraînement.
SUÈDE SAAB	32 B Lansen	13	15	10 000	1 turboréacteur Svenska RM6 (Rolls-Royce Avon 200) de 7 000 kg avec postcombustion	> 1 100		15 000	2	Intercepteur tous temps, ailes en flèche, siège éjectable; 4 canons de 20 mm, engins. Existe en versions chasseur-bombardier, reconnaissance photographique et radar.
	35 A Draken	9,4	14,2	8 200	1 turboréacteur Svenska RM6 (Rolls-Royce Avon 200) de 7 000 kg avec postcombustion	M 1,8			1	Chasseur tous temps, aile en double delta, siège éjectable, parachute de freinage; 2 canons de 30 mm, engins air-air Sidewinder. Version 35 B de plus de M 2 avec turboréacteur Rolls-Royce.
U. R. S. S. MIKOYAN ET GUREVICH	Mig-17	10,06	11,27	6 800	1 turboréacteur Klimov de 3 400 kg avec postcombustion	M > 1		15 500	1	Intercepteur dérivé du Mig-15. Ailes en flèche. Versions multiples. Livré à de nombreux pays. Construit en Pologne, Tchécoslovaquie, Chine.
	Mig-19			12 250	2 turboréacteurs de 4 500 kg	1 500			1	Intercepteur, en service. Ailes en flèche. Peut être lancé sur rampe par fusées auxiliaires. 2 canons de 37 mm et 2 canons de 23 mm, roquettes, engins air-air.
	Mig-21	10,06	15,25	5 500	1 turboréacteur de 8 000 kg avec postcombustion	M 2		18 000	1	Intercepteur, en service. Ailes en flèche. 3 canons de 37 mm, roquettes.
SUKHOI	Su-7	7,60	15,25		1 turboréacteur de 10 000 kg	1 950			1	Intercepteur tous temps, aile en delta.
YAKOVLEV	YAK-25	12,20	16,75		2 turboréacteurs de 3 600 kg	1 200			2	Chasseur tous temps. Ailes en flèche. Canons, roquettes.

Le bombardement en vol rasant

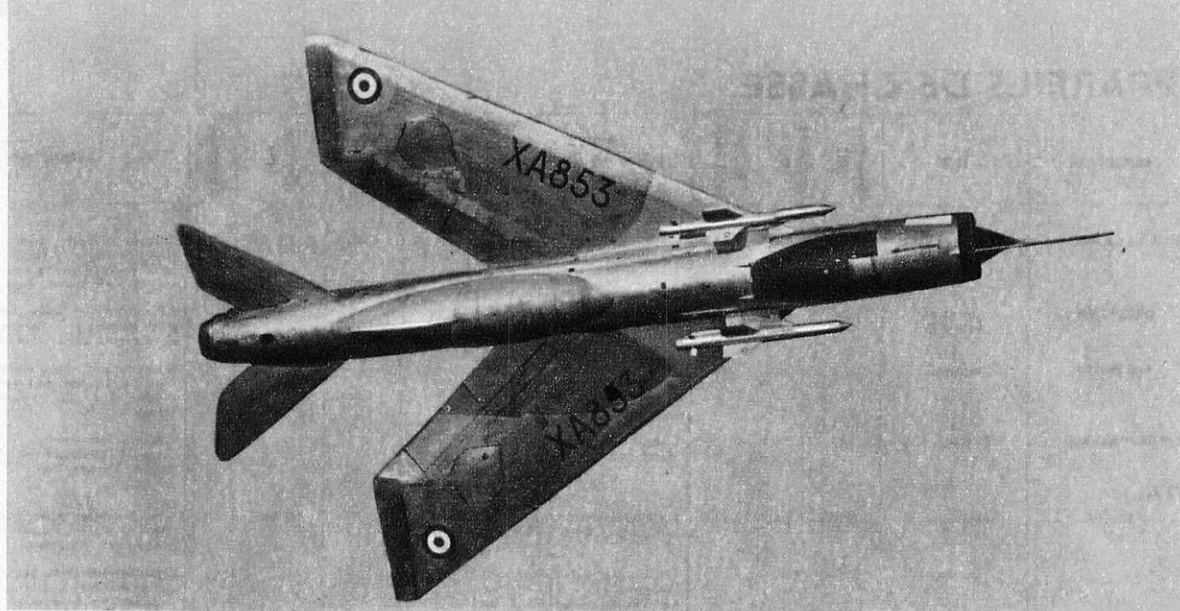
Il n'est évidemment pas besoin d'une efficacité aussi étendue pour détourner l'assaillant de la pénétration à grande altitude comme moyen d'échapper à la défense. Mais les formations denses de bombardiers qui chercheront à saturer la défense n'y réussiront-elles pas en vol rasant ?

Jusqu'à ces dernières années, l'assaillant a pu remporter ainsi des succès indiscutés. La Seconde Guerre mondiale en offre de nombreux exemples; nous avons rapporté précédemment les dernières confirmations, en Corée, puis lors de l'exercice *Sage Brush*, des

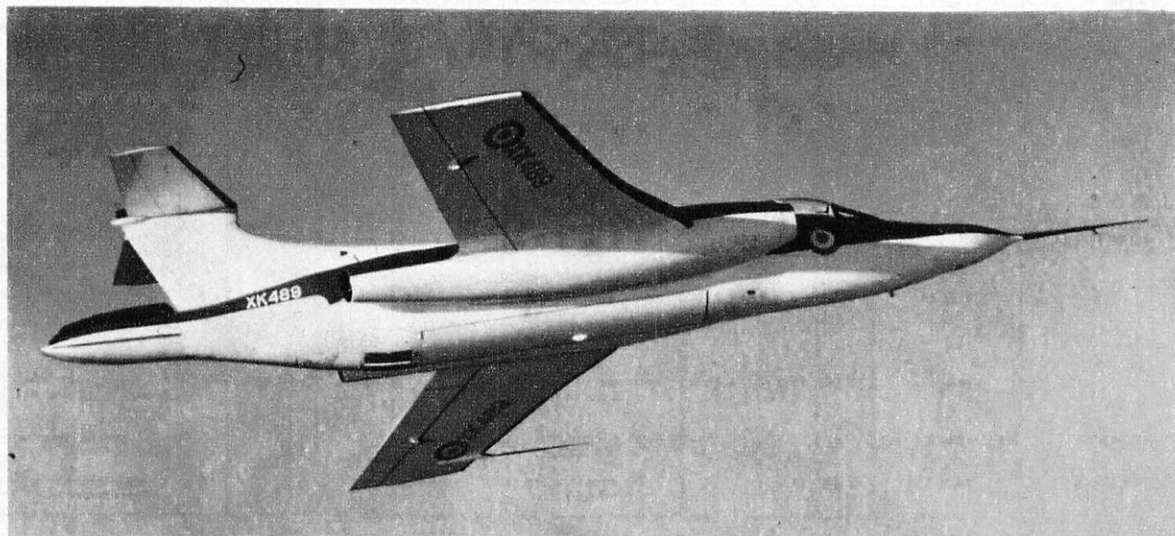
difficultés rencontrées par la défense quand l'adversaire recourt à une telle tactique. Ne seront-elles pas pratiquement insurmontables lorsque les frontières ouvertes à la pénétration s'étendront, comme en URSS, sur quelque 20 000 km ?

L'engin défensif portant une charge nucléaire à quelques kilomètres seulement d'altitude est venu, le premier, rétablir la position de la défense. Mais ne produira-t-elle pas des dégâts inadmissibles sur les personnes et les biens qu'on essaie de protéger ?

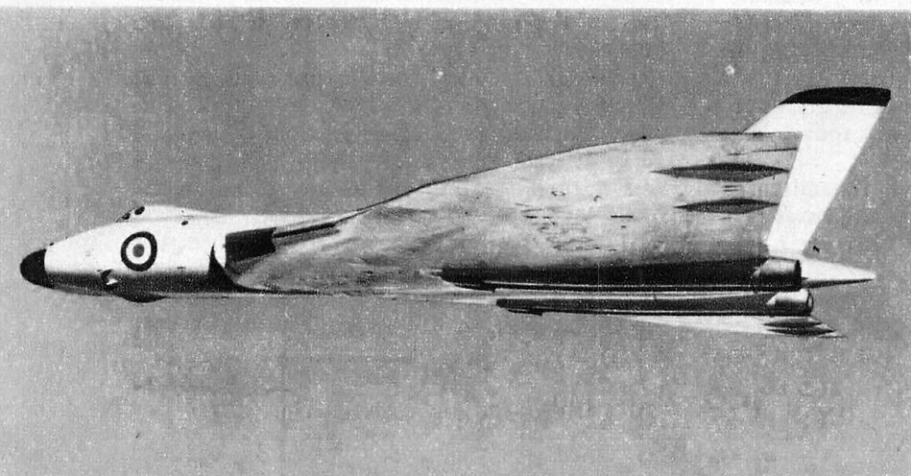
Il faut distinguer suivant la nature des frontières et des territoires qu'on entreprendrait de défendre ainsi contre une expédition à gros effectifs, en vol rasant, visant à saturer



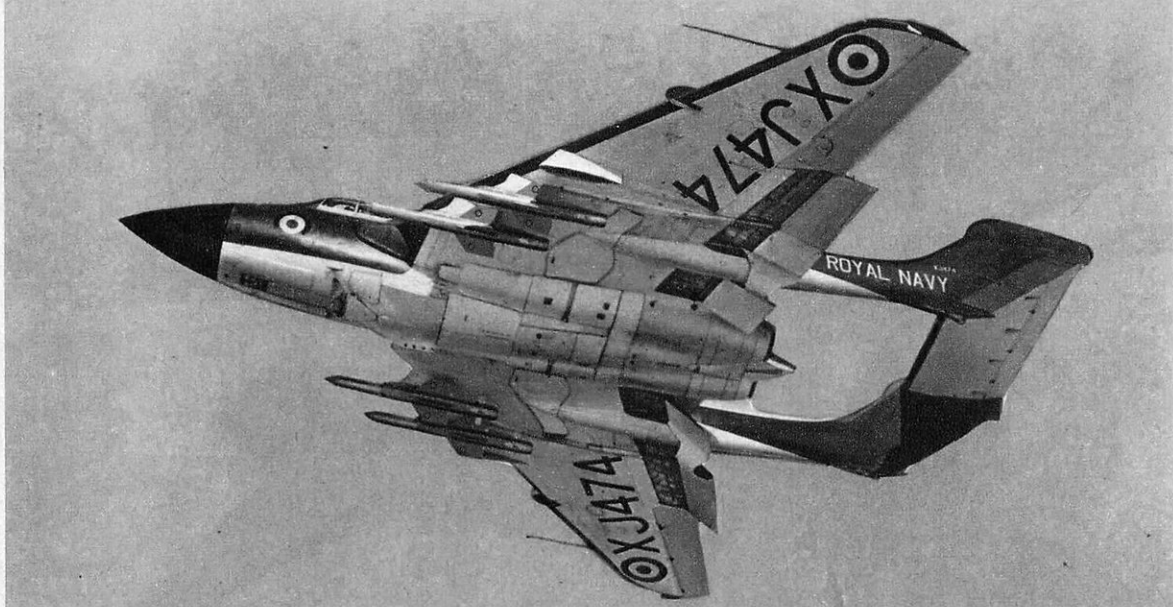
L'ENGLISH ELECTRIC P-1 est le seul intercepteur de Mach 2 construit en série pour la Royal Air Force. La formule remonte à un programme très ancien (1947), avec contrat de prototype en 1949. Les performances actuelles n'ont été obtenues que sur la deuxième version P-1B avec deux turboréacteurs Rolls-Royce Avon munis de postcombustion.



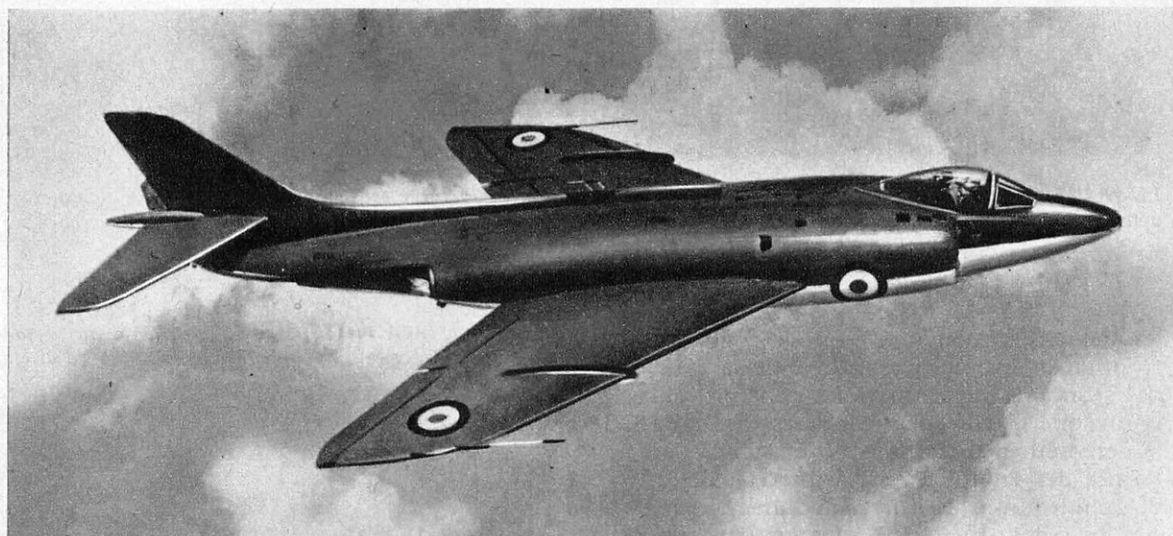
LE BLACKBURN NA-39 est un biplace d'attaque léger, transsonique, livré en série à la Marine Britannique depuis mai 1958. Il est équipé de deux turboréacteurs De Havilland Gyron Junior de chacun 3 180 kg de poussée. Un dispositif de contrôle de la couche limite, par « super-circulation », est monté sur la voilure principale et l'empennage.



L'AVRO VULCAN, bombardier lourd britannique de la R.A.F. On notera sa voilure en delta très étudiée, à bord d'attaque en ligne brisée, très épaisse à l'emplanture et très mince aux extrémités. Il peut emporter l'engin air-surface Blue Steel dont la portée atteindra 650 km.



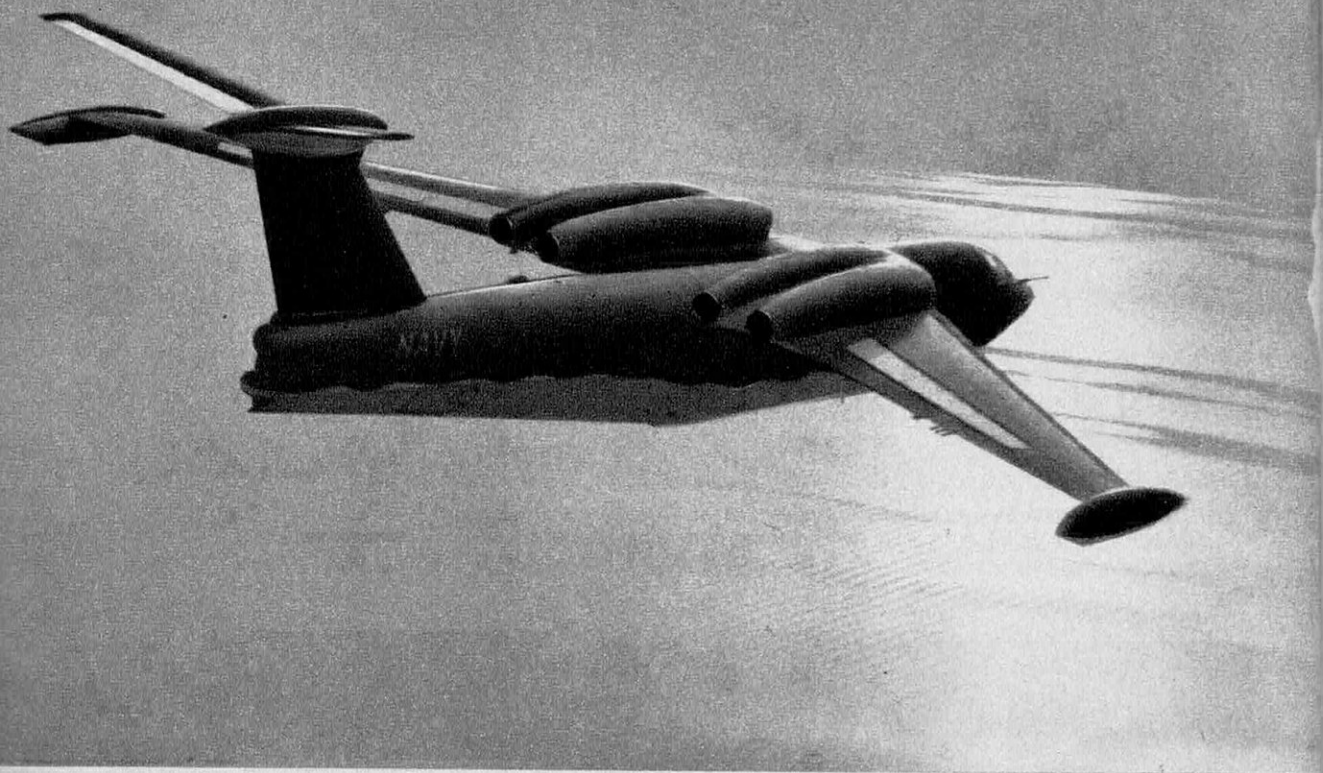
LE DE HAVILLAND SEA VIXEN, chasseur tous temps biplace supersonique, est actuellement construit en série pour l'aviation embarquée de la Royal Navy. Comme pour l'English Electric P-1, son armement principal consiste en engins air-air à guidage par infrarouge De Havilland Firestreak, dont quatre peuvent être accrochés sous la voilure.



LE VICKERS-SUPERMARINE SCIMITAR est un chasseur lourd biréacteur (Rolls-Royce Avon de 5 000 kg) de l'aviation embarquée. Ses premières formations sont entrées en service dans la Royal Navy en septembre 1958. Appareil à versions multiples, il peut être chasseur de jour, bombardier nucléaire tactique ou avion de reconnaissance.

LE HANDLEY PAGE VICTOR, le dernier des bombardiers lourds britanniques, présente une aile « en croissant » dont la flèche, maximum à l'emplanture, va en diminuant jusqu'aux extrémités. Il est livré en série depuis 1957. Il peut porter le même engin que le Vulcan.



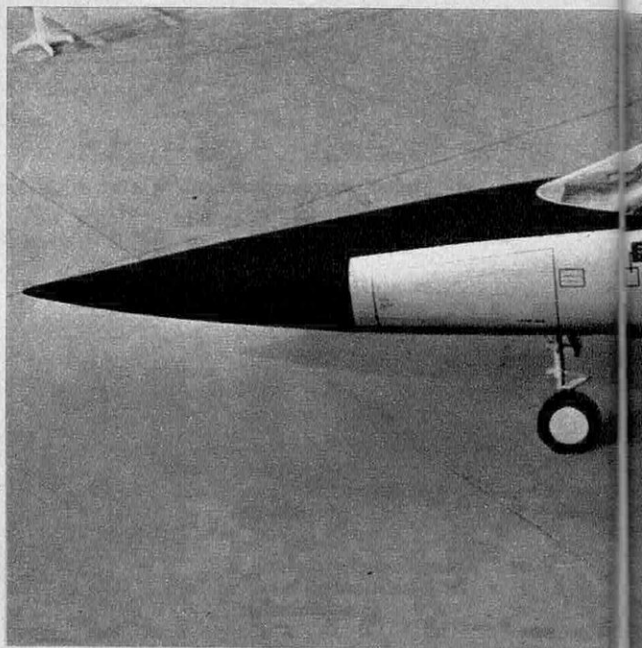


LE MARTIN SEAMASTER, quadriréacteur de 72 t et près de 1 000 km/h, est un hydravion à missions multiples actuellement construit en série pour l'U.S. Navy, principalement comme mouilleur de mines et avion de reconnaissance.

les moyens de défense. Tout le long d'une frontière maritime, c'est-à-dire de la totalité des frontières de l'Amérique du Nord et de la presque totalité des frontières de l'URSS, le défenseur peut faire exploser au-dessus de la mer des engins à charge thermonucléaire de grande puissance sans provoquer de dégâts sur les côtes. En outre, sauf en Baltique et en mer Noire, les mêmes explosions pourraient être poursuivies avec des dégâts acceptables au-dessus du territoire soviétique survolé. Les engins défensifs à charge thermonucléaire, détruisant les avions dans une zone de quelques dizaines de kilomètres de diamètre, devraient donc arrêter assez facilement les incursions d'avions en vol rasant.

Les difficultés de la défense s'aggravent sur une frontière terrestre où l'on doit, en principe, exclure l'interception par engins thermonucléaires de grande puissance à moyenne ou basse altitude. Il y faudrait une densité assez élevée d'engins sol-air tels que le Hawk, spécialisés sans l'interception des avions en vol rasant. Toutefois, si l'Europe occidentale réclamait, pour sa défense contre l'incursion massive en vol rasant, un nombre

LE NORTHROP N-156, dérivé d'un avion d'entraînement sup de Mach 2. On notera l'application très étudiée du fuselage en



élevé d'engins, la conclusion s'étend moins sûrement à l'URSS. Le glacis formé par ses satellites, comme la possibilité d'emploi des engins thermonucléaires de grande puissance dans des régions de peuplement et de richesse faibles, Carpathes et Russie Blanche, atténuaient beaucoup la gravité de la menace venant de l'Ouest.

Le bombardement en vol rasant suppléera donc difficilement le bombardement à grande altitude condamné par l'explosion thermonucléaire haute.

Le bombardement par engins air-sol de grande portée

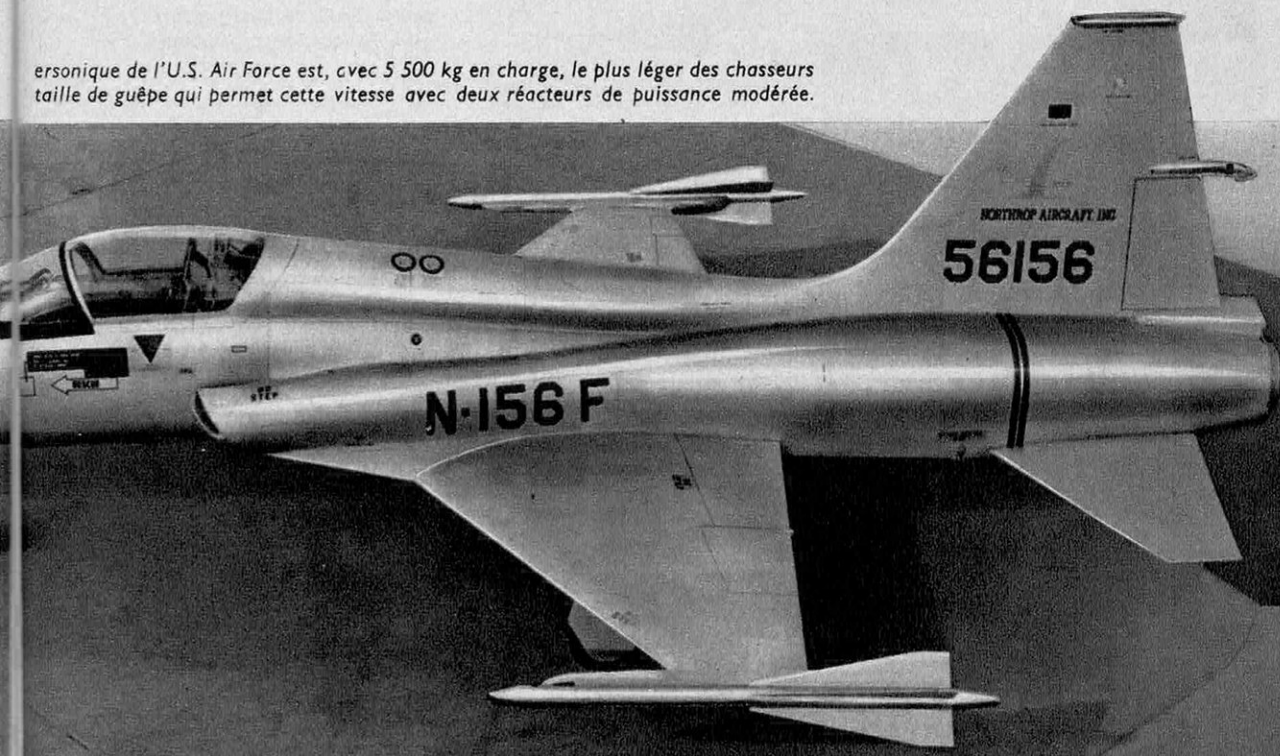
Alors qu'on étudie depuis quinze ans des engins plus ou moins guidés et, depuis plus de dix ans, des engins balistiques à portée de plusieurs milliers de kilomètres, il n'existe encore en Occident aucun engin air-sol d'une portée adaptée à la survie du bombardier et qui devrait atteindre pour cela, aujourd'hui, plusieurs centaines ou plusieurs milliers de kilomètres. L'aviateur ne peut lutter contre la concurrence des engins balistiques de portée intermédiaire et intercontinentale qu'en les faisant entrer dans son armement, à la

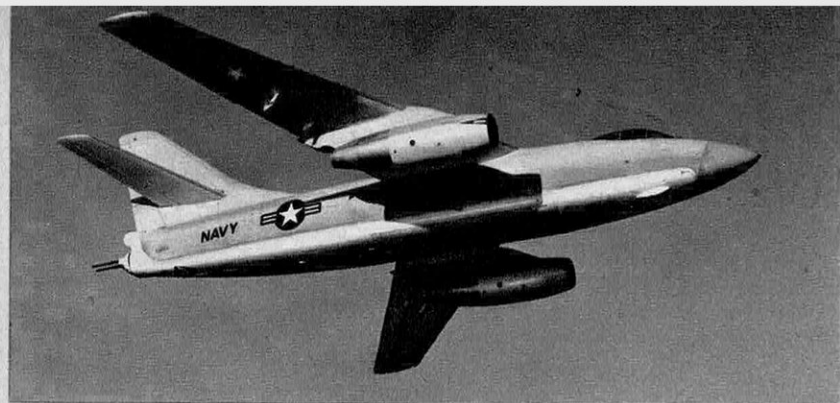
manière de la marine américaine et de ses Polaris.

Pourquoi l'U.S. Air Force ne l'a-t-elle pas fait plutôt et ne s'y est-elle pas résignée avant la fin de 1954, en commandant une série d'engins air-sol dont les portées ont crû rapidement de quelques centaines de kilomètres à 3 200 km, mais dont aucun n'est encore en service ? C'est que le recours à l'engin air-sol sapait les fondements de la doctrine officielle en matière d'avions et d'engins.

En raison de sa dispersion, l'engin balistique à grande portée, soutenait-on jusqu'ici, pouvait à la rigueur être accepté pour le bombardement des complexes étendus d'objectifs tactiques ou stratégiques, mais pas contre un objectif précis, dont la destruction exige un lancement exécuté à proximité par un bombardier. Or le lancement d'un engin balistique à quelques milliers de kilomètres à partir d'une plate-forme aussi peu stable qu'un avion est évidemment entaché d'erreurs que ne comporte pas le lancement à partir d'une base terrestre; aussi a-t-on doté les nouveaux engins américains air-sol d'un dispositif de téléguidage destiné à corriger les écarts au but les plus importants, mais avec tous les risques

ersonique de l'U.S. Air Force est, avec 5 500 kg en charge, le plus léger des chasseurs
taille de guêpe qui permet cette vitesse avec deux réacteurs de puissance modérée.





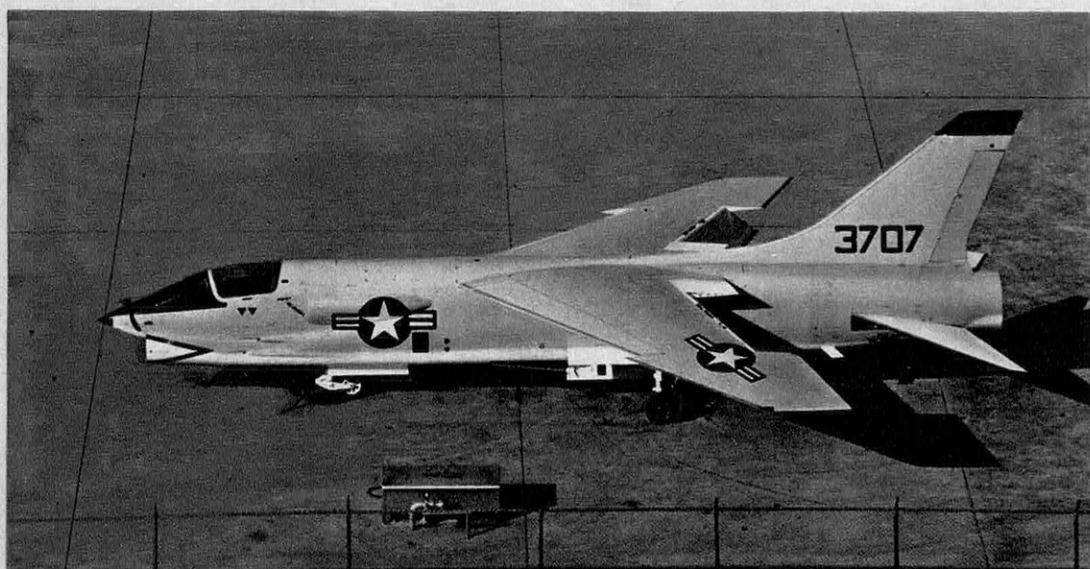
LE DOUGLAS A 3 D SKY-WARRIOR est un bombardier biréacteur de 1 014 km/h qui, avec 33 t, est le plus gros avion embarqué des grands porte-avions de l'U.S. Navy (classe Essex, Midway et Forrestal).



LE DOUGLAS SKYLANDER est un développement du Sky-ray, le premier chasseur embarqué supersonique à aile en delta, avec une aile plus mince, un fuselage allongé, un turbo-réacteur de puissance accrue.



LE MC DONNELL F 4 H-I est un chasseur bombardier commandé en série par l'U.S. Navy, biréacteur, de Mach 2. Il emporte comme chasseur des Sparrow III air-air, comme bombardier un Hound Dog air-sol.



LE CHANCE-VOUGHT F8 U CRUSADER, à plus de 1 600 km/h, est un chasseur embarqué de l'U.S. Navy dont les dernières versions en fabrication ont été équipées pour des missions de reconnaissance photographique.

de brouillage auxquels échappe l'autoguidage des engins sol-sol.

Pour l'U.S. Air Force, accepter l'engin air-sol, c'était revenir sur la position si longtemps soutenue de la supériorité en précision de l'avion sur l'engin; c'était reconnaître que le bombardier, n'ayant plus aucune chance d'accéder au voisinage de l'objectif, devait abandonner ses prétentions et se résigner au bombardement sur zone; c'était avouer que les dizaines de milliards de dollars consacrés aux bombardiers lourds, à leurs ravitailleurs, à leurs escorteurs, à leurs bases et à leur personnel n'avaient réussi qu'à doter le Strategic Air Command d'un matériel surclassé, sur tous les points, par l'engin balistique dont on avait pu retarder l'avènement pendant dix ans. Au retard mis à la commande des engins air-sol de grande portée, on peut mesurer ce qu'aura coûté à l'aviation américaine ce triple aveu.

Aucun organisme militaire n'a jamais accepté, en effet, de tels retournements sans une puissante contrainte extérieure et sans une résistance de plusieurs années à cette contrainte. En acceptant, la dernière, l'engin balistique à grande portée dans l'armement de ses bombardiers, l'U.S. Air Force copiait l'attitude de l'U.S. Army et de l'U.S. Navy défendant le char ou le grand navire de surface.

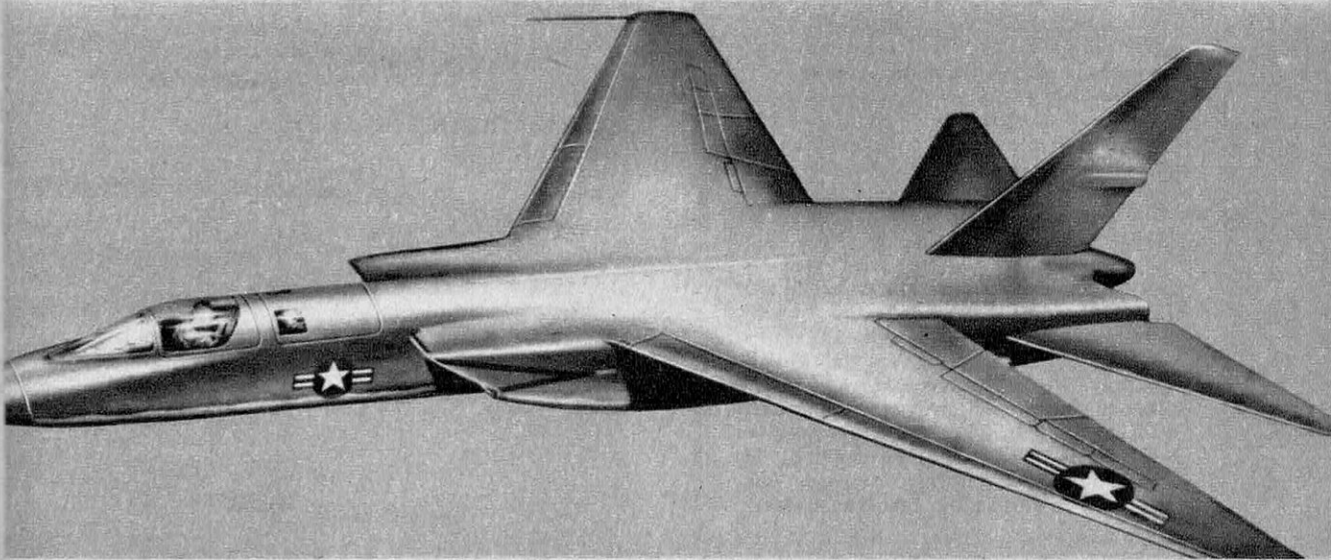
Le déclin du char devant les bombes-fusées de l'avion d'assaut, puis devant les bazookas du fantassin était un des enseignements les moins discutables de la Seconde Guerre mon-

diale. Cependant, en 1949, tout le réarmement terrestre de l'OTAN s'appuyait encore sur le char; chaque armée de Terre prétendait calquer ses divisions sur le modèle américain; les déboires de Corée et d'Indochine ne parvenaient pas à interrompre les fabrications du coûteux matériel, aussi inutilisable en guerre traditionnelle qu'en guerre atomique et en guerre subversive, abandonné dans leurs camps d'Allemagne par les divisions françaises ramenées en Algérie.

Le déclin du cuirassé devant l'avion, puis celui du porte-avions devant l'engin balistique n'ont pas été acceptés de meilleure grâce par les marines. Au lendemain de Pearl Harbor, l'U.S. Navy a mené à son terme le plus gigantesque programme de navires de ligne qui ait jamais été conçu, et ses récriminations actuelles contre ceux qui lui refusent des porte-avions et lui imposent des sous-marins atomiques sont les derniers combats livrés pour le maintien du grand bâtiment de surface dans son rôle de *capital-ship*.

En multipliant les constructions de bombardiers transsoniques et les déclarations qui ne peuvent plus tromper personne sur la capacité de représailles du Strategic Air Command, l'U.S. Air Force suit la même voie. Reconnaître que le bombardier ne pourra plus survoler l'objectif pour y lâcher sa bombe, qu'il devra s'en tenir, d'abord à des centaines, puis à des milliers de kilomètres, c'est accepter la fin du chasseur d'escorte, puis de l'intercepteur, peut-être celle du bom-

LE NORTH AMERICAN A 3 J « VIGILANTE » est un avion d'attaque embarqué, biplace, biréacteur, tous temps, de Mach supérieur à 2 volant à haute altitude. Il emportera divers engins air-sol et sera le premier avion à réaction à éjecter ses bombes (thermonucléaires) par l'arrière.



bardier lui-même que n'importe quel appareil commercial, transsonique aujourd'hui, supersonique demain, pourrait suppléer.

A défaut du matériel, qui n'était pas encore commandé aux États-Unis au début de mai, l'arsenal des engins balistiques se sera enrichi d'une nouvelle désignation. Tout comme l'U.S. Navy, ajoutant aux IRBM et ICBM son FBM (*Fleet Ballistic Missile*), l'U.S. Air Force aura désormais des ALBM (*Air Launched Ballistic Missile* - Engin balistique lancé d'avion).

Le premier, le WS-199 (Projet Bold Orion) a déjà réuni plus de vingt concurrents dont tous les grands constructeurs d'avions, Boeing, Convair, Douglas, North American... Sa portée varie de 1 600 à 2 400 km suivant la vitesse de l'avion qu'il armera. Il est destiné principalement au North American B-70, actuellement construit en prototype, mais également aux Stratofortresses et aux Convair B-58.

En réalité, l'engin air-sol de grande portée est la solution la plus économique du bombardement thermonucléaire, mais à deux conditions, que ne remplissent malheureusement ni les bombardiers lourds qui en seront armés, ni les engins qu'on leur prépare.

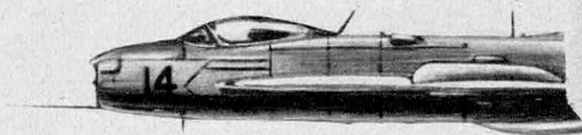
La première exigence est la vitesse de l'avion. La Stratofortresse de Mach 1 convient mal au lancement de l'engin air-sol;

SUITE PAGE 94

Au-delà de Mach 1

L'AVIATION de chasse a pénétré dans le domaine supersonique il y a seulement quelque cinq ans avec la mise en service dans l'Air Force américaine du North-American F-100 Super Sabre. Depuis plusieurs années, la vitesse maximum en palier se maintenait dans le subsonique supérieur avec les chasseurs à réaction à aile en flèche tels que le F-86 Sabre ou le Mig-15 qui ne franchissaient le mur du son qu'occasionnellement en piqué. Cette importante étape a marqué l'avènement d'une génération nouvelle d'appareils auxquels les progrès de l'aérodynamique et le développement de turboréacteurs de poussée sans cesse accrue a permis aujourd'hui d'atteindre et de dépasser Mach 2. C'est la vitesse revendiquée aussi par le premier bombardier supersonique, le Convair B-58 Hustler, quadriréacteur à aile en delta. Bientôt vont apparaître, avec les North-American YF-108, intercepteur, et B-70 Valkyrie, bombardier, les premiers appareils volant à Mach 3. Que sont cependant ces performances devant celles des engins guidés ou balistiques qui viennent maintenant menacer la suprématie de l'aviation pilotée ?

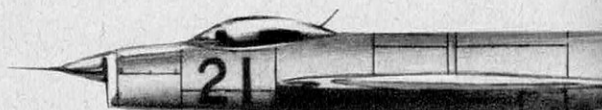
Avions de comb



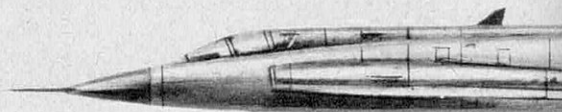
MIG-19



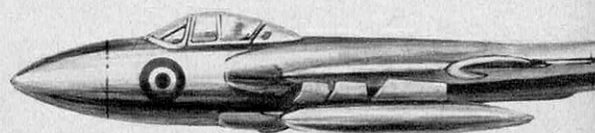
IL-2



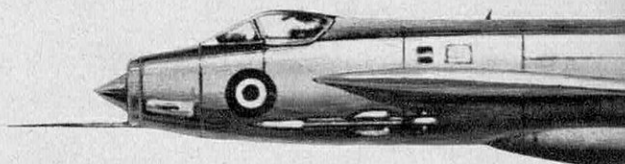
SUKHOI DELTA



SAAB DRAGEN



DE HAVILLAND SEA VIXEN

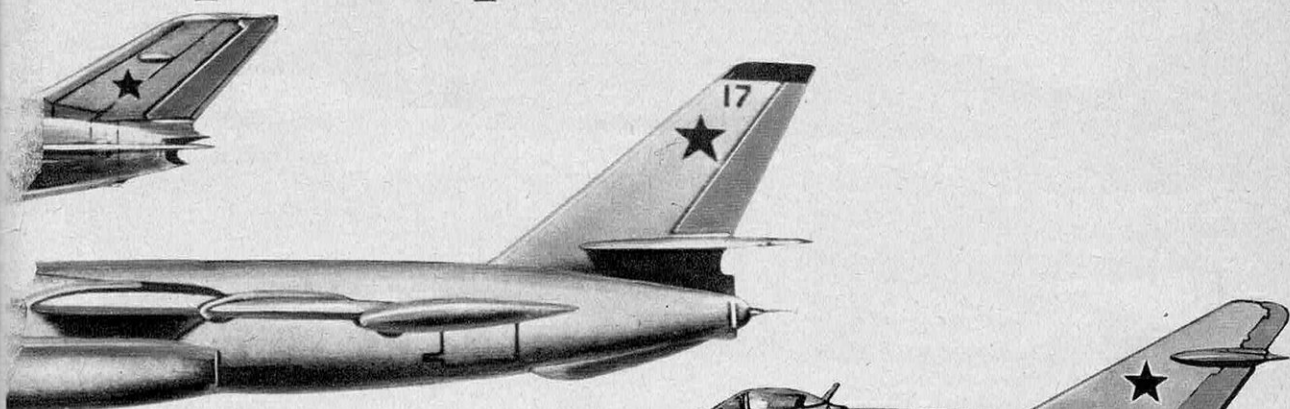


ENGLISH ELECTRIC P. 1



NORD GRIFFON

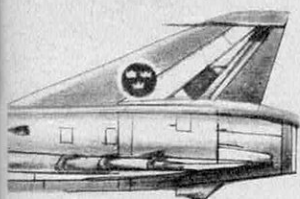
at supersoniques en vol horizontal



MIG-17



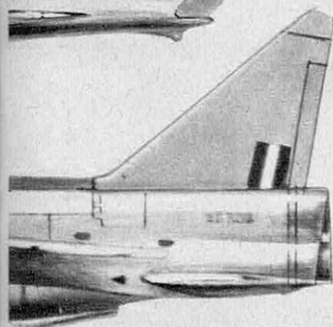
MIG-21



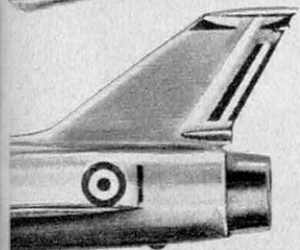
FAIREY FD2



DASSAULT MIRAGE III-A



DASSAULT SUPERMYSTÈRE B-2



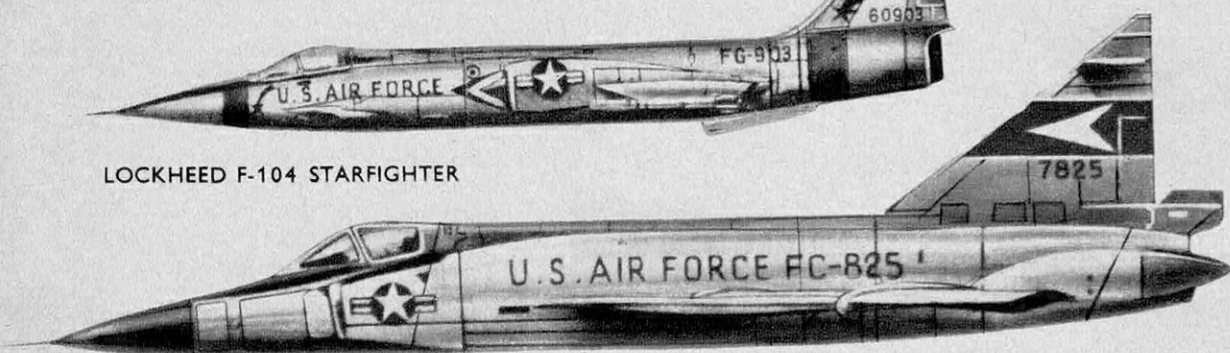
DASSAULT ETANDARD IV-M



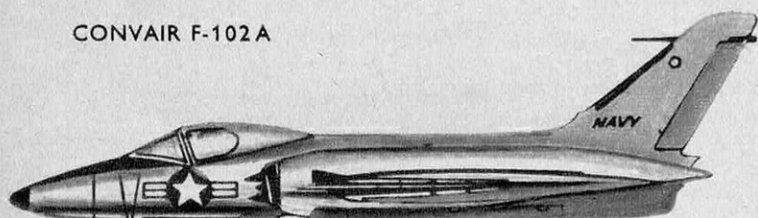
Avions supersoniques suite >



LOCKHEED F-104 STARFIGHTER

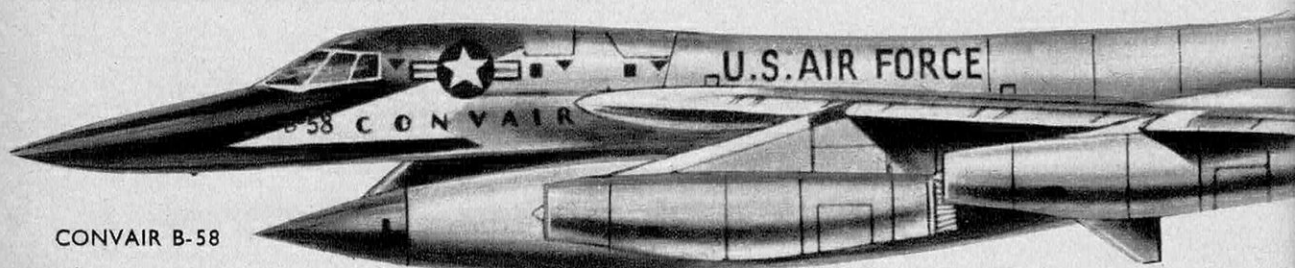
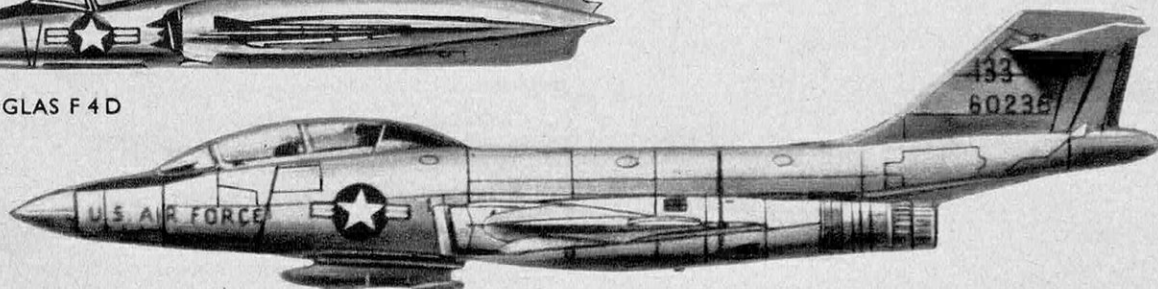


CONVAIR F-102A

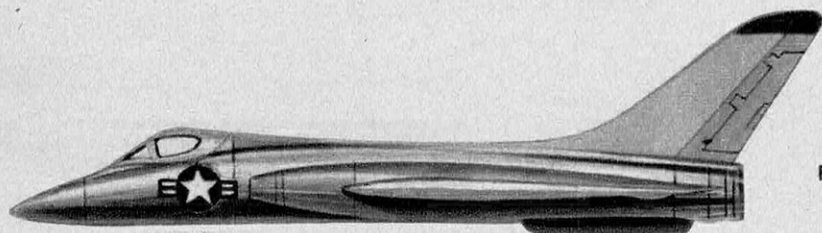


DOUGLAS F-4D

MC DONNELL F-101 K Voodoo

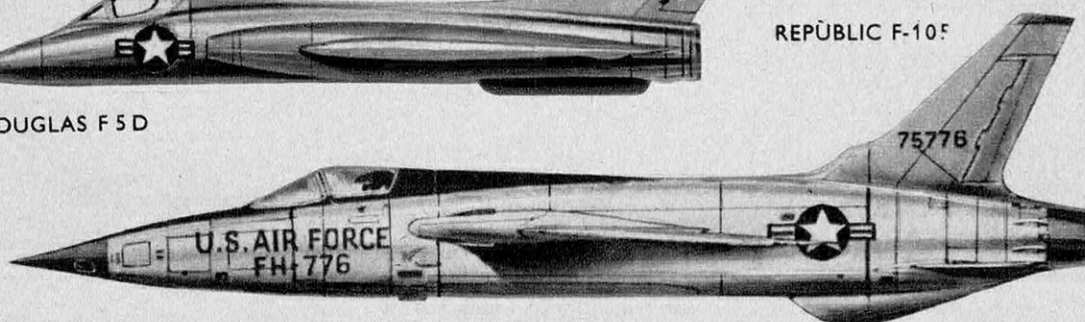


CONVAIR B-58



DOUGLAS F-5D

RÉPUBLIQUE F-105

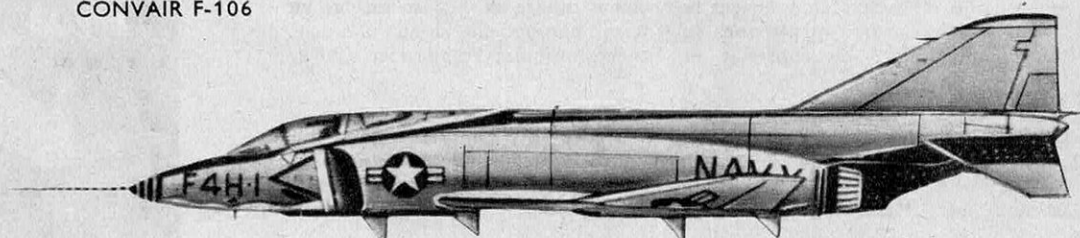




NORTH AMERICAN F-100 D SUPER SABRE



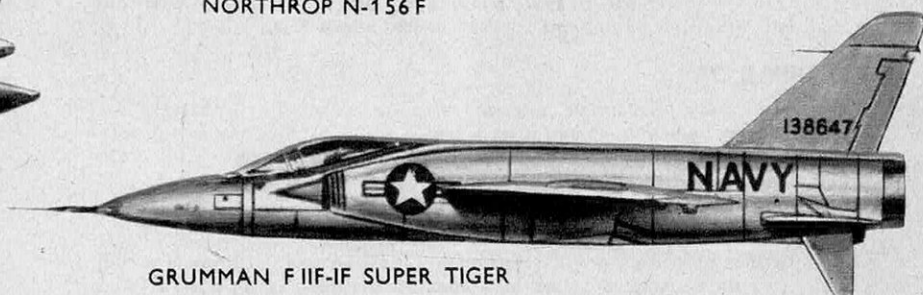
CONVAIR F-106



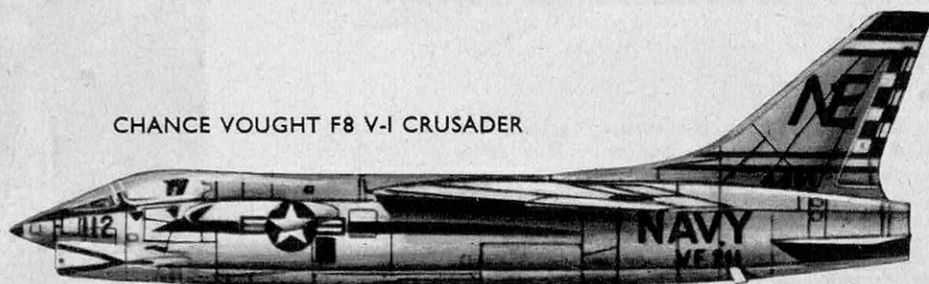
MC DONNELL-F4 H



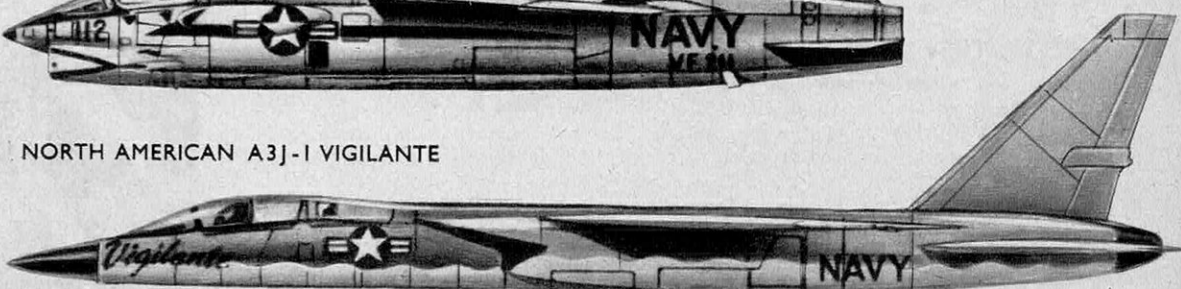
NORTHROP N-156 F



GRUMMAN F 11F-IF SUPER TIGER



CHANCE VOUGHT F8 V-1 CRUSADER



NORTH AMERICAN A3J-1 VIGILANTE

Chasseurs et bombardiers soviétiques

MIG-15

Premier chasseur soviétique moderne à réaction dû à la collaboration de Artem Mikoyan et de Mikhail Gurevich. Mis en service en 1949, il prouva ses qualités durant la guerre de Corée. En 1952 il équipait la plupart des forces aériennes des satellites. Armement standard : 2 canons de 23 mm et un de 37 mm.

MIG-17

Développement du Mig-15. Chasseur à aile en flèche plus accusée, à fuselage un peu plus effilé et à empennages légèrement différents. Mis en service en 1953, on lui connaît cinq versions suivant son équipement, dont l'une avec post-combustion. Il est construit en Tchécoslovaquie, Pologne et Chine.

MIG-21

Le chasseur le plus récent de la famille des Mig qui ait été identifié. La première apparition publique date de 1956. La flèche des ailes atteint 57° et son réacteur développe une poussée de 8 000 kg avec post-combustion. Sa vitesse maximum se situe entre Mach 1,5 et 2. Il est armé de 3 canons et d'engins air-air.

YAKOVLEV YAK-25

Biréacteur, chasseur de nuit et « tous temps ». Il a été vu pour la première fois à Tushino en juillet 1955 et, depuis, il est devenu l'élément standard des forces aériennes soviétiques. Il en existe une version en bombardier léger et une équipée de réacteurs avec post-combustion qui dépasse les 1 100 km/h.

SUKHOI DELTA

Chasseur expérimental à aile en delta connu dans trois versions légèrement différentes, la dernière semblant être un chasseur monoplace tous temps qui se distingue des autres par un avant conique précédant le fuselage cylindrique et qui doit renfermer l'équipement radar. Il atteindrait Mach 1,7 à 11 000 m.

ILYUSHIN IL-28

Cet appareil a été pendant de longues années le bombardier biréacteur tactique des forces aériennes soviétiques. Livré en grand nombre aux forces polonaises, chinoises, roumaines, et indonésiennes, il a été fabriqué en Tchécoslovaquie pour les forces tchèques et égyptiennes. Il dépasse de peu 900 km/h.

IL-? « BLOWLAMP »

Ce bombardier biréacteur qui n'est connu que sous son appellation du N.A.T.O. semble être un Ilyushin. Ses réacteurs sont portés par des « pods » comme ceux du Douglas B-66. Il doit atteindre une vitesse de Mach 1,3 avec ses réacteurs qui doivent être des MR-40 de 7 800 kg avec post-combustion.

TUPOLEV TU-16

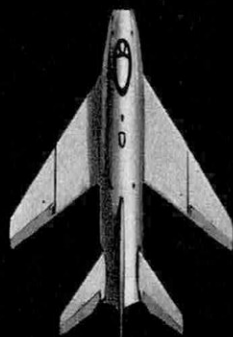
Bombardier biréacteur dont est dérivée la version de transport civil Tu-104. Connu depuis 1954, cet appareil équipe non seulement les forces aériennes mais l'aviation navale soviétiques. Il peut transporter des engins air-surface. Sa vitesse est de l'ordre de 1 000 km/h et son rayon d'action de 7 000 km.

MYASISHCHEV 37

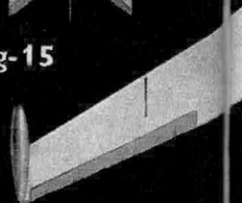
Bombardier quadriréacteur qui a fait sa première apparition pendant l'été 1953. Sa vitesse maximum est de 1 000 km/h. Il est doté d'un grand rayon d'action (9 650 km) et peut emporter une charge de bombes de 9 000 kg. On estime que sa production devait atteindre dix par mois en juin 1958.

TUPOLEV TU-95

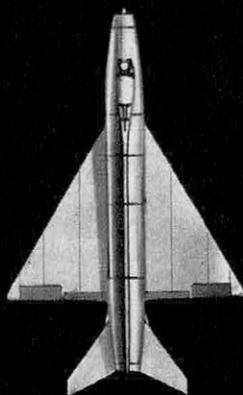
Ce bombardier, équipé de quatre turbopropulseurs à hélices contra-rotatives, est presque identique à sa version civile maintenant bien connue, le Tupolev Tu-114. Les turbopropulseurs doivent être aussi les mêmes : des Kuznetsov NK-012 M développant 12 000 ch, et lui donner une vitesse de 800 km/h.



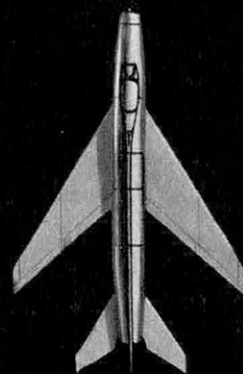
Mig-15



Sukhoi Delta



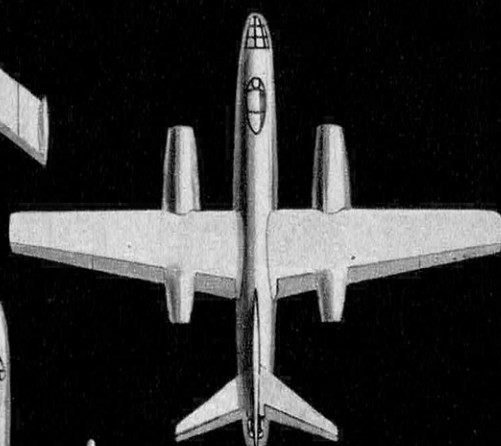
Mig-21



Myasishchev 37



Yakovlev Yak-25

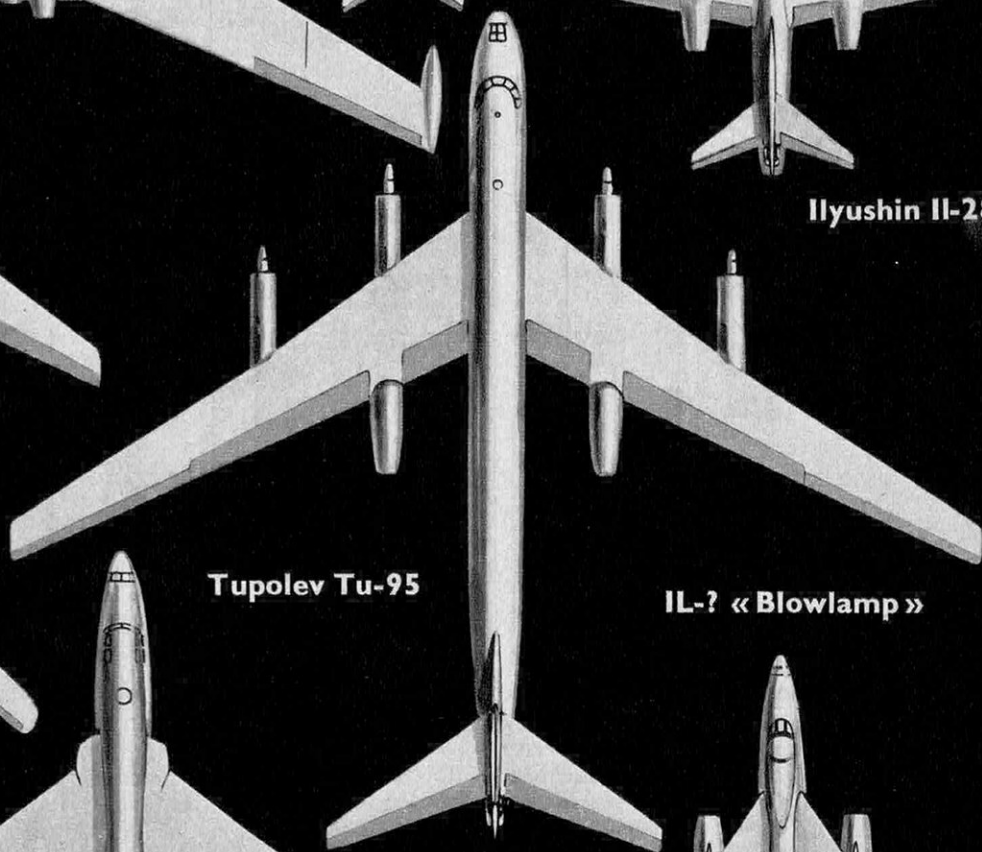


Ilyushin Il-28

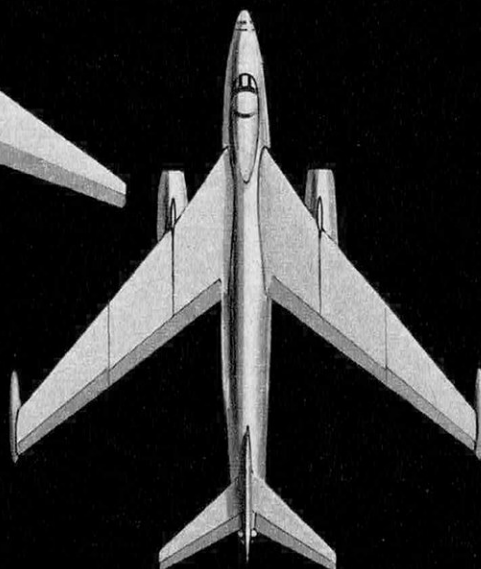
Mig-17



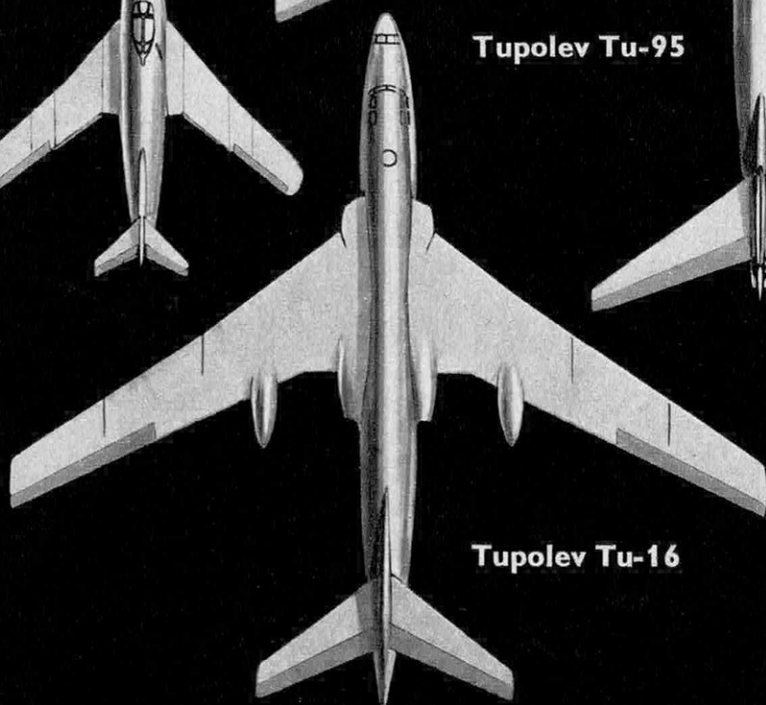
Tupolev Tu-95



IL-? «Blowlamp»



Tupolev Tu-16



AVIATION NAVALE (Voir pour la France page 28)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total (kg)	Moteurs (puissance ou poussée au décollage)	Vitesse max. (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
ÉTATS-UNIS CESSNA	OE-2 model 321	11	7,30	1 202	1 moteur Continental O. 470-2 de 265 ch	300	925	6 100	2	Biplan léger de reconnaissance. Sièges blindés.
CHANCE-VOUGHT	F 8 U-2 Crusader	10,87	16,53	12 250	1 turboréacteur Pratt & Whitney J 57-P 16 de 7 711 kg avec postcombustion	> 1 600			1	Chasseur supersonique, ailes en flèche, siège éjectable; 4 canons de 20 mm, 32 roquettes. Version tous temps F 8 U-2N avec J 57-P 20 de puissance accrue, vitesse voisine de M 2; 2 à 4 engins air-air Sidewinder.
DOUGLAS	F 4 D-1 Skyray	10,21	13,92	9 072	1 turboréacteur Pratt & Whitney J 57-P 12 de 4 620 kg (7 257 kg avec postcombustion)	M > 1			1	Intercepteur supersonique, aile en delta. Canons, roquettes et engins.
	A 4 D-2 Skyhawk	8,38	11,70	6 530	1 turboréacteur Wright J 65-W 4 de 3 540 kg	1 100	1 850		1	Chasseur-bombardier pour porte-avions; le plus petit appareil à réaction construit pour porter une bombe atomique ou des engins.
	A 3 D-2 Skywarrior	22,11	23,16	31 750	2 turboréacteurs Pratt & Whitney J 57 de 5 486 kg	1 014	3 220	13 700	3	Chasseur-bombardier pour porte-avions, ailes en flèche, pouvant porter les plus grosses bombes atomiques. Versions bombardement et reconnaissance photographique B 66 et RB 66; version A 3 D-2 Q brouillage radar.
	F 5 D-1 Skylancer				1 turboréacteur Pratt & Whitney J 57-P 12 de 4 620 kg	M > 1			1	Intercepteur pour porte-avions, aile en delta.
GRUMMAN	F 11 F-1 Tiger	9,85	12,44	6 290	1 turboréacteur Wright J 65-W 6 de 3 580 kg	M > 1			1	Intercepteur supersonique pour porte-avions, ailes en flèche, siège éjectable; 4 canons de 20 mm, engins Sidewinder.
	F 11 F-1F Super Tiger	11,43	15,24		1 turboréacteur General Electric J 79 de 6 804 kg avec postcombustion	M 2		> 16 000	1	Dérive du Tiger. A établi un record d'altitude avec 23 417 m.
	F 9 F-8 Cougar	10,52	12,68	9 080	1 turboréacteur Pratt & Whitney J 48-P 8 de 3 265 kg	1 000			1	Chasseur pour porte-avions, ailes en flèche, siège éjectable; n'est plus construit qu'en version entraînement.
	S 2 F-1 Tracker	21,24	12,88		2 moteurs Wright R 1 820 de 1 525 ch				4	Anti-sous-marins pour porte-avions. Version S 2 F-2 à soutes de dimensions accrues. Versions TF-1 Trader, transport frêt et passagers pour porte-avions; WF-2 Tracer, reconnaissance-radar.
	SA-16 A Albatros	24,40	18,60	12 270	2 moteurs Wright R 1 820 de 1 425 ch	386	4 320		4/6	Amphibie, sauvetage, garde-côte. Version améliorée SA-16 B.

le bombardier qui en sera équipé doit être traité comme premier étage d'un engin dont les performances dépendent essentiellement de la vitesse qui lui est imprimée au départ. Même si sa charge utile et son rayon d'action — qu'on peut d'ailleurs relever par ravitaillement en vol — sont moindres, l'appareil de Mach 3 l'emportera en rendement final sur l'appareil de Mach 1, parce qu'en ajoutant, au lieu de 300 m/s, quelque 1 000 m/s à la vitesse de l'engin, il pourra relever sa portée ou réduire son poids dans une mesure qui compensera largement ses déficiences quant aux autres performances.

La deuxième exigence porte sur les caractéristiques de l'engin lui-même. Il faut accepter franchement la dispersion inhérente au principe de l'engin air-sol et en tirer toutes les conséquences, notamment quant à l'intérêt du bombardement sur zone et

du relèvement corrélatif indispensable des charges explosives. L'engin semi-balistique, propulsé par moteur-fusée au départ et terminant sa trajectoire par un vol plané sur l'embryon de voilure dont il est muni, atteint pour la même vitesse une portée au moins double de celle de l'engin balistique; ce sera le plus souvent la solution préférable. C'est d'ailleurs celle que retiennent aussi bien le Dyna-Soar américain que les planeurs hyper-soniques soviétiques de même formule; elle avait été acceptée dès 1957 par l'aviation française pour ses engins sol-sol.

La renaissance du bombardier

Dans les armées de l'Air qui n'ont pas acquis l'expérience des bombardiers de 200 t et des engins balistiques de 100 t, la tâche la plus urgente est la réalisation des bom-

AVIATION NAVALE

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total (kg)	Moteurs (puissance ou poussée au décollage)	Vitesse max. (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
LOCKHEED	P 3 V-1	30,18	31,87	56 700	4 turbopropulseurs Allison T 56 de 4 500 ch	725	4 460	9 100	10	Version anti-sous-marins du Lockheed Electra.
	P 2 V-7 Neptune	31,59	27,90	34 245	2 moteurs Wright turbo-compound de 3 500 ch et 2 turboréacteurs Westinghouse J 34 de 1 540 ch	480	5 700	6 600	7	Anti-sous-marins, 6/8 canons de 20 mm, mitrailleuses, bombes, etc. Les réacteurs servent d'appoint au décollage et au combat. Livré à l'Aéronavale Française.
MARTIN	P 6 M-2 Seamaster	30,48	40,84	72 570	4 turboréacteurs Pratt & Whitney J 75 de 11 115 kg avec postcombustion	> 960	4 800	> 12 000	4	Hydravion à ailes en flèche, sièges éjectables. Anti-sous-marins, mouilleur de mines, reconnaissance photographique.
	P 5 M-2 Marlin	36	30,78	33 767	2 moteurs Wright turbo-compound de 3 400 ch	402	3 300	7 200	8	Hydravion anti-sous-marins. Livré à l'Aéronavale Française.
MC DONNELL	F 4 H-1	11,70	17,07	18 150	2 turboréacteurs General Electric J 79 de 8 165 kg avec postcombustion	M > 2	3 200		2	Intercepteur tous temps, ailes en flèche; 4 engins Sparrow III et Sidewinder. Peut emporter une bombe atomique.
	F 3 H-2 N Demon	10,70	17,90		1 turboréacteur Allison J 71 de 6 350 kg avec postcombustion				1	Chasseur tous temps pour porte-avions, ailes en flèche, siège éjectable; engins air-air Sidewinder. Version F 3 H-2 M, chasseur de jour avec 4 engins Sparrow III. Version F 3 H-2 P, reconnaissance photographique.
NORTH AMERICAN	A 3 J-I Vigilante	15,25	21,34	22 450	2 turboréacteurs General Electric J 79 de 6 800 kg avec postcombustion	M > 2			2	Chasseur-bombardier tous temps pour porte-avions, sièges éjectables. Peut porter des engins air-sol et une bombe thermo-nucléaire.
GRANDE-BRETAGNE										
ARMSTRONG WHITWORTH	Sea Hawk GA Mark 6	11,89	12,10	7 257	1 turboréacteur Rolls-Royce Nene 103 de 2 450 kg	845	920	12 000	1	Chasseur-bombardier à réaction pour porte-avions. Siège éjectable. Existe en plusieurs versions. Livré à l'Allemagne de l'Ouest.
BLACKBURN	NA 39				2 turboréacteurs De Havilland Gyron Junior de 3 180 kg	M < 1			2	Chasseur-bombardier transsonique pour porte-avions. Sièges éjectables.
DE HAVILLAND	DH 110 Sea Vixen	15,24	16,31		2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon 200 de 5 000 kg	M > 1			2	Chasseur tous temps supersonique; sièges éjectables. Engins air-air Fire-streak.
FAIREY	Gannet	16,56	13,41		1 turbopropulseur Armstrong Siddeley Double-Mamba de 3 875 ch				3	Anti-sous-marins pour porte-avions. Existe en version reconnaissance-radar.
SUPERMARINE	Scimitar	11,33	16,86		2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon 200 de 5 000 kg				1	Intercepteur pour porte-avions; ailes en flèche; bombes et roquettes pour attaque au sol; peut porter une bombe atomique; réservoirs supplémentaires pour grand rayon d'action; reconnaissance photographique.

bardiers supersoniques, et plus tard hyper-soniques, qui ne dépasseront pas le modeste tonnage d'un « Vautour » ou d'un « Canberra », qui exécuteront leurs lancements à 1 000, puis à 2 000 km des objectifs, et qui pourront placer sur ceux-ci des charges d'explosif nucléaire beaucoup plus puissantes que celle de l'engin intercontinental d'aujourd'hui.

De 1939 au moins jusqu'à ces dernières années, le chasseur, dans ses différentes variantes, aura dominé tous les autres matériels d'une aviation militaire. Avec son impuissance en mission d'interception comme en mission d'escorte, son règne est terminé.

Longtemps surclassé par ce puissant concurrent, le bombardier qui atteint la même vitesse supersonique, mais qu'on ne peut plus qualifier de chasseur-bombardier au poids de 25 à 60 t, reprend aujourd'hui la première place. Il dispensera des engins sol-sol de plus

de 100 t qui réussissent tout juste à porter une ou deux tonnes d'explosif sur l'objectif, quand l'engin air-sol, que le bombardier lancera à mille kilomètres, pèsera et coûtera dix fois moins en portant une charge double ou triple.

En quarante ans, au règne de l'artillerie lourde a succédé celui du char et, finalement, celui du mortier d'infanterie qui, en Corée et en Indochine, tenait en échec l'une et l'autre. Au règne du navire de ligne, puis du porte-avions, succède aujourd'hui celui du sous-marin à propulsion atomique armé d'engins balistiques. A la cadence actuelle du bouleversement des matériels de guerre, aucune situation acquise ne peut être définitive. Les armées de l'Air qui ne comprendraient pas la nécessité d'un renouvellement de leur matériel et de leur doctrine n'ont guère de chance de survie.

Camille ROUGERON

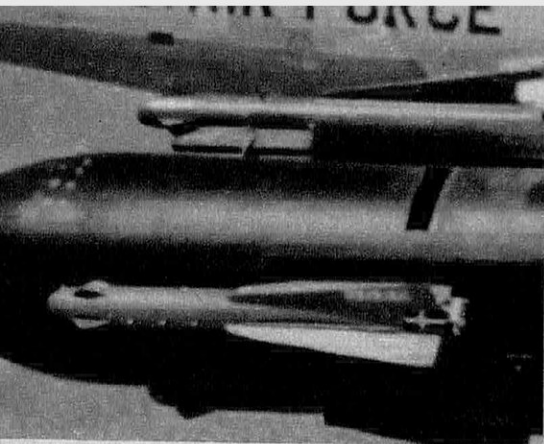
Panorama de l'armement terre, air, mer

LES ENGINS

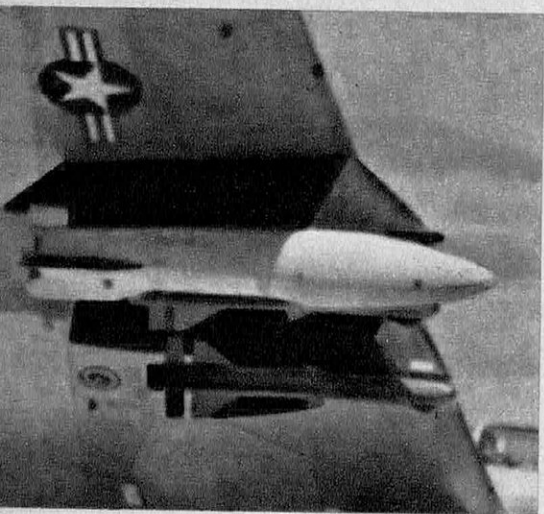


nouveau



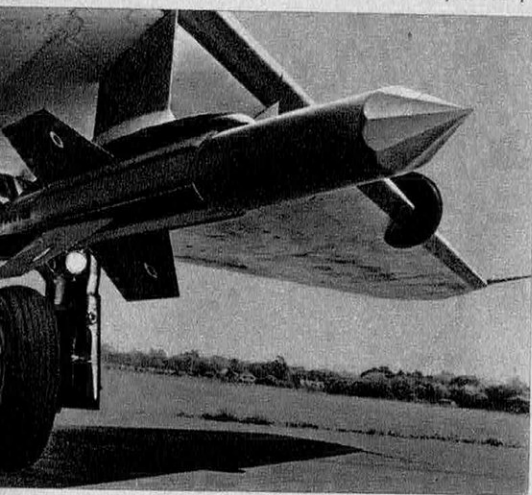


LES FALCON à autopoursuite radar ou infrarouge, sont emportés au nombre de six sur le Northrop F-89 H Scorpion en plus des roquettes.



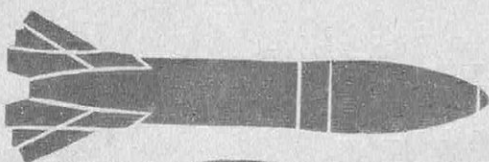
LES « GENIE », reconnaissables à leur volume plus important et leur teinte plus claire, sont souvent associés comme ici à des « Falcon ».

LE FIRESTREAK, dont la pointe rappelle celle d'un crayon, est à autopoursuite infrarouge. Il équipe la Royal Air Force et la Royal Navy.

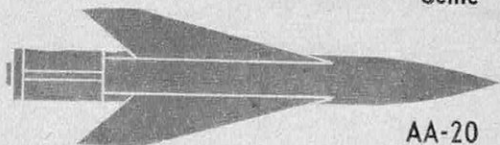


ENGINS AIR-AIR

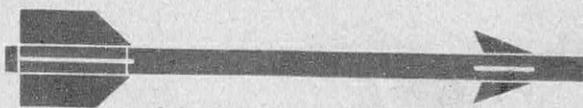
La puissance de combat des chasseurs pour l'attaque des bombardiers a été considérablement accrue depuis la fin de la guerre, d'abord par l'adoption de roquettes non guidées tirées par salves, puis par la mise au point d'engins guidés suivant divers procédés. Deux tels engins ont été retenus en France, dont l'un du type autopoursuite qui se dirige automatiquement vers la cible. Deux modèles sont également en service en Grande-Bretagne. La diversité apparaît plus grande aux États-Unis, où les engins les plus légers sont le Falcon et le Sidewinder, ce dernier particulièrement robuste et moins coûteux que le premier qui revient à quelque 8 millions de francs l'unité. Les chasseurs armés de Falcon emportent simultanément les deux types existants à infrarouge et à guidage radar, le système d'auto-poursuite infrarouge vers l'échappement des réacteurs de l'avion ennemi risquant d'être inefficace par temps couvert. Les plus puissants sont le Sparrow III et surtout le Genie, non guidé, avec charge nucléaire.



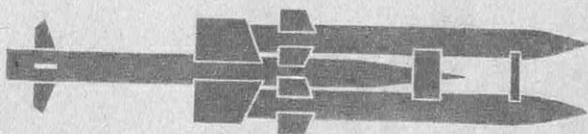
Genie



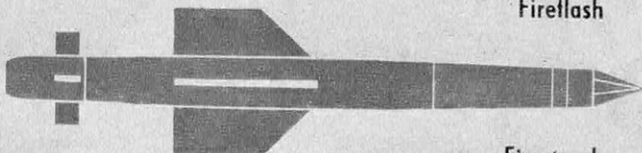
AA-20



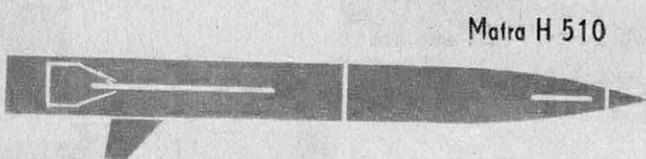
Sidewinder



Fireflash



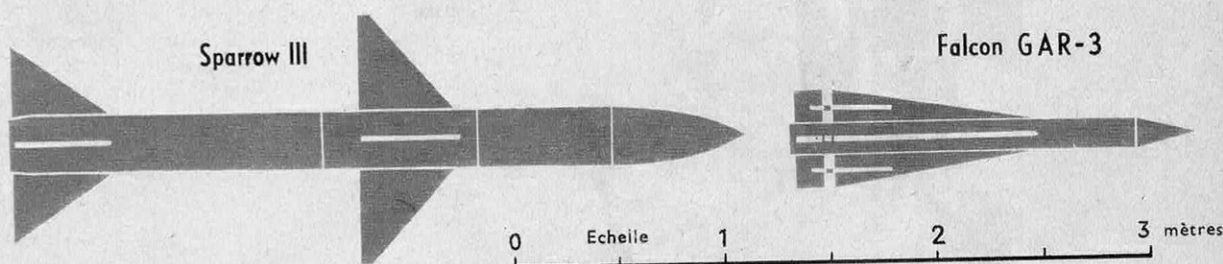
Firestreak



Matra H 510



Un Sidewinder est tiré ici d'un North American F 100 Super Sabre



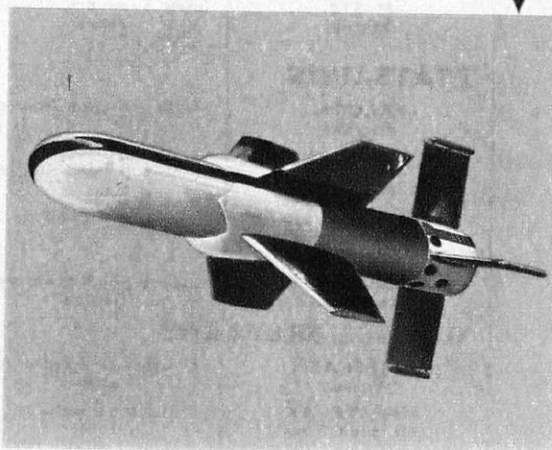
NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
FRANCE		
A. A. 20 Nord-Aviation	fusée à poudre SEPR	135 kg; Mach 1,7; portée 4 km; radioguidé, fusée de proximité; en service.
M 510 Matra	fusée à poudre à deux étages	160 kg; Mach 1,7; portée 7,8 km; autopoursuite optique; en service. Version M 051, Mach 1,5, guidage par faisceau directeur.
ÉTATS-UNIS		
FALCON Hughes	fusée à poudre Thiokol	68 kg; Mach > 3; portée > 8 km; autopoursuite radar semi-active (GAR-3) ou autopoursuite infrarouge (GAR-4); en service. La version GAR-9 portera une charge nucléaire.
GENIE Douglas	fusée à poudre Aerojet-General	453 kg; portée 2,5 km; non guidé; fusée de proximité, charge nucléaire miniature; en service.
SIDEWINDER Philco-General Electric	fusée à poudre	70 kg; Mach 2,5; portée 5 km; autopoursuite infrarouge; en service.
SPARROW III Raytheon	fusée à poudre Aerojet-General	165 kg; Mach 3; portée > 8 km; autopoursuite radar semi-active; en service.
GRANDE-BRETAGNE		
FIREFLASH Fairey	2 fusées à poudre largables	135 kg; Mach > 2; portée 3 km; guidage par faisceau directeur; encore en service.
FIRESTREAK De Havilland	fusée à poudre	Mach > 2; portée 6,5 km; autopoursuite infrarouge; en service.

ENGINS SURFACE-AIR

LES engins téléguidés lancés du sol sont considérés comme le moyen de défense le plus sûr contre les attaques aériennes, les vitesses qu'atteignent aujourd'hui les bombardiers et les engins air-sol exigeant que la parade s'effectue dans les plus courts délais. La menace à prévoir s'étend des avions subsoniques ou supersoniques, volant en rase-mottes ou à 25 000 m d'altitude et plus, aux bombes à très grande portée qu'ils ont pu lancer à plusieurs centaines de kilomètres du dispositif de défense, et aux projectiles balistiques intercontinentaux dont la vitesse correspond à des nombres de Mach très élevés. Le seul engin anti-engins balistiques dont le développement soit suffisamment avancé est le Nike Zeus américain, à charge nucléaire. De nombreux modèles antiaériens ont été mis au point dans divers pays pour la défense des objectifs terrestres et des bâtiments de guerre. L'organisation des batteries de fusées est en général d'une très grande complexité et exige un personnel nombreux, étroitement spécialisé et bien entraîné pour obtenir le maximum d'efficacité. Le système d'alerte général à grande distance n'en est qu'une partie. Radars de tir repérant les objectifs et suivant les engins, calculateurs électroniques, émetteurs de guidage, sont d'autres auxiliaires indispensables et coûteux. Le dispositif de défense des États-Unis par les Nike Ajax et Hercules a coûté des centaines de milliards.

← **LE BOMARC** est actuellement l'engin sol-air le plus puissant dont dispose l'U.S. Air Force. Il pèse 6 800 kg au départ, et arrive à Mach 2,5 avec son statoréacteur ici en phase d'allumage.

LE SEACAT est destiné à remplacer les canons antiaériens de la Royal Navy. Propulsé par une fusée à poudre, il est guidé à vue. ↓





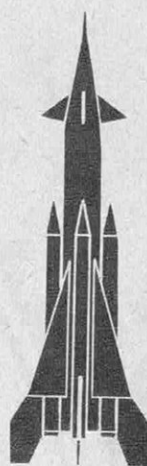
LE TALOS est un engin antiaérien qui équipe les bâtiments de l'U.S. Navy. Pesant 1 500 kg sans les deux fusées auxiliaires à poudre qui servent à son lancement, il atteint Mach 2,7 ; il peut être muni d'une ogive nucléaire.

SURFACE-AIR

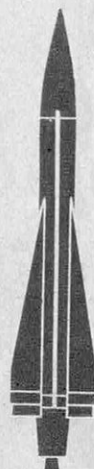


← **LE R 422 MATRA** est en plein développement et plusieurs versions ont été tirées, la plus récente avec une seule fusée auxiliaire de lancement. Il doit pouvoir atteindre des avions volant à Mach 2 entre 3 000 et 20 000 m. Son système de guidage par commandement se termine par une autopoursuite semi-active et sa charge explosive est actionnée par une fusée de proximité.

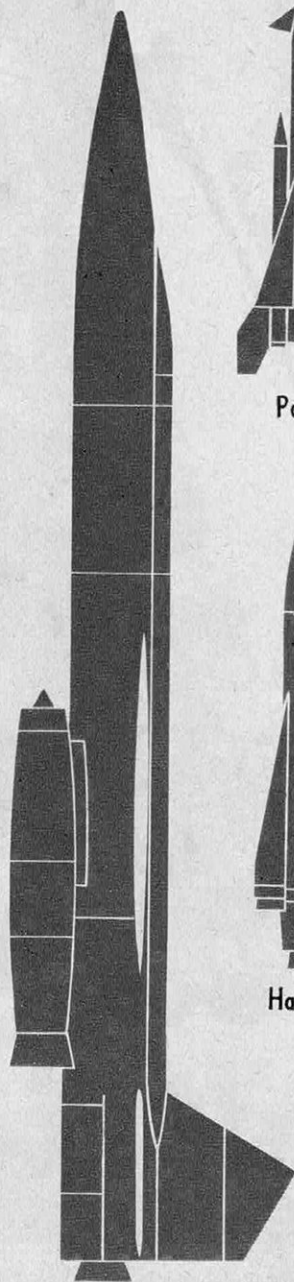
8 mètres
6
4
2
0
Echelle



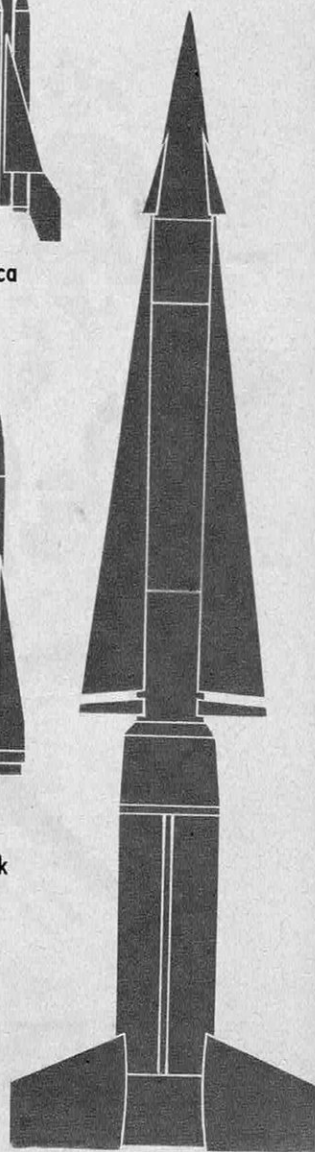
Parca



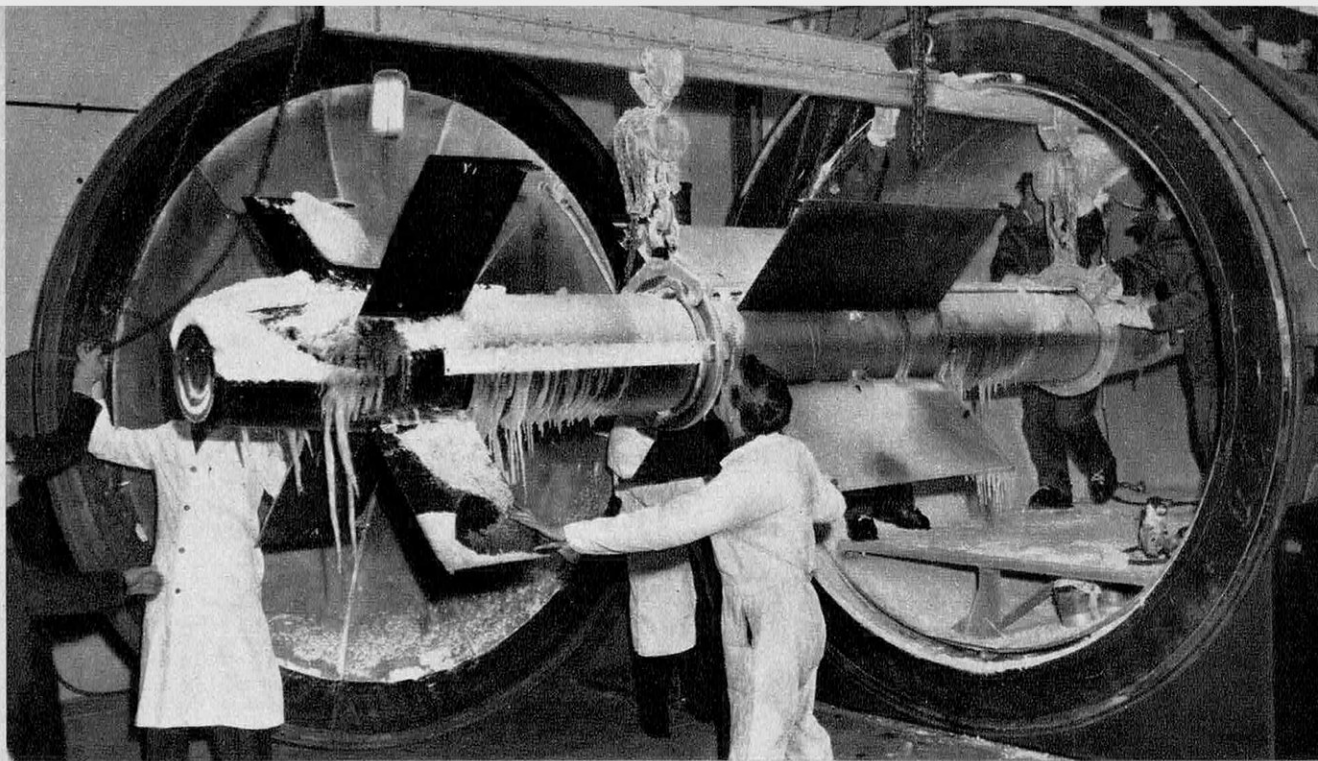
Hawk



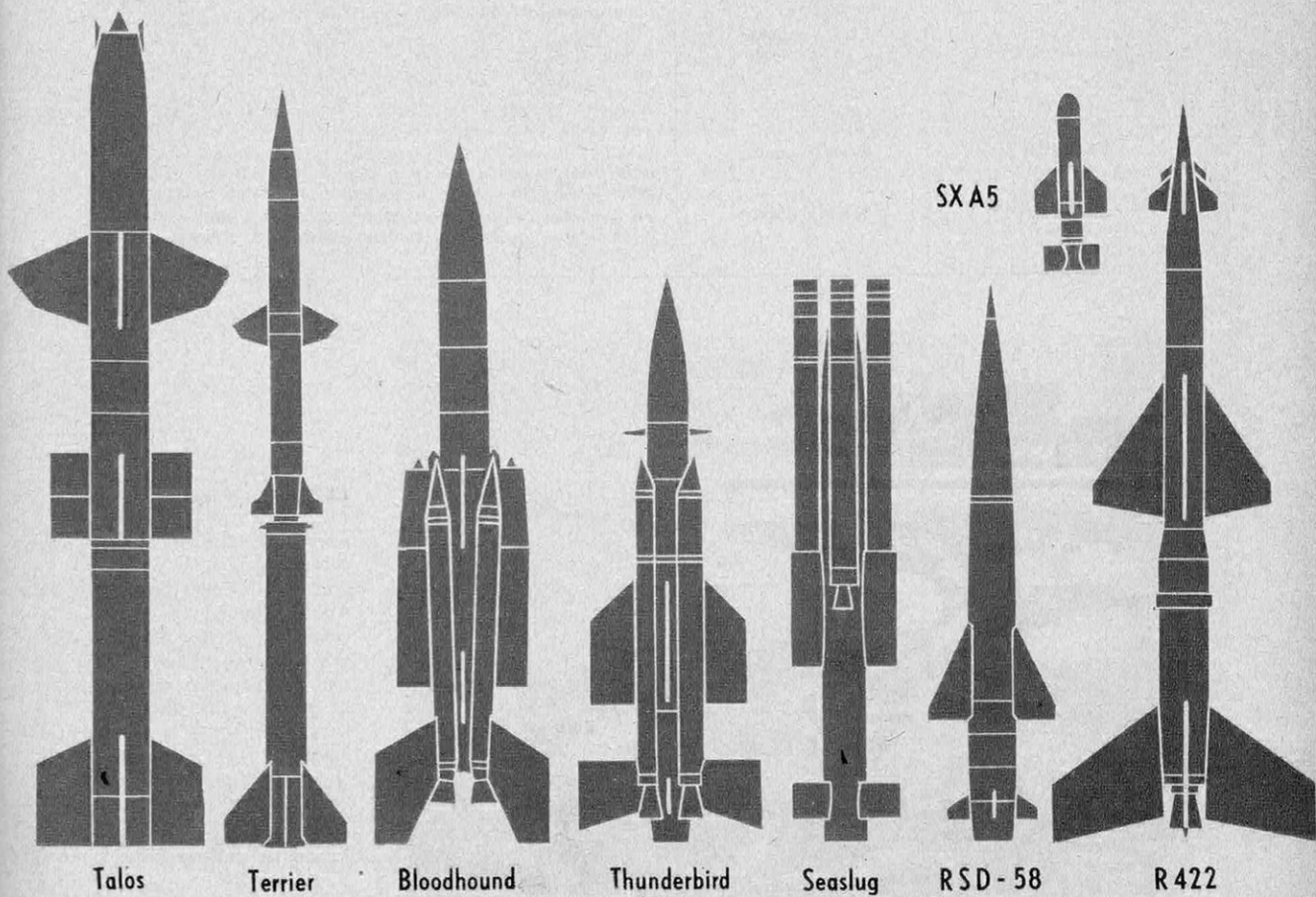
Bomarc



Nike Hercules

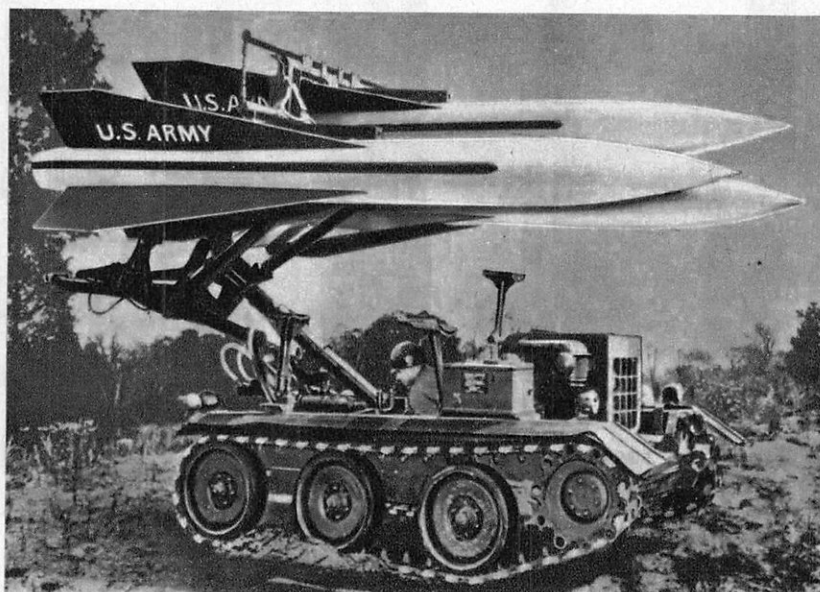


LE SEASLUG, en service dans la Royal Navy, est ici soumis à l'épreuve du froid pour vérifier le comportement de ses organes dans les conditions atmosphériques les plus défavorables. Il est lancé par quatre fusées auxiliaires.

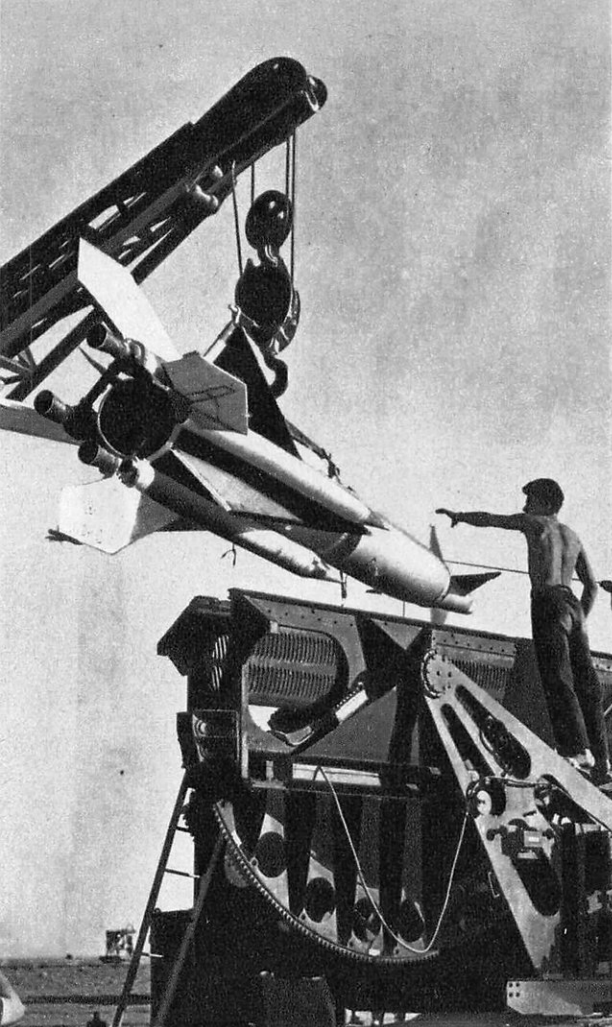


SURFACE-AIR

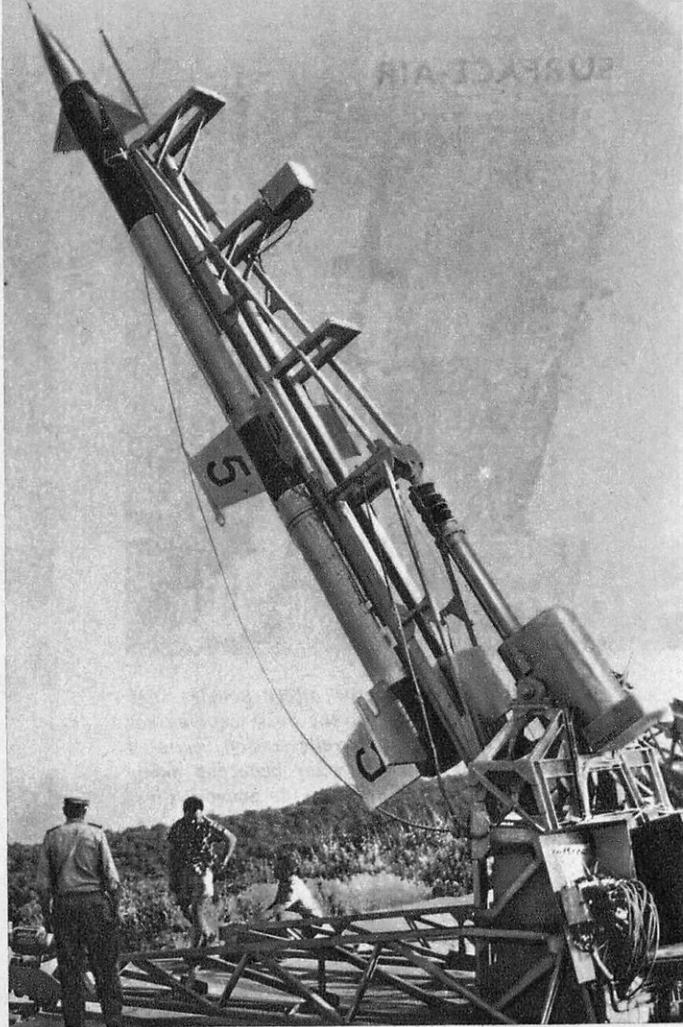
NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
FRANCE		
ACAM Nord-Aviation	fusée à poudre	Radioguidé; en essais.
MARUCA DEFA-Marine	fusée à liquides	Portée 16 km. Entraînement pour la Marine.
MASURCA DEFA-Marine	fusée à poudre	Portée 24 km. Entraînement pour la Marine.
MASALCA DEFA-Marine	—	Portée 95 km; en étude.
R-422 Matra	fusée à poudre SEPR	Lancement sur rampe avec fusée auxiliaire à poudre à l'arrière; Mach 2; portée 20 km; guidage par commandement, puis autopoursuite semi-active; fusée de proximité.
PARCA DEFA	fusée à liquides	Lancement sur rampe avec 4 fusées à poudre largables. 1000 kg; Mach 1,7; portée 20 km; guidage par commandement.
ÉTATS-UNIS		
BOMARC Boeing	2 statoréacteurs Marquardt	Lancement vertical avec fusée à liquide auxiliaire. 6 800 kg, Mach 2,5; plafond 25 km (portée horizontale 400 km); guidage par commandement, puis autopoursuite radar active; fusée de proximité; en service. Peut porter une charge nucléaire. Version Super-Bomarc en cours de développement.
HAWK Raytheon-Northrop	fusée à poudre Aerojet- General	580 kg; Mach 2,5; portée 35 km; autopoursuite semi-active; fusée de proximité, en service. Plus spécialement destiné à la défense contre avions volant à faible altitude.
NIKE HERCULES Western Electric-Douglas	fusée à poudre Thiokol	Lancement avec deux groupes de fusées auxiliaires à poudre. 2 250 kg (sans fusées auxiliaires); Mach 3,35; plafond 27 km (portée 115 km); guidage par commandement; peut porter une charge nucléaire. Successeur du Nike Ajax pour défense contre avions à haute altitude. En service.
NIKE ZEUS Western Electric-Bell Telephone-Douglas	fusée Grand Central Rocket	Engin anti-engins intercontinentaux avec charge nucléaire. Lancement avec fusées à poudre Thiokol. 9 000 kg (avec fusées auxiliaires); Mach > 5; portée 160 km; guidage par commandement puis autopoursuite. En développement.
TALOS Bendix-RCA	Statoréacteur Mc Donnell	Lancement sur rampe avec deux fusées auxiliaires à poudre largables. 1 500 kg (sans fusées auxiliaires); Mach 2,7; portée 80 km; guidage par faisceau directeur puis autopoursuite semi-active; fusée de proximité. Peut porter une charge nucléaire. En service. Un Super-Talos est à l'étude ainsi qu'un Talos anti-engins de Mach 5.
TERRIER II Convair	fusée à poudre	Lancement avec deux fusées auxiliaires à poudre. 500 kg (sans fusées auxiliaires); Mach 2,5; portée 32 km; guidage par faisceau directeur, puis autopoursuite active. En service.
TARTAR Convair	fusée à poudre	Version réduite du Terrier, sans fusées auxiliaires. 430 kg; Mach 3; portée 24 km; guidage par faisceau directeur. En service en 1960.



LES « HAWK » peuvent être tirés d'installations fixes ou montés sur lance-fusées tous terrains. Ils sont plus spécialement destinés à la défense contre avions volant à basse altitude, même supersoniques. Ils sont munis d'un système de guidage par poursuite radar semi-active et d'une fusée de proximité. Vitesse M 2,5, portée 35 km.



LE PARCA, après ses multiples tirs à Colomb-Béchar, n'est toujours pas en service dans l'armée française ; il ne sera vraisemblablement qu'un engin d'entraînement. Il est doté d'une voilure « canard » et est lancé sur rampe inclinable par quatre fusées auxiliaires à poudre largables. La fusée à poudre principale lui permet d'atteindre Mach 1,7 et une portée de 20 km.



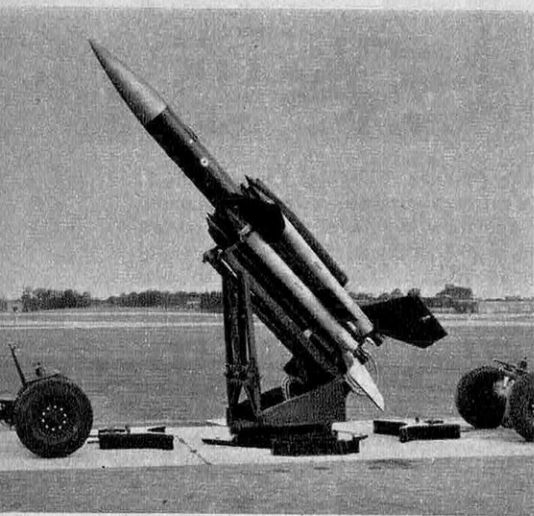
LE MASURCA (MARine SURface Contre Avions) est un engin d'entraînement pour la Marine nationale. Propulsé par une fusée à poudre, il a des performances nettement plus brillantes que son prédécesseur Maruca (**MARine RUelle Contre Avions**). Le plus évolué des engins de cette catégorie, le Masalca (**MARine SALmont Contre Avions**), doit porter à plus de 95 km.

NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
GRANDE-BRETAGNE		
BLOODHOUND Bristol	2 statoréacteurs Thor	Lancement sur rampe d'inclinaison fixe avec 4 fusées auxiliaires à poudre largables. 2 040 kg (avec fusées auxiliaires), Mach > 2, autopoursuite radar semi-active. Peut porter une charge nucléaire. En service.
SEASLUG Armstrong-Whitworth	fusée à poudre	Lancement avec 4 fusées auxiliaires à poudre largables. 900 kg (sans fusées auxiliaires); Mach 2; portée 32 km; guidage radar; en service.
SEACAT Short	fusée à poudre	Lancement avec fusée auxiliaire à poudre; guidage à vue par commandement. En développement.
THUNDERBIRD English Electric	fusée à poudre	Lancement avec 4 fusées auxiliaires à poudre largables. 1 000 kg (sans fusées auxiliaires); Mach 2; portée 32 km; autopoursuite semi-active. En service.
SUISSE		
RSD-58 Oerlikon	fusée à kérosène et acide nitrique	400 kg; Mach 2,4; portée 33 km; guidage par faisceau directeur; fusée de proximité. Fabriqué sous licence en Italie sous version d'entraînement.

SURFACE-AIR



↑ **TERRIERS** montés sur affûts jumelés. Ces engins surface-air peuvent aussi équiper des bases terrestres. La nouvelle version Terrier II nécessite un ensemble radar beaucoup moins encombrant et a l'avantage de pouvoir s'installer sur des navires de plus faible tonnage.



↑ **LE BLOODHOUND**, engin de défense contre avions de la Royal Air Force, pèse 2 040 kg avec ses deux fusées auxiliaires de lancement et atteint Mach 2 sous la poussée de ses deux statoréacteurs. Doté d'une autopoursuite semi-active, il peut être muni d'une tête nucléaire.

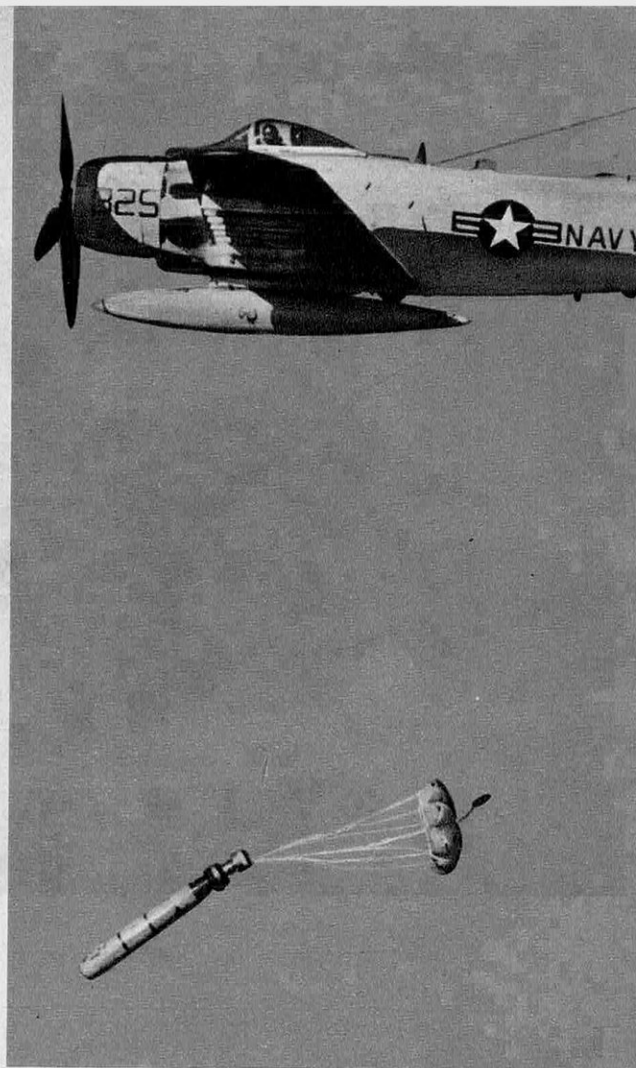
NIKE HERCULES en batterie. Ces engins, → actuellement en service dans l'armée américaine, prennent la relève des Nike Ajax, estimés quinze fois moins puissants. Ils sont plus spécialement réservés à la défense contre avions à haute altitude et atteignent Mach 3,35.



ENGINS ANTI-SOUS-MARINS

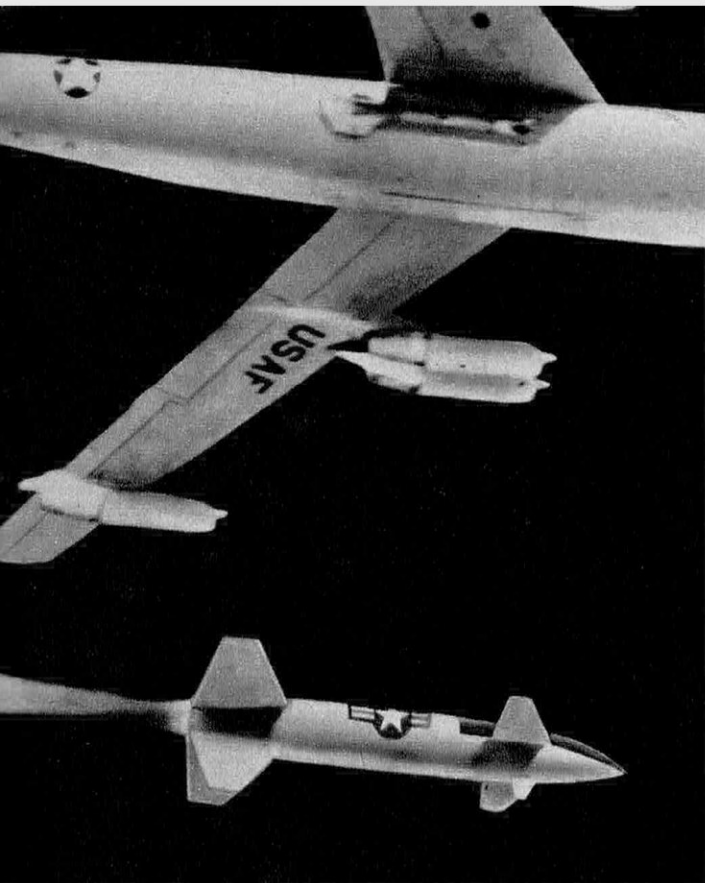
POUR l'attaque des sous-marins faisant surface, les engins que peuvent utiliser les destroyers, les avions ou les hélicoptères ne diffèrent pas fondamentalement de ceux de la guerre terrestre. Pour leur destruction en plongée, au contraire, une classe nouvelle d'engins est apparue, encore en cours de mise au point pour les types les plus évolués et sur lesquels on ne possède que des renseignements fragmentaires. D'une manière générale, ils combinent les techniques de la torpille classique avec celle du vol aérien propulsé par fusée, au moins sur une partie de la trajectoire. Le seul de ces engins en service sur les destroyers de la marine américaine est le Rat. Il consiste en une torpille fixée à un châssis propulsé par fusée et lancé du pont des bâtiments; en fin de propulsion, la torpille se détache, est freinée par des parachutes, entre dans l'eau et poursuit sa course vers la cible, guidée par son système d'autopoursuite sonore. Beaucoup plus originaux encore sont les engins en cours d'études ou d'expérimentation qui peuvent être tirés d'un tube lance-torpille, effectuent une première course sous l'eau, émergent, parcourent plusieurs dizaines de kilomètres dans l'air et replongent pour atteindre leur proie.

Une torpille chercheuse est ici simplement →
larguée par parachute. A son entrée dans l'eau,
un dispositif électrique la mettra en route.



Le Rat, torpille chercheuse propulsée par une fusée à poudre largable placée à l'arrière, est l'engin anti-sous-marins qui équipe les destroyers de l'U.S. Navy.

NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
FRANCE MALAFON Latécoère SS-II M Nord-Aviation	fusée à poudre	Engin planant radioguidé. Dérivé du SS-11.
ÉTATS-UNIS ASROC Minneapolis-Honeywell		Engin anti-sous-marins lancé d'un bâtiment de surface. Pourrait être lancé par un sous-marin.
RAT Naval Ordnance		Torpille standard chercheuse tirée par les bâtiments de surface. Elle parcourt la plus grande partie de son trajet dans l'air, combinée avec un moteur-fusée largable; freinée par parachute à l'entrée dans l'eau. 217 kg; portée 8 km; en service.
SUBROC Goodyear		Engin tiré par sous-marin en plongée, pouvant parcourir 80 km dans l'atmosphère et poursuivre son trajet en plongée avec autoguidage. Peut porter une charge nucléaire. A l'étude.



ENGINS AIR-SURFACE

L'ATTAQUE directe des objectifs tactiques expose les pilotes au feu des armes de défense rapprochée et l'efficacité des bombardements en piqué et des tirs de salves de roquettes non guidées s'en trouve fortement réduite. Les avions d'appui direct disposent aujourd'hui d'engins guidés avec moteurs-fusées qui foncent sur leurs objectifs à des vitesses de Mach 2 tandis que le pilote se tient hors de portée. D'autres engins de la classe air-surface, beaucoup plus lourds, de l'ordre de 5 000 à près de 6 000 kg, et dont certains sont propulsés par un turboréacteur, ont une portée de plusieurs centaines de kilomètres; ils remplissent des missions de diversion, d'attaque directe des émetteurs radar ou radio dont les émissions mêmes les guident, etc. La plupart d'entre eux peuvent emporter une charge thermonucléaire.

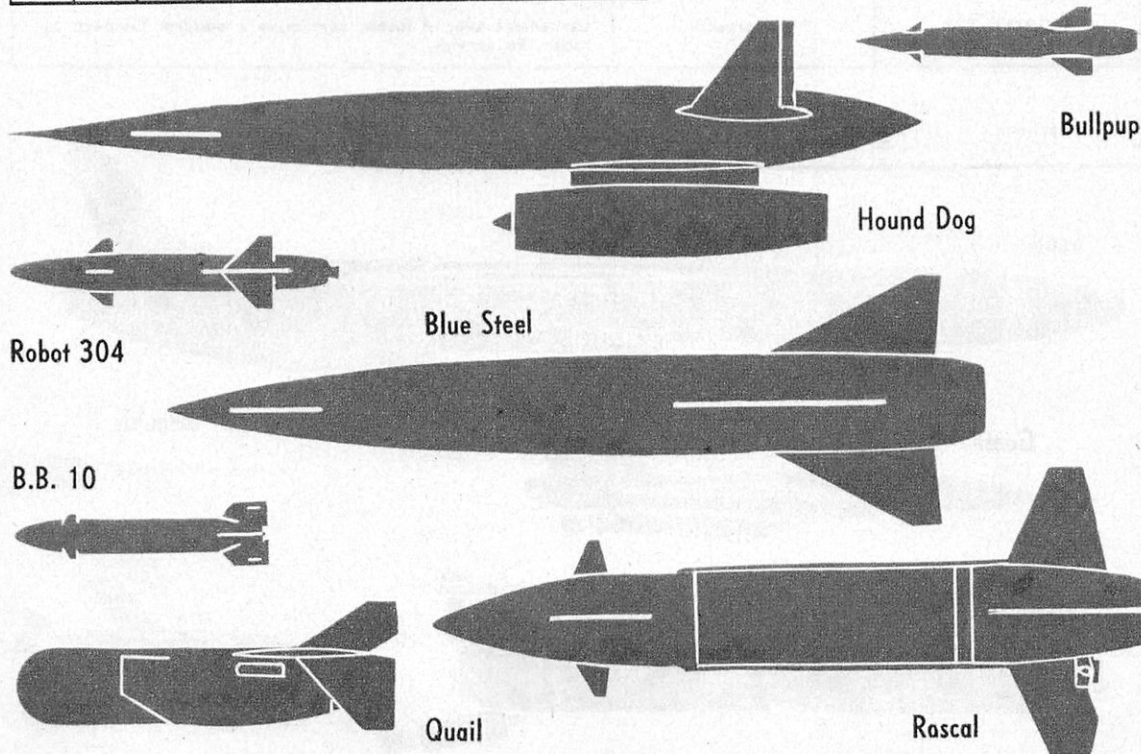
← **LE RASCAL**, que l'on voit peu après son lancement d'un B-52, est destiné à l'attaque des objectifs stratégiques. Son poids est de 6 000 kg, sa vitesse M 1,5 et sa portée de 120 km. Son guidage se fait par inertie ou par commande radio.

NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
FRANCE		
B. B. 10 Sud-Aviation	fusée à poudre	400 kg; transmet une image télévisée de l'objectif permettant le radioguidage.
ÉTATS-UNIS		
BULLPUP Martin	fusée à poudre Aerojet-General	250 kg; Mach 1,8; portée 8 km; radioguidage à vue; en service. Version plus poussée: White Lance.
CORVUS Temco		Engin supersonique à grande portée (plus de 80 km) lancé d'appareils pour porte-avions avec autoguidage passif vers émetteurs d'ondes électromagnétiques.
CROSSBOW Radioplane	1 turboréacteur Westinghouse ou Pratt & Whitney	Engin autoguidé pour l'attaque des bases radar ennemies.
QUAIL Mc Donnell	1 turboréacteur General Electric J 85	Engin pour l'attaque des émetteurs d'ondes électromagnétiques. Construction en fibre de verre pour rendre difficile son repérage par radar.
HOUND DOG North American	1 turboréacteur Pratt & Whitney J 52	5 500 kg; Mach 1,6; portée 560 km; guidage complexe (inertie, repérage sidéral, effet Doppler). Vitesse de lancement et de piqué terminal accrue par fusée auxiliaire. Engin ailé de contre-mesures électroniques lancé par bombardier stratégique et pouvant porter une charge thermonucléaire. En service en 1960.
RASCAL Bell	fusée à kérosène et acide nitrique	6 000 kg; Mach 1,5; portée 120 km; guidage par divers systèmes. Peut porter une charge nucléaire. En service.
GRANDE-BRETAGNE		
BLUE STEEL Avro	fusée à kérosène et eau oxygénée De Havilland Double-Spectre	6 800 kg; supersonique; portée 650 km. Peut porter une charge thermonucléaire. Prochainement en service.
SUÈDE		
ROBOT 304		550 kg; Mach 0,9; guidage par commandement. Peut porter une charge nucléaire; en service.



DEUX BULLPUP sont mis en place sous les ailes d'un appareil de l'U.S. Cet engin de 250 kg qui vole à Mach 1,8 est guidé à vue et a une portée de 8 km. L'Air Force en a commandé une version améliorée.

0 Echelle 4 6 8 10 mètres



SURFACE-SURFACE D'APPUI DIRECT

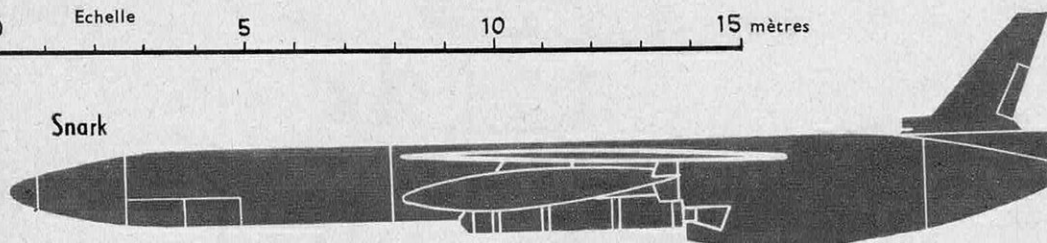
NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
FRANCE MALAFACE Latécoère		Portée 40 km; guidage par radar. En essais pour la marine.
ÉTATS-UNIS HONEST JOHN Douglas	fusée à poudre Hercules	2 700 kg; Mach 1,7; portée 27,5 km; non guidé. Peut porter une charge nucléaire. En service.
LITTLE JOHN Douglas	fusée à poudre	445 kg; Mach 2,6; portée 16,5 km; non guidé; en service. Dérive du précédent.
LACROSSE Martin	fusée à poudre Thiokol	2 260 kg; Mach 2; portée 32 km; guidage par commandement. Peut porter une charge nucléaire. En service.

SURFACE-SURFACE A VOILURE

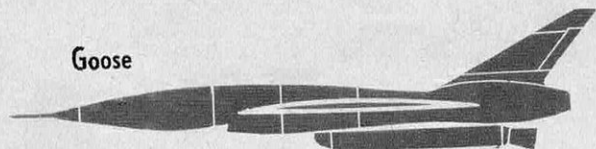
NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
FRANCE S.E. 4200 Sud-Aviation	1 statoréacteur	Lancement sur rampe à 25° avec 2 ou 4 fusées auxiliaires à poudre. 300 kg; Mach 0,9; portée 200 km; guidage par commandement; en service.
ÉTATS-UNIS GOOSE Fairchild	1 turboréacteur Wright J 83	Lancement avec fusée auxiliaire à poudre. 2 270 kg (sans fusée auxiliaire); Mach 1,5; portée 1 600 km. Engin de contre-mesures électroniques, construit en fibre de verre contre le repérage radar. En service.
MACE Martin	1 turboréacteur Allison J 33	Lancement avec fusée auxiliaire à poudre. 8 000 kg (sans fusée auxiliaire); Mach 0,9; portée > 1 000 km; guidage système Atran ou par inertie. En service, successeur du Matador.
REGULUS II Chance-Vought	1 turboréacteur General Electric J 79 avec post-combustion	Lancement avec fusée auxiliaire à poudre. 10 000 kg (sans fusée auxiliaire); Mach > 2; portée > 1 600 km; guidage par commandement puis par inertie. En service en particulier sur les sous-marins atomiques.
SNARK Northrop	1 turboréacteur Pratt & Whitney J 57	Lancement avec 2 fusées auxiliaires à poudre. 22 000 kg; Mach 0,93; portée 10 000 km; guidage par inertie avec repérage sidéral. Engin intercontinental de l'aviation américaine; en service.
SUÈDE ROBOT 315	1 pulsoréacteur	Lancement avec 4 fusées auxiliaires à poudre. Guidage par radar. En service.

0 Echelle 5 10 15 mètres

Snark



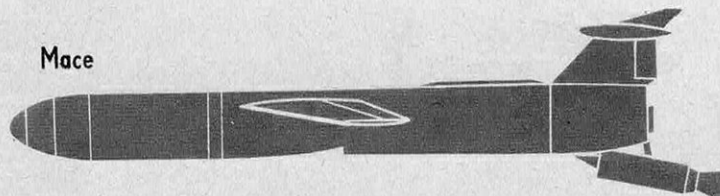
Goose



Regulus II



Mace



Lacrosse

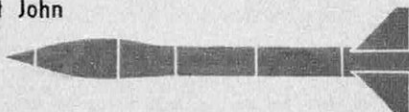
ENGINS SURFACE-SURFACE d'appui direct

CES engins, dont la portée est du même ordre que celle de l'artillerie de soutien classique, doivent être très rustiques, étant destinés à intervenir au voisinage des premières lignes et à être engagés rapidement et efficacement contre des objectifs proches du front. Ils allient la mobilité à une grande puissance de destruction. Ils peuvent recevoir une ogive nucléaire, sauf ceux de faible portée qui se contentent d'une charge explosive de beaucoup supérieure cependant à celle d'un obus d'artillerie même de gros calibre; certains ne sont pas guidés.

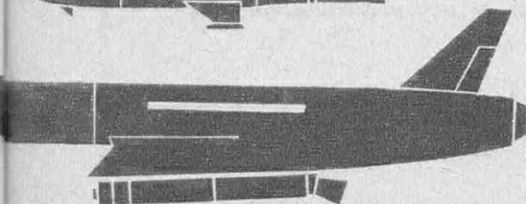
ENGINS SURFACE-SURFACE à voile

CE sont des engins du type bombes volantes de très grand rayon d'action, parmi lesquels le Snark de Northrop représente la seule arme intercontinentale actuellement en service dans l'Air Force américaine, avec une portée de 10 000 km. Ce sont en somme de petits avions propulsés par des réacteurs avec pilote automatique. Le principal problème qu'ils posent est celui de la navigation. La formule de guidage préférée semble le système par inertie qui met l'engin à l'abri des effets du brouillage radio que pourrait tenter l'ennemi.

Honest John

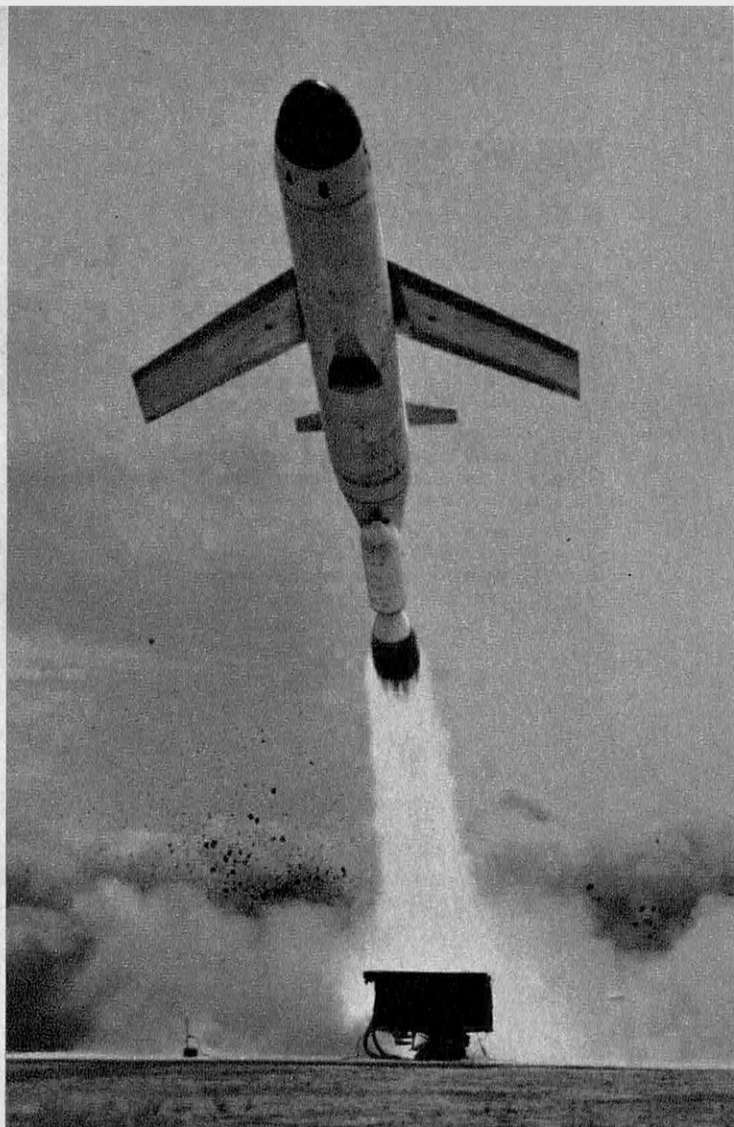
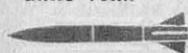


Robot 315



Little John

S.E. 4200

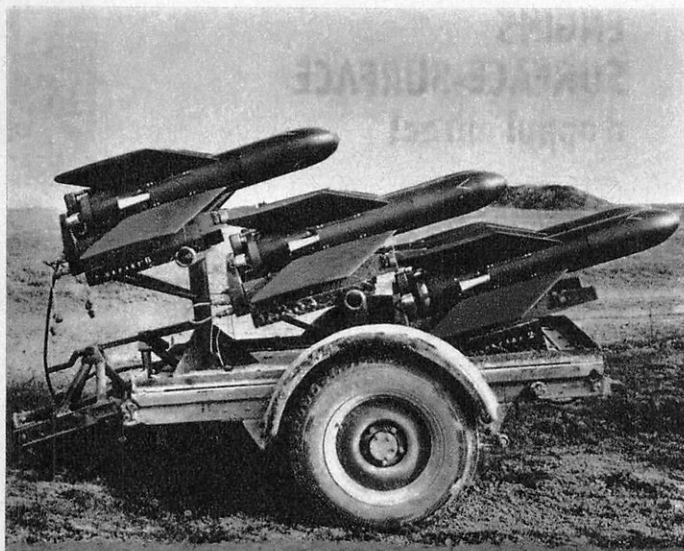


Le départ d'un Mace et d'un Lacrosse ↓



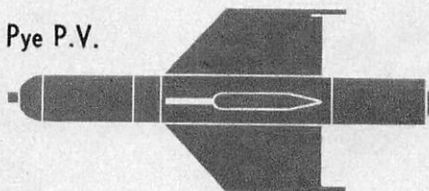
ENGINS ANTI-CHARS

LES engins téléguidés anti-chars sont en service à peu près dans toutes les armées du monde. Leur efficacité est de beaucoup supérieure à celle des armes anti-chars traditionnelles étant donné la grande probabilité d'impact que fournit leur système de guidage à vue sur des buts mobiles et la puissance de leur charge creuse. Dans ce domaine, le succès de l'industrie française a été remarquable avec les SS-10 et 11 qui peuvent être lancés du sol, d'un affût multiple, d'un avion ou d'un hélicoptère. Pratiquement tous les modèles sont guidés par fils transmettant aux gouvernes les impulsions électroniques que le tireur déclenche par la simple manœuvre d'un petit « manche à balai » sur le boîtier de commande dont il dispose tandis qu'il suit les mouvements du but à atteindre et la trajectoire de son engin à l'œil nu ou à la binoculaire.

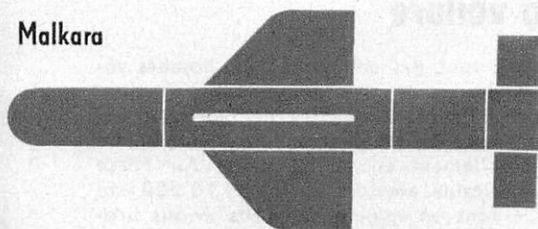


SS-11 sur affût multiple

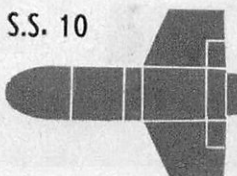
Pye P.V.



Malkara



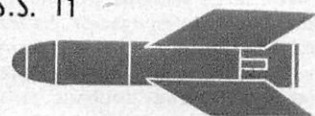
S.S. 10



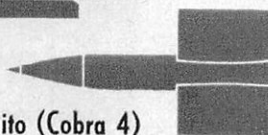
V. 891



S.S. 11



Mosquito (Cobra 4)



NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
FRANCE		
S.S. 10 Nord-Aviation	fusée à poudre	15 kg; 300 km/h; portée 1,5 km; guidage à vue par fils; charge creuse; en service dans plusieurs pays.
S.S. 11 Nord-Aviation	fusée à poudre	28 kg; 690 km/h; portée 3,5 km; guidage à vue par fils; charge creuse; en service. Peut être lancé, comme le précédent, d'un aéronef lent ou d'un navire.
S.S. 12 Nord-Aviation	fusée à poudre	Dérive des précédents, poids et portée accrus.
AUSTRALIE		
MALKARA	fusée à poudre	90 kg; 440 km/h; portée 2 km; guidage radio; en service.
GRANDE-BRETAGNE		
P. V. Pye	fusée à poudre à 2 étages	36 kg. Guidage à vue par fils. En essais.
V. 891 Vickers	fusée à poudre	18 kg. Guidage à vue par fils; charge creuse.
SUISSE		
COBRA Oerlikon	fusée à poudre	12 kg; 300 km/h; portée 1,8 km; guidage à vue par fils; charge creuse; en service. Le type 4 (Mosquito), en essai, a un poids de 10 kg et une portée de 2 km.

L'AMERIQUE

DU

SUD



**45 jours de
croisière**

BRÉSIL URUGUAY

ARGENTINE

via : L'ESPAGNE
LE PORTUGAL
MADÈRE
LES ILES CANARIES

Prix
à partir
de frs :
455.000

Pour tous renseignements :

PARIS - 3, Bd Malherbes
Tél. : ANJou 08-00

Aux agents et représentants
de la Compagnie ainsi
qu'aux agences de voyages

Studio Sartony

COMPAGNIE
MARITIME
DES
CHARGEURS
RÉUNIS



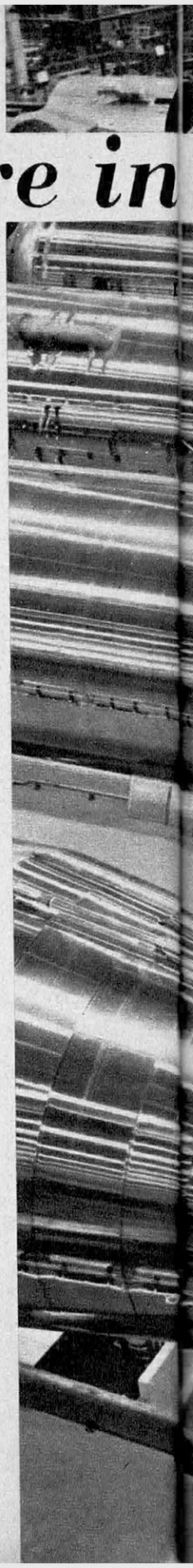
Armes de la guerre in

LES ENGIN BALISTIQUES

RAREMENT deux conceptions se sont opposées davantage que les vues américaines et soviétiques quant au rôle de la précision et de la puissance dans la guerre des engins balistiques.

La conception américaine nous est parfaitement connue d'après les commandes successives de matériel. Les États-Unis ont différé pendant près de dix ans l'étude de l'Atlas parce qu'ils n'estimaient pas disposer d'un moyen de guidage dont la précision fût en rapport avec la puissance, d'abord des bombes atomiques, encore qu'elle fût relativement modeste, puis des premières bombes thermonucléaires. Bien qu'aucun chiffre officiel n'ait jamais été donné pour ces dernières, ceux qu'indique le plus souvent la presse spécialisée ne laissent aucun doute sur le sens de l'évolution, aussi bien pour la première génération d'engins balistiques, Atlas, Titan, Jupiter et Thor, que pour la deuxième, limitée pour l'instant au Polaris et au Minuteman. On sait que l'on évalue conventionnellement une charge nucléaire en poids d'explosif traditionnel (trinitrotoluène) qui donnerait une puissance du même ordre de grandeur. Sur cette base, la charge attribuée aux engins intercontinentaux, était de 3 mégatonnes (une mégatonne est un million de tonnes) pour Atlas et Titan, pesant respectivement une centaine de tonnes; elle est réduite à 1 mégatonne pour les engins intermédiaires Jupiter et Thor, d'un poids d'une quarantaine de tonnes, et finalement aux 100 kilotonnes du Polaris, pesant 13 tonnes, ou à la charge de puissance guère supérieure du dernier né de Boeing : le Minuteman à trois étages. Il est manifeste que les progrès techniques de la propulsion

La chaîne de montage des engins Atlas à San Diego



tercontinentale

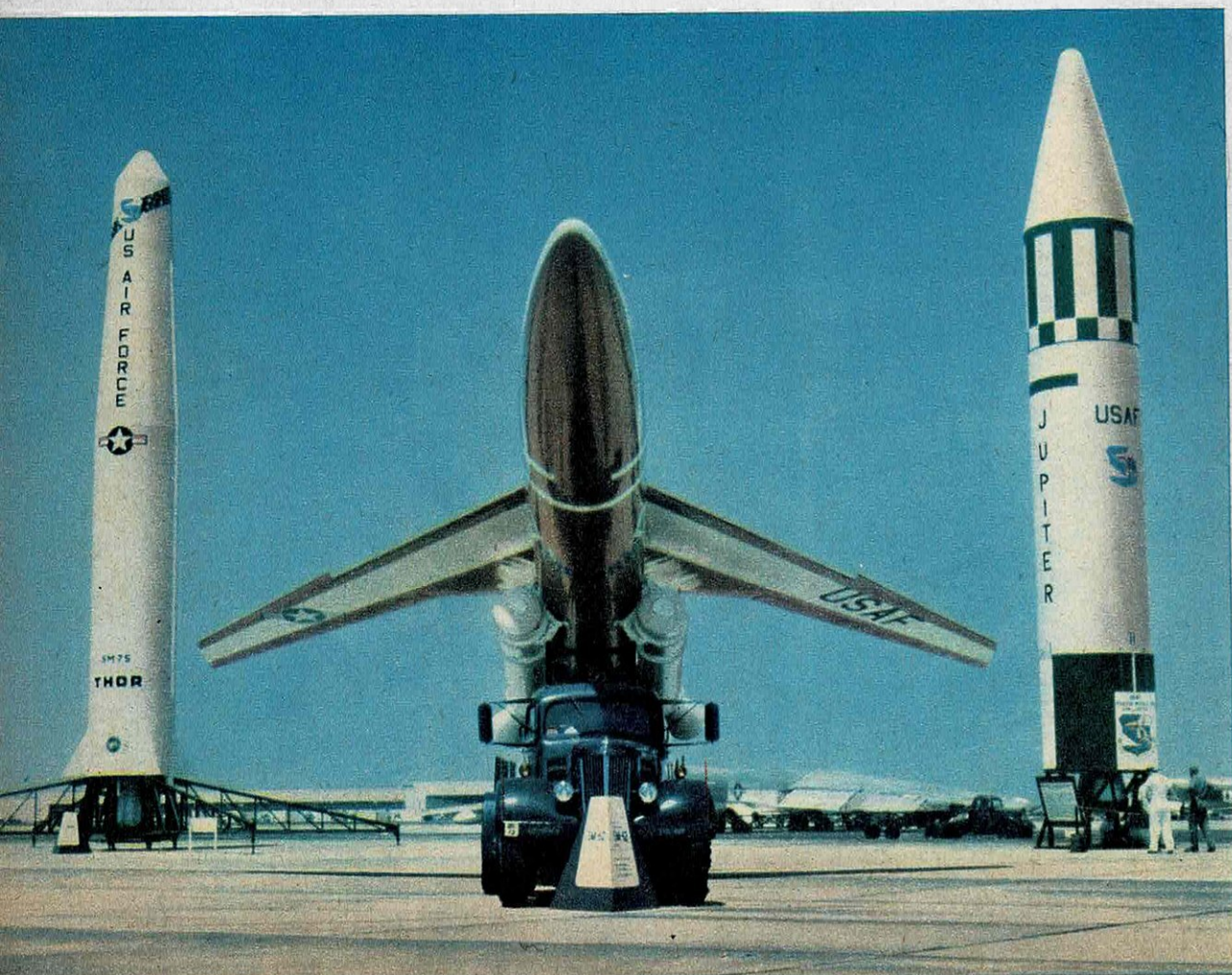


et du guidage aux États-Unis n'ont servi qu'à réduire les poids d'engins et la puissance des charges à mesure qu'on escomptait pouvoir les placer plus près de l'objectif choisi.

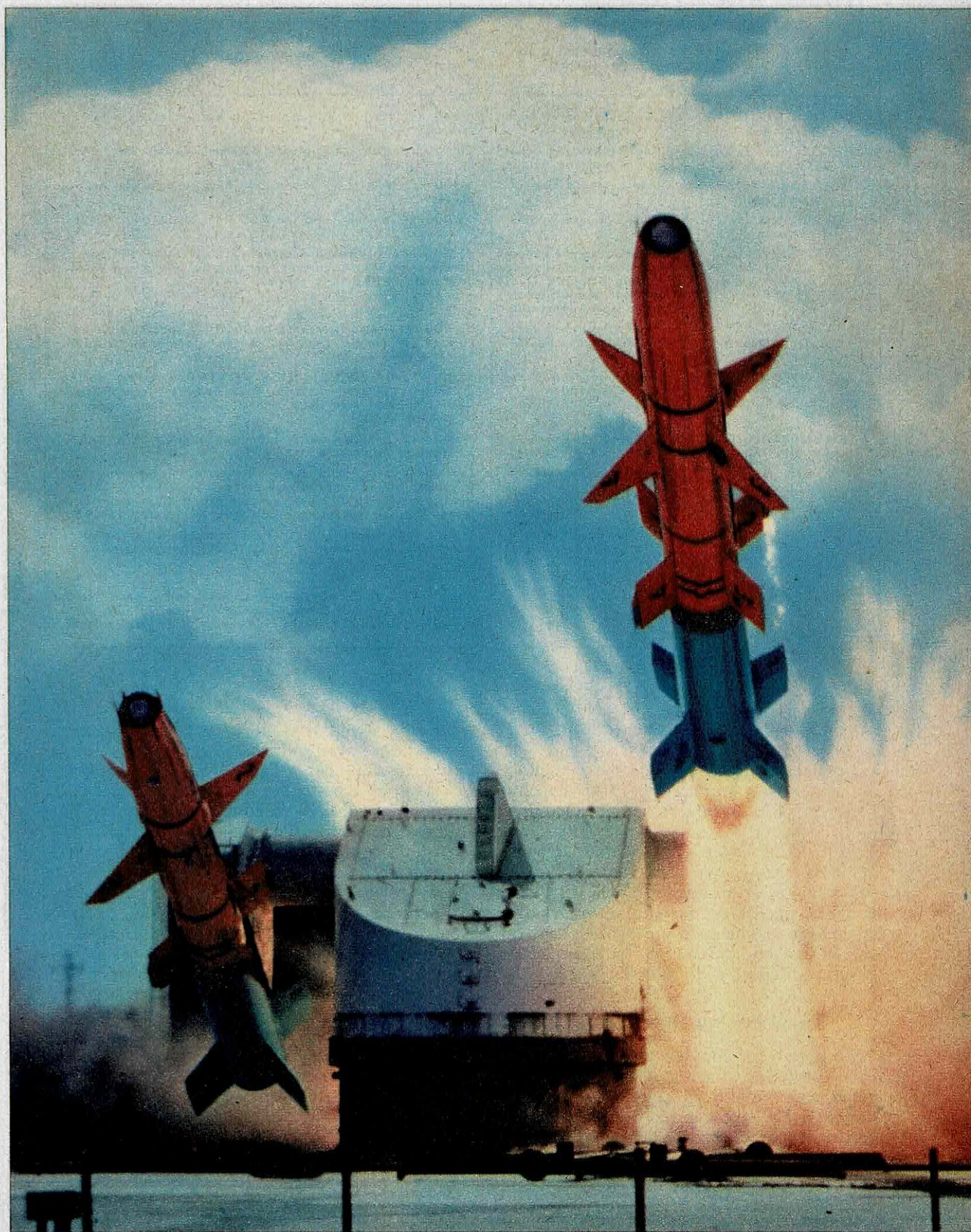
La doctrine soviétique, elle, nous est d'abord connue par les déclarations de la propagande et des dirigeants de Moscou. Lors de sa campagne d'intimidation, au début de 1958, à l'adresse des pays assez imprudents pour accepter l'installation des engins balistiques américains, Radio-Moscou a précisé qu'un seul des engins envoyés par l'URSS contre les rampes de lancement serait capable de détruire en même temps l'ensemble des Pays-Bas ou du Danemark. M. Krouchtchev est intervenu personnellement quelques semaines plus tard dans le débat. Parlant devant des journalistes polonais et se laissant entraîner par son sujet, il révéla que l'URSS

possédait des bombes capables de faire fondre une part importante des glaces de l'Arctique. On ne manqua pas de lui faire observer que la première victime de telles explosions serait l'URSS elle-même, beaucoup plus sensible que la plupart des autres pays d'Europe au relèvement du niveau des mers par la fonte des glaces. La rectification ne tarda pas. Les journalistes polonais avaient mal interprété ses paroles; M. Krouchtchev avait seulement annoncé la possession d'une bombe qu'il ne pouvait expérimenter sur son terrain habituel de l'Arctique — la Nouvelle-Zemble — par crainte d'endommager les villes de la péninsule scandinave.

Si l'engin balistique à charge thermonucléaire peut exécuter de telles destructions, est-il vraiment nécessaire que le point de chute ne s'écarte pas de plus de quelques kilomètres de l'objectif, comme



Les engins balistiques Thor et Jupiter et l'engin Snark à voilure



Lancement d'engins Talos de D.C.A. pour les croiseurs américains

ENGINS BALISTIQUES

NOM DE L'ENGIN CONSTRUCTEUR	PROPULSEUR PRINCIPAL	OBSERVATIONS
CORPORAL (E. U.) Firestone	fusée à l'aniline et acide nitrique	5 440 kg; Mach 3,5; portée 150 km; guidage radar. En service.
REDSTONE (E. U.) Chrysler	fusée Rocketdyne à al- cool et oxygène liquide	20 000 kg; Mach > 5; portée 320 km; guidage par inertie. En service.
SERGEANT (E. U.) Sperry Rand	fusée à poudre Thiokol	5 440 kg; Mach 3,5; portée 340 km; guidage par inertie. En service.
PERSHING (E.U.) Martin	fusées à poudre Thiokol	15 000 kg environ; portée 800 km (MRBM). A l'étude.
JUPITER (E. U.) Chrysler	fusée Rocketdyne à kéro- sène et oxygène liquide + fusée à poudre Thio- kol pour propulsion de l'ogive après séparation	47 500 kg; vitesse de rentrée de l'ogive 16 000 km/h; portée 2 800 km; guidage par inertie. Engin de portée intermédiaire (IRBM). En service.
THOR (E. U.) Douglas	fusée Rocketdyne à kéro- sène et oxygène liquide.	50 000 kg; vitesse de rentrée 16 000 km/h; portée 2800 km; guidage par inertie. Engin de portée intermédiaire (IRBM). En service.
POLARIS (E. U.)	fusée à poudre Aerojet- General	Engin à deux étages. 13 150 kg; 16 000 km/h; portée 2 800 km; guidage par inertie. Engin de portée intermédiaire (IRBM) pouvant être lancé d'un sous-marin. Doit entrer en service en 1960.
BLUE STREAK (G.B.) De Havilland	fusée Rolls-Royce	45 000 kg; portée 4 600 km. Engin à longue portée (LRBM) à l'étude en Angleterre.
ATLAS (E. U.) Convair	fusée Rocketdyne à kéro- sène et oxygène liquide	Lancement avec deux fusées auxiliaires Rocketdyne non largables. 110 000 kg; vitesse de rentrée de l'ogive 25 000 km/h; portée 10 000 km; guidage actuel type commande- ment. Engin intercontinental (ICBM). En service fin 1959.
TITAN (E. U.) Martin	fusée Aerojet à kérosène et oxygène liquide à deux chambres + fusée à 1 chambre	Engin à deux étages. 100 000 kg, portée 10 000 km; guidage par inertie. Engin intercontinental (ICBM). En développement.
MINUTEMAN (E.U.)	fusées à poudre	Engin balistique de la « deuxième génération ». Trois étages permettant par leur combinaison les formules MRBM, IRBM et ICBM, guidage par inertie. Doit entrer en service en 1962.

l'auraient montré les tirs récents du Thor et de l'Atlas ?

Le débat sur la précision à demander à un tir n'a pas attendu l'apparition des engins thermonucléaires pour s'ouvrir. Depuis des millénaires on entraîne des combattants à abattre leurs adversaires à limite de portée de leurs armes, que ce soient des arcs ou des fusils. Mais le cavalier parthe, qui lançait sa flèche par-dessus l'épaule au cours d'une manœuvre excluant toute précision, n'est-il pas le seul combattant qui ait pu arrêter la Légion à l'époque de sa splendeur ?

Tir précis ou tir sur zone

Le premier théoricien moderne du tir sur zone fut Lazare Carnot. Officier général du génie, sans emploi au cours des années qui suivirent l'avènement de Bonaparte, il présenta sa démonstration sous une de ces formes mathématiques qu'affectionne le sappeur et qui ont le don d'horripiler les collègues dont on met l'adresse en doute. Enregistrant sur son « Journal de siège » le déroulement des tirs avec un grand souci d'exac-

titude comptable, il compara les consommations de munitions du défenseur et les pertes infligées à l'assiégeant; il trouva que les premières étaient hors de proportion avec les secondes; il en conclut que les résultats seraient bien meilleurs si on lançait au hasard, en tir courbe, des projectiles inertes dans le secteur de l'attaque en comptant sur les lois du calcul des probabilités pour en garantir l'efficacité. Restait à exécuter ce tir sans risque pour le défenseur et son matériel. C'était l'affaire d'un mortier de petit calibre, abrité avec ses servants et que l'on eût sorti à chaque coup, après l'avoir chargé et pointé, pour ne l'exposer que les quelques secondes nécessaires au tir. Un tel matériel équipe, depuis la Première Guerre mondiale, toutes les armées du monde; la tactique suggérée par Carnot a été réinventée par les Sino-Coréens d'abord, par le Viet-Minh ensuite, et a tenu en échec les plus puissants tirs de destruction des artilleries et des aviations occidentales.

La défense d'une place n'était pas le seul exemple d'inefficacité du tir précis et de supériorité du tir sur zone. Nous avions repris en 1931 les suggestions de Carnot pour

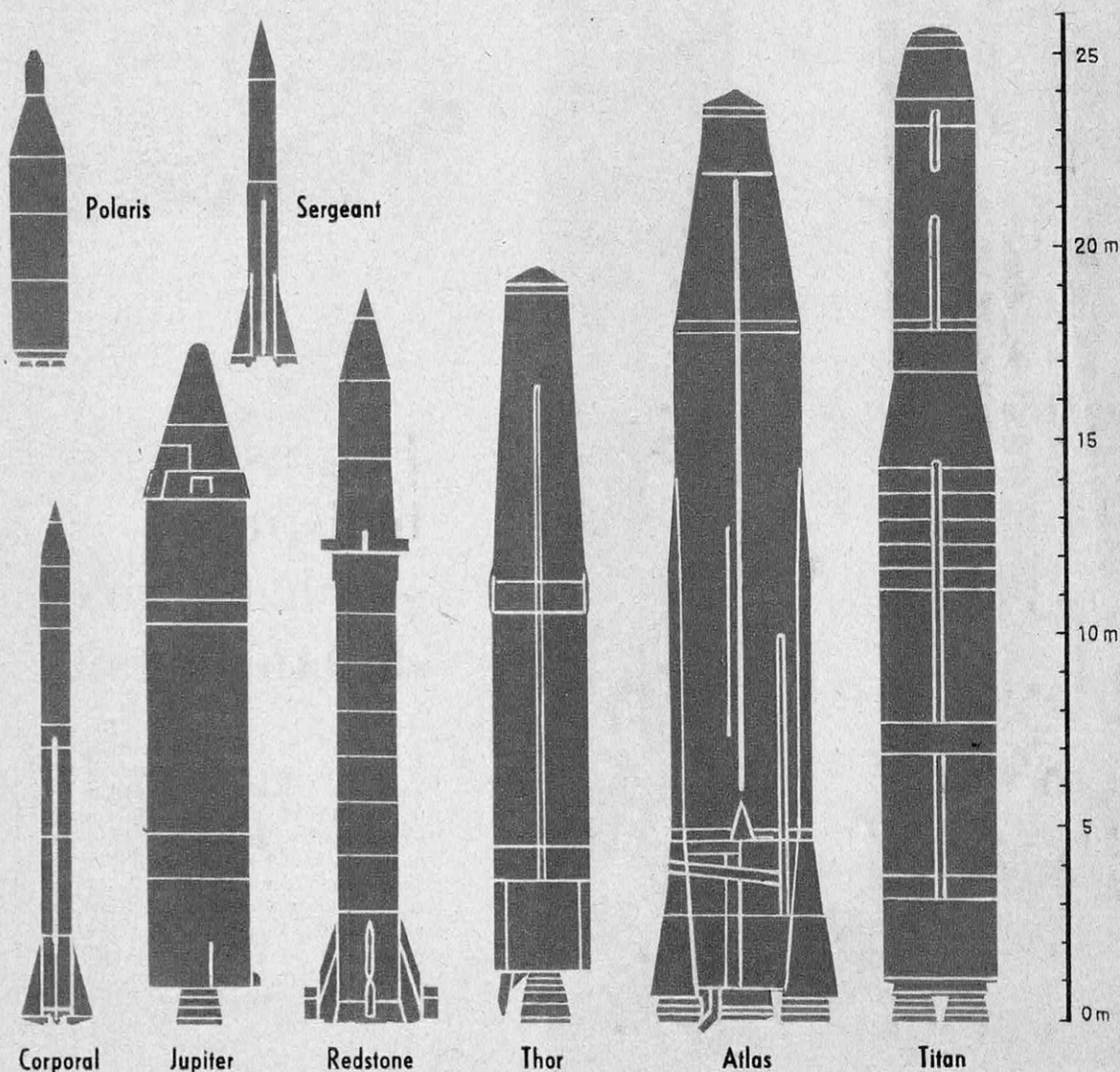
défendre l'aviateur contre le marin qui lui rappelait les deux cents et quelques bombardements aériens à faible altitude du *Geben* échoué aux Dardanelles, sans autre résultat que la mise en pièces d'une embarcation. Fallait-il donc obliger l'avion à descendre encore plus bas pour améliorer la précision de son lancement ? Non, le bombardement sur zone exécuté au plafond des bombardiers de l'époque, dans des conditions où ils échappaient, par temps couvert, aux réactions de l'artillerie de défense, devait donner de meilleurs résultats. Ainsi, chiffrant la proportion des navires qui auraient été atteints par un arrosage de ce genre dans une rade de l'étendue de celle de Toulon, nous avons conclu à l'impossibilité de main-

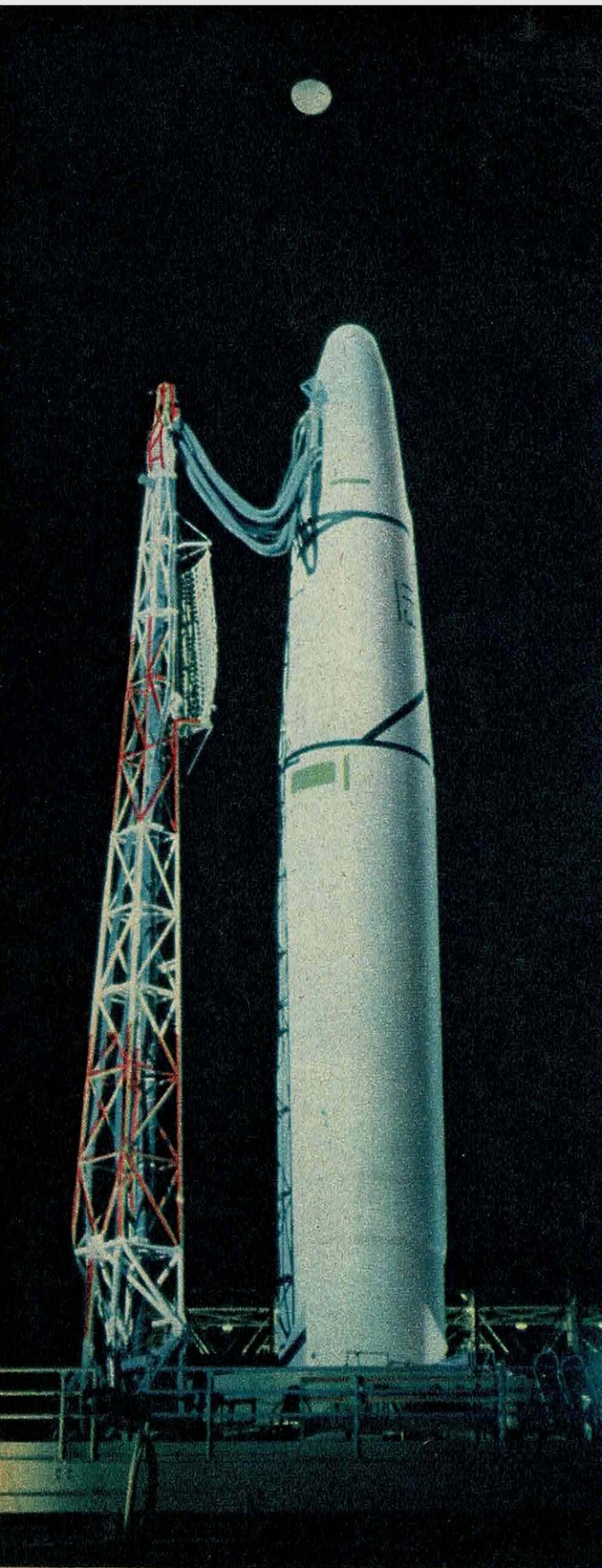
tenir une flotte au mouillage, en Méditerranée.

Les aviations navales se refusèrent cependant, en général, au cours de la Deuxième Guerre mondiale, à conduire leurs attaques au mouillage selon les principes du bombardement sur zone. Les aviations terrestres hésitèrent moins longtemps à transposer aux navires les méthodes qui leur réussissaient contre les objectifs terrestres, et ce fut précisément sur les restes de la flotte française renflouée à Toulon que les Forteresses volantes en démontrèrent l'efficacité.

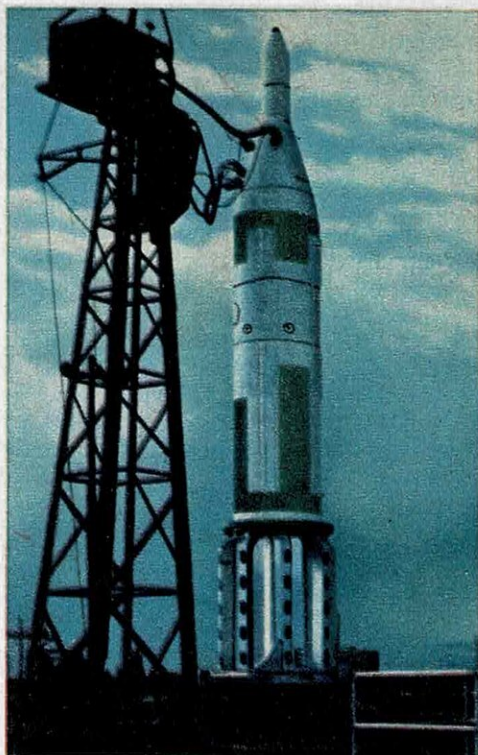
Parvenu au stade de l'engin balistique, le bombardement terrestre peut-il échapper à la même évolution ? Attendre les objectifs camouflés et souterrains, qui échapperont

SUITE PAGE 122





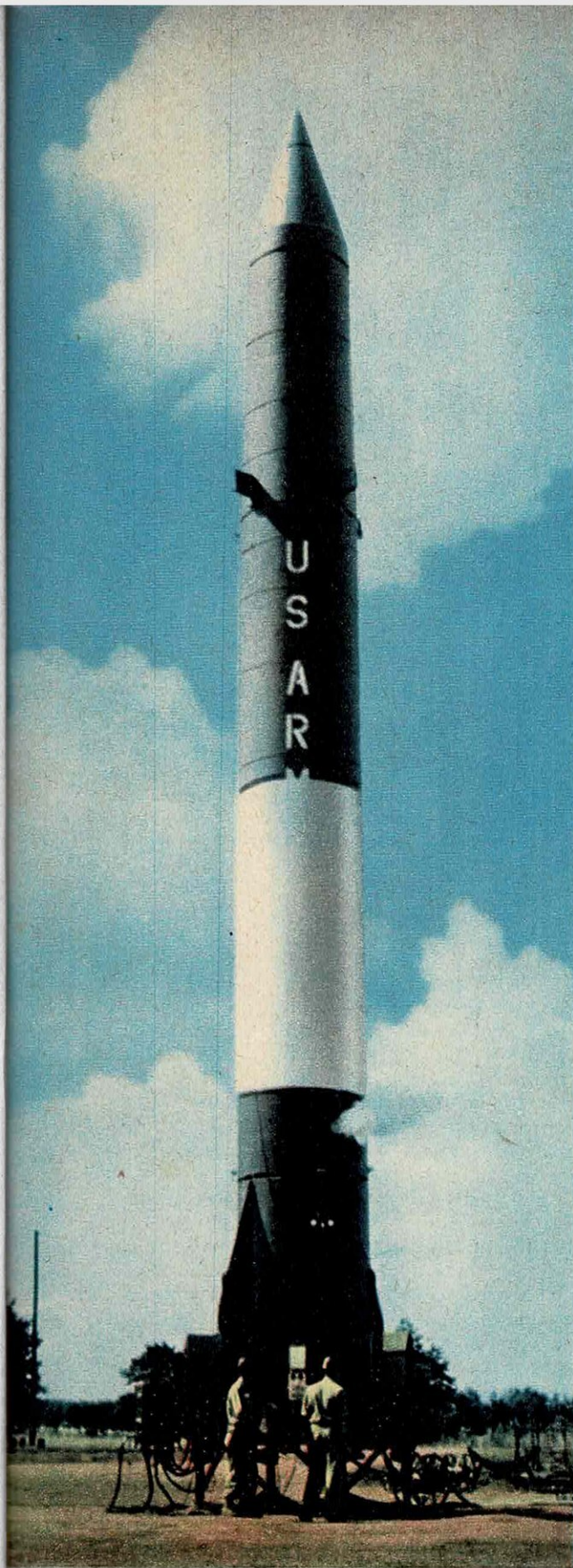
Le « Thor »



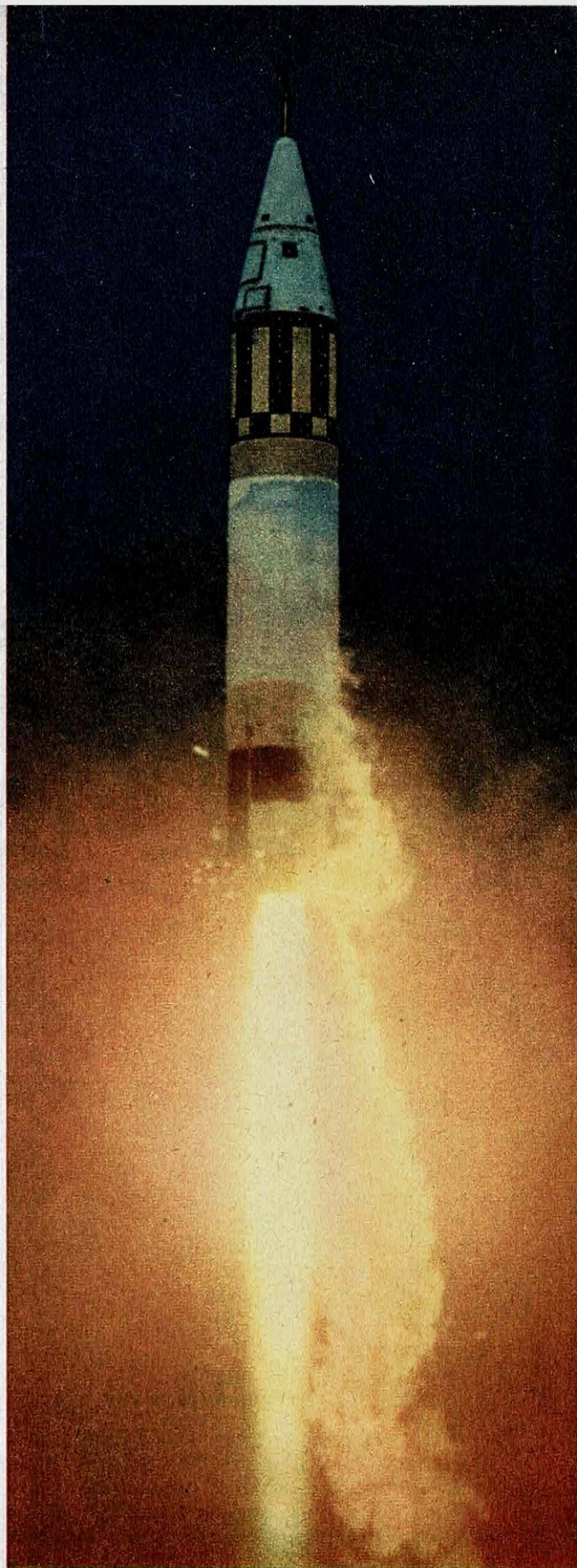
Le « Polaris »

Engins balistiques sur leurs aires de lancement

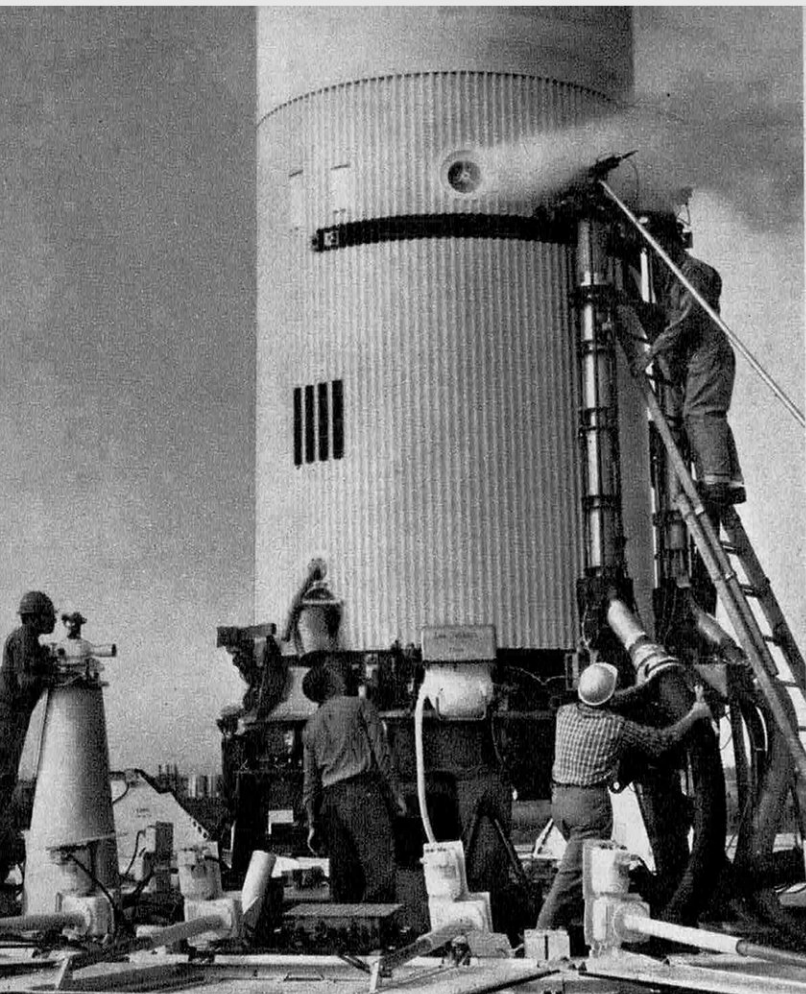
LE premier à droite est un Redstone dont la portée ne dépasse pas 320 km et qui équipe déjà depuis deux ans les formations spécialisées de l'armée américaine. A gauche est un Thor, portant à 2 800 km, tel qu'il en a été livré récemment à la Grande-Bretagne, et tout à fait à droite, à la première phase de son lancement, un Jupiter de même portée. En cours de mise au point, le Polaris ci-dessus devra pouvoir être lancé par sous-marin en plongée.



Le « Redstone »



Le « Jupiter »



(D'après Electronics, copyright 1959)

L'engin Jupiter I.R.B.M. porte à 2 800 km

L'ÉTUDE de cet engin a débuté en 1955 et il est maintenant construit en série à raison d'une dizaine par mois. Son propulseur, à kérosène et à oxygène liquide, est presque identique à celui du Thor. Son ogive, la première qui ait effectivement accompli une « rentrée » dans l'atmosphère, est recouverte d'une couche de résines phénoliques et autres qui se décomposent à partir de 450 degrés. Le Jupiter n'exige pas d'aire de lancement fixe et il est transportable sur une remorque spéciale. Un « escadron » de Jupiter compte 650 hommes et est doté de 15 engins dont six peuvent être lancés en un quart d'heure.

← Un théodolite de grande précision, combinant l'optique et l'électronique, sert au réglage de l'orientation des gyroscopes du système de guidage.

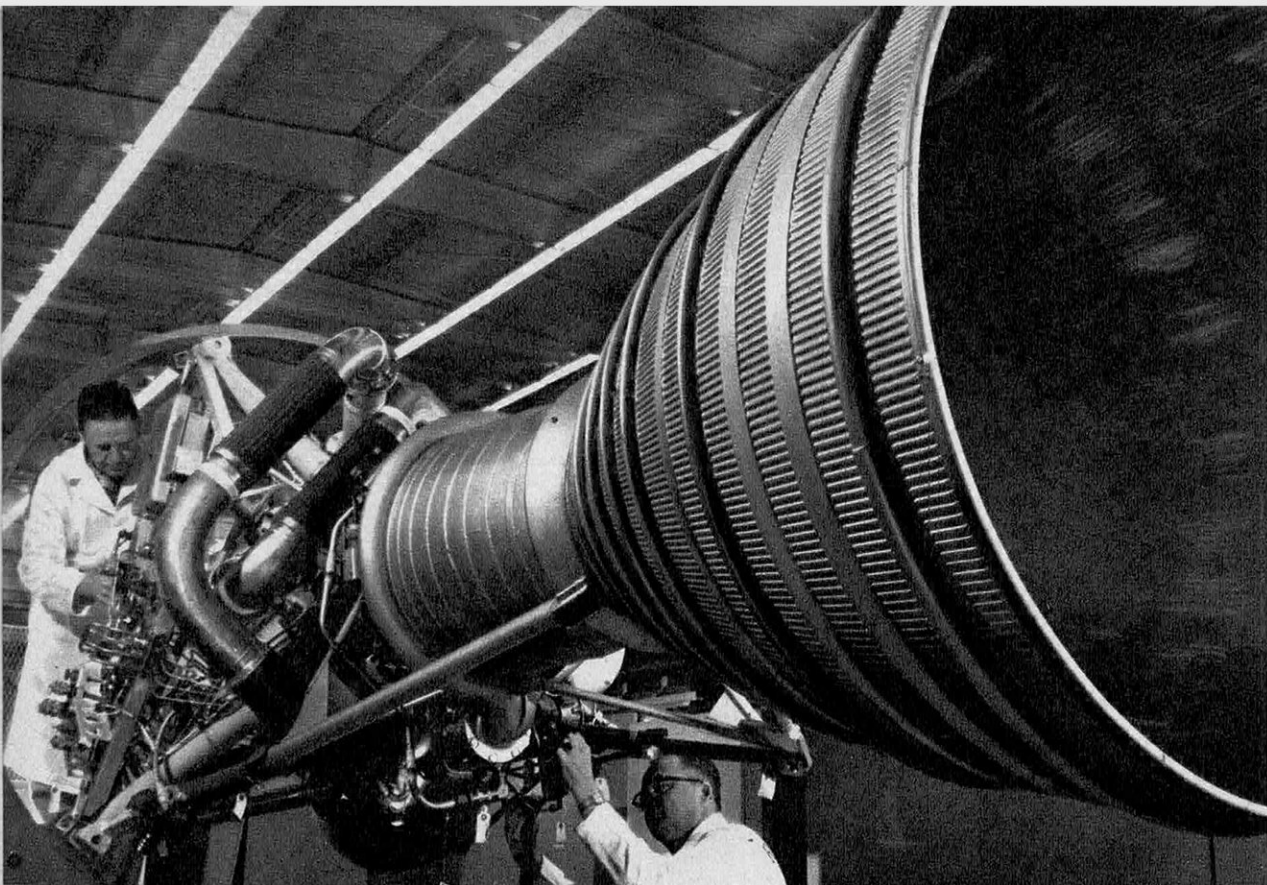
au bombardement par engins des grands centres industriels et démographiques, est beaucoup plus un problème de détection qu'un problème de lancement. Comment repérer l'entrée de l'usine souterraine, des magasins souterrains, et finalement de la base de lancement souterraine qui n'apparaîtra que par une trappe gazonnée d'où s'échapperont, en quelques minutes, assez d'engins thermonucléaires à grande portée pour détruire un adversaire de l'étendue de l'Europe occidentale ? Le problème est aussi insoluble pour le lanceur d'engins que pour l'aviateur.

Le prix des engins et des charges explosives

Pour la première fois dans l'art militaire, les pays armés d'engins balistiques à charge thermonucléaire peuvent prétendre à la destruction intégrale de l'adversaire, quels que soient son éloignement et son étendue. Mais ces armes sont coûteuses. Elles ne tolèrent

pas une erreur de programme qui risquerait de ruiner celui qui y aura recours avant qu'il ait mis l'autre hors de combat. Le premier problème de la guerre nucléaire est d'ordre économique : exécuter pour la défense minimum la destruction la plus complète possible.

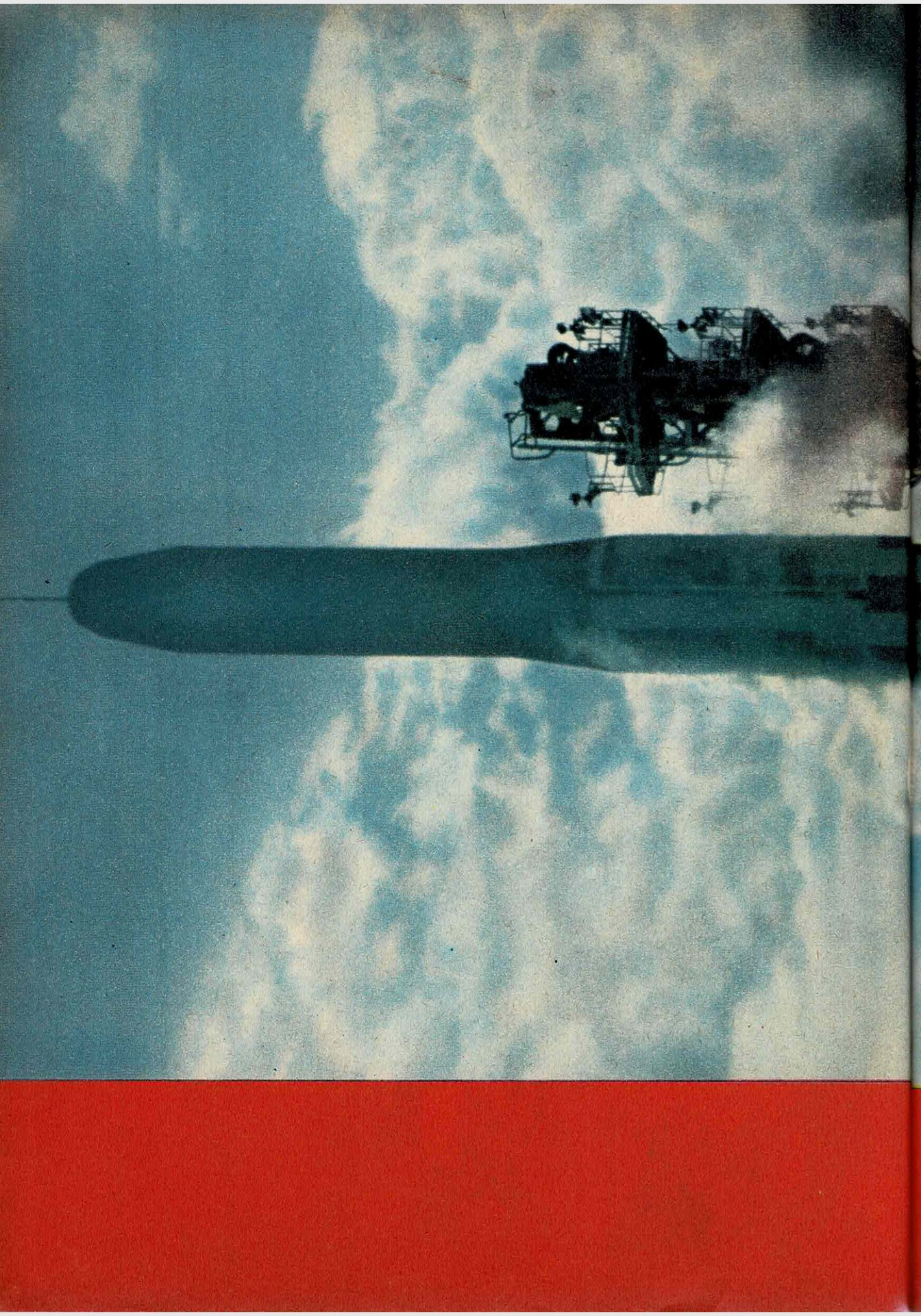
Les premières évaluations du coût des engins balistiques étaient assez rassurantes. Dans une conférence du 16 décembre 1957 devant un auditoire de l'*Air Force Association*, M. J. R. Dempsey, directeur du projet Atlas chez Convair, présentait la première évaluation des prix de série. L'Atlas devait revenir à deux millions de dollars, soit moins que le bombardier de même poids. L'estimation s'abaissait entre un million et un million et demi de dollars pour les engins à portée intermédiaire type Jupiter et Thor. Le Polaris serait probablement un peu moins cher ; les dirigeants de la marine américaine avaient indiqué à plusieurs reprises que l'emploi de la poudre en réduirait fortement le poids et le prix par rapport aux IRBM à

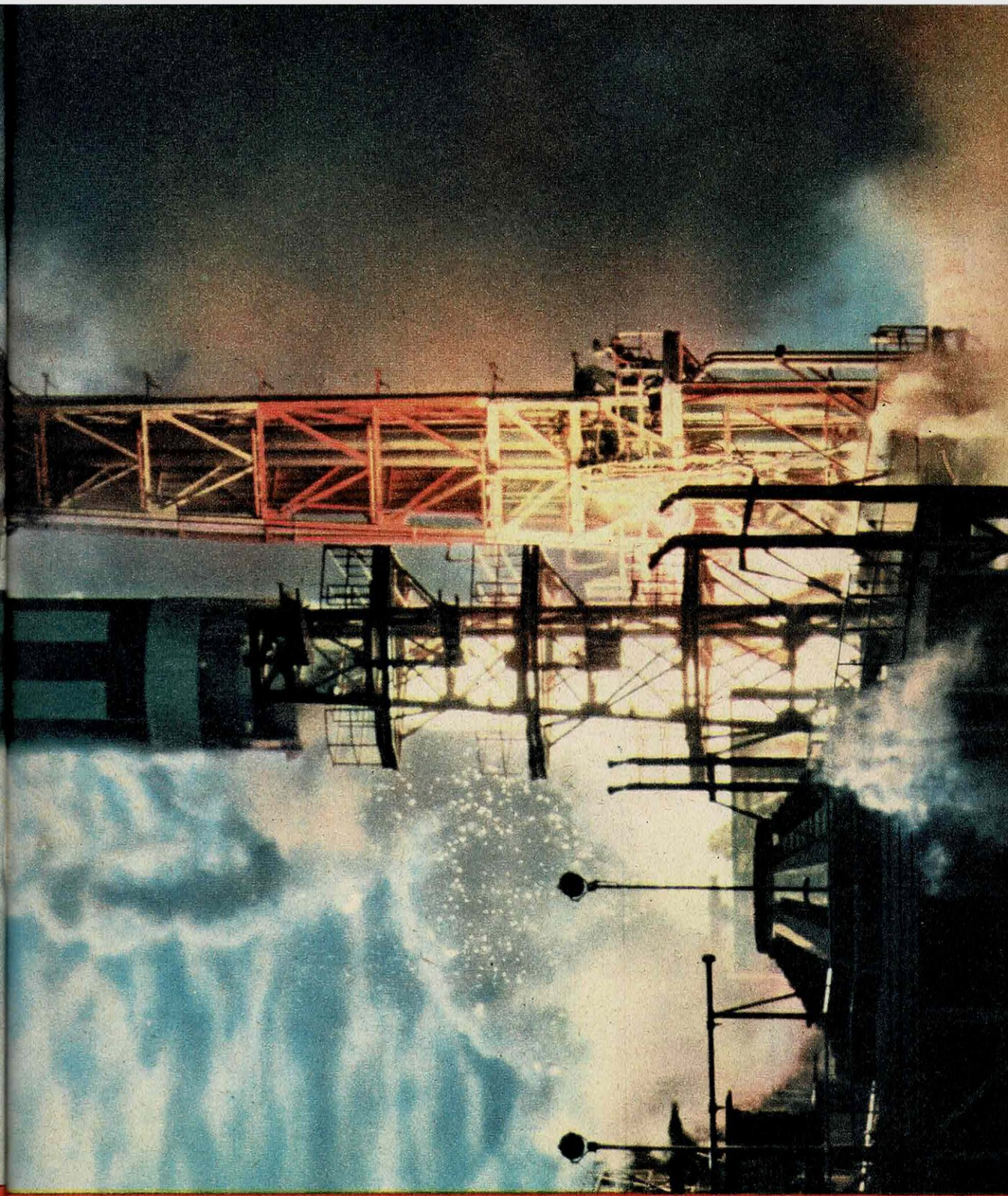


Le moteur-fusée du Jupiter, de 68 tonnes de poussée

Mise en place des moteurs-fusées sur la chaîne des Jupiter







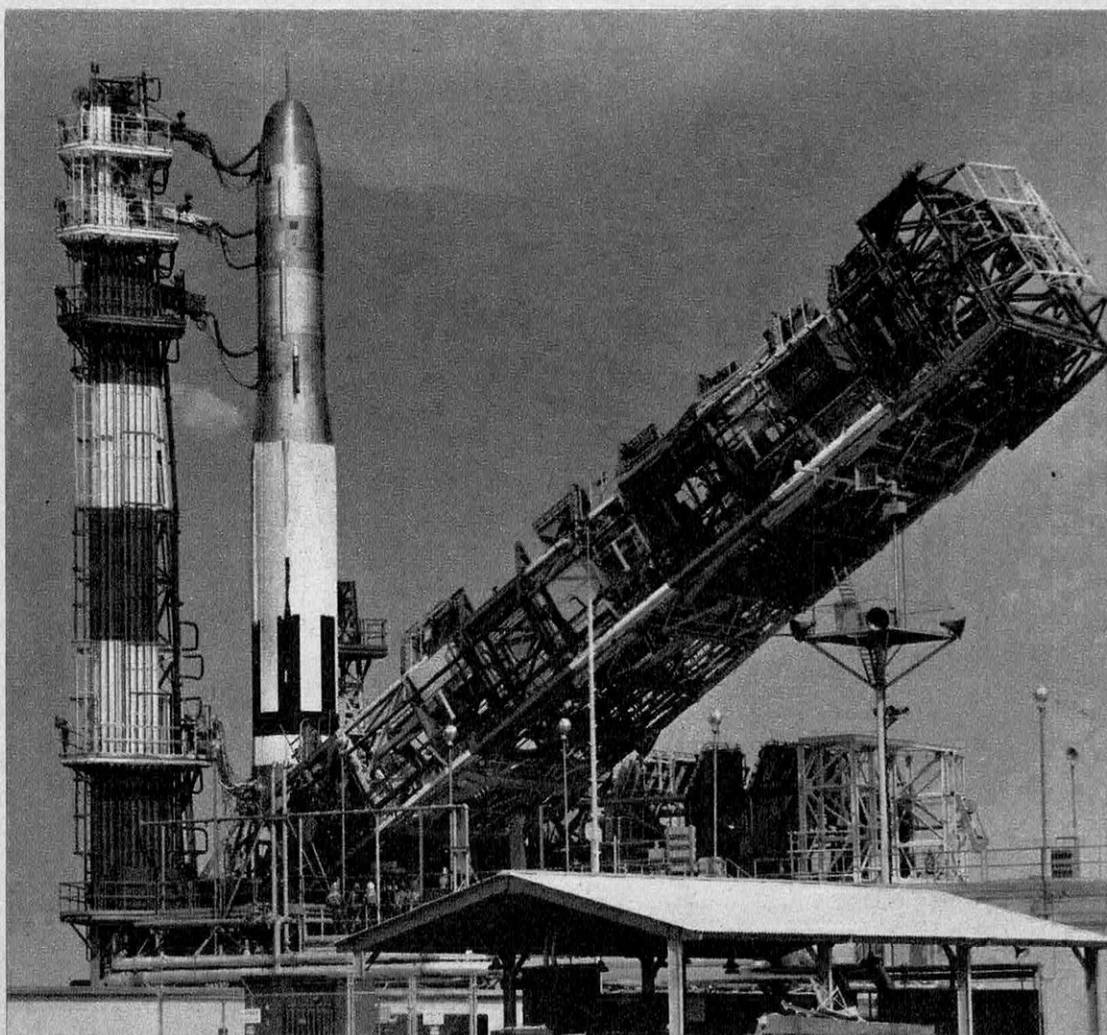
Cap Canaveral :
le départ
d'un engin
intercontinental
Titan de près
de 100 tonnes

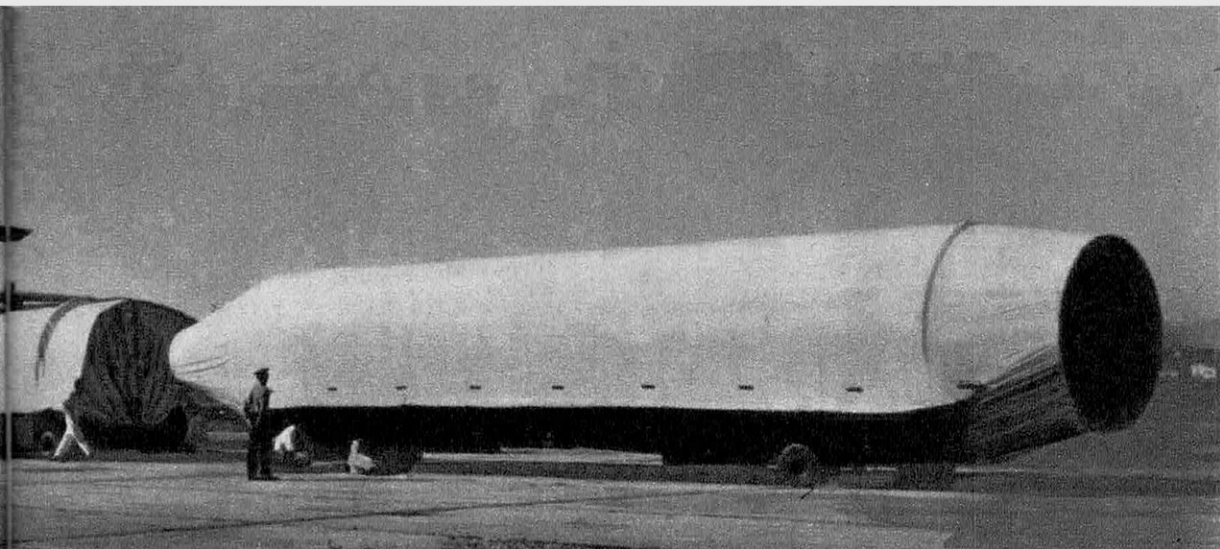


Le Titan, portant à 10 000 km,

Cet engin intercontinental, dont le programme a été lancé après celui de l'Atlas et pour lequel Martin a construit une usine entièrement nouvelle à Denver, mesure 26 m de long avec un poids au lancement de 100 tonnes. Il est à deux étages et, si les tirs expérimentaux se font sur plate-forme au sol, il est destiné à être lancé à partir de bases

Le Titan, dressé sur sa plate-forme par un échafaudage basculant





Un Douglas C-133 livre un Titan de Denver à Cap Canaveral

doit entrer en service en 1960

souterraines. Les propulseurs sont des moteurs-fusées à propergol liquide. Le second étage, qui porte le système de guidage par inertie, s'allume après sortie de l'atmosphère et la vitesse atteinte en fin de combustion est de Mach 15 à 20. Un seul avion de charge, le Douglas C-133 Cargomaster a une soute suffisamment vaste pour le transporter.

combustibles liquides. Les prix indiqués par M. Dempsey ne comprenaient pas la charge explosive, mais celle-ci restait de toute façon beaucoup moins coûteuse que l'engin.

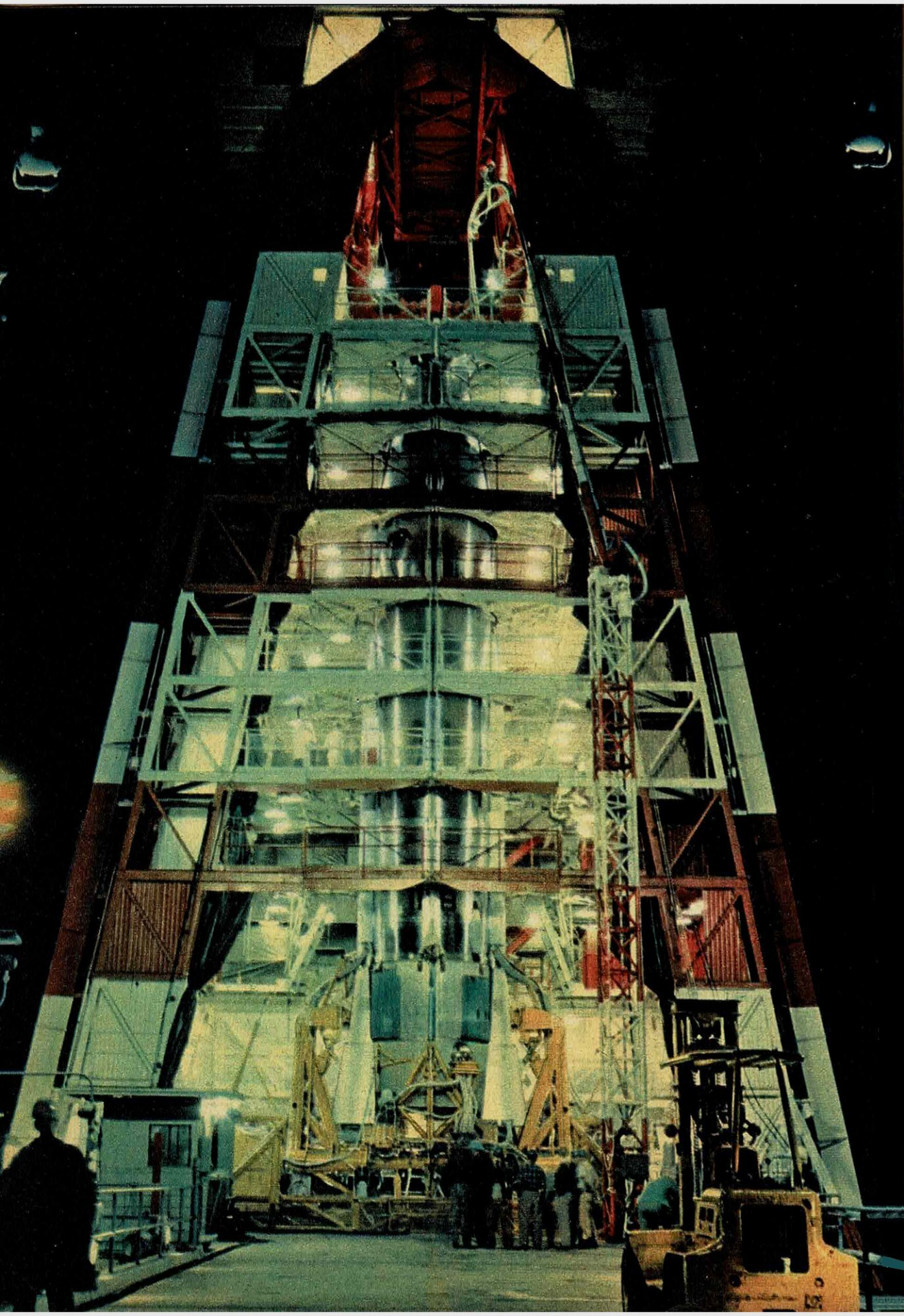
Justifiant dans son message au Congrès du 9 janvier 1959 sa politique d'économies en matière de fabrications militaires, le président Eisenhower a présenté des chiffres beaucoup plus inquiétants. Si les bombardiers les plus récents se payaient « au prix de l'or », les engins revenaient beaucoup plus cher encore : « Le coût global de la mise en service des Atlas, affirmait le président, devait « approcher de 35 millions de dollars l'unité « en place de lancement. » On comprenait mieux, dès lors, pourquoi le budget présenté au même moment ne prévoyait que treize « escadrons » d'Atlas et de Titan, neuf des premiers, quatre des seconds, soit, à une dizaine d'engins en moyenne par escadron, 130 engins intercontinentaux.

D'où vient la différence des estimations ? D'abord des frais d'étude et de mise au point. M. Dempsey n'en tenait pas compte dans une fabrication de grande série ; les répartissant sur une série relativement faible, le président Eisenhower aboutit à un prix de revient très supérieur. Mais l'élément principal omis par M. Dempsey se rapporte aux installations de lancement. Pour la première base souterraine d'engins Titan, celle

de Lowry dans le Colorado, où l'escadron ne comporte que neuf engins dispersés en puits indépendants avec tout un ensemble de postes de contrôle, antennes, etc., escamotables, l'U.S. Air Force vient d'ouvrir au Corps des Ingénieurs de l'U. S. Army, chargé du travail, un crédit de 45 millions de dollars ; il ne s'agit d'ailleurs que d'un début et les 5 millions de dollars par engin pour la base souterraine seront très largement dépassés.

A côté de ces dépenses d'études, d'essais, de fabrication de série et de construction des bases, le coût des charges nucléaires apparaît insignifiant. Depuis l'époque où le Dr Ralph Lapp chiffrait le prix de l'explosion du 1^{er} mars 1954 à un « cent » la tonne de tolite équivalente, soit 140 000 dollars les 14 mégatonnes, de gros progrès ont été faits. L'élément le plus cher est l'amorçage en plutonium ou uranium 235 ; la mise au point des bombes « propres » à charge d'amorçage faible doit en réduire le coût. Les éléments de la bombe « propre », à fusion pure, et plus encore l'uranium naturel ou 238 servant d'enveloppe à une bombe à fission-fusion-fission sont assez bon marché pour que le prix de la charge d'explosif thermonucléaire soit presque indépendant de sa puissance et, de toute façon, faible devant celui de l'engin.

Telle est la caractéristique fondamentale



de l'explosif nucléaire, qui le classe à une place unique en économie énergétique, aussi bien pour les applications militaires que pour les applications pacifiques. L'idée, d'apparence raisonnable, qu'une grosse explosion nucléaire est beaucoup plus coûteuse qu'une petite, oriente dans une voie entièrement fausse toutes les réalisations d'engins offensifs et de programmes défensifs.

Quand un engin revient à 35 000 000 dollars et la charge qu'il porte, quelle qu'en soit la puissance, à 100 000 ou 150 000 dollars, gaspiller, c'est précisément adapter de manière exacte la puissance de la charge à la nature et aux dimensions de l'objectif.

L'explosion thermonucléaire haute

La course à la puissance et au poids des charges et des engins a toutefois prêté longtemps à l'objection classique sur la relation entre la zone détruite et la puissance de l'engin destructeur.

Si l'on s'en tient à l'explosion à faible ou moyenne altitude, quelques milliers de mètres au plus, le rayon de la zone des dégâts produits par le souffle varie comme la racine cubique de la puissance. La bombe de 20 mégatonnes n'étendra ses destructions qu'à une distance dix fois plus grande seulement que la bombe de 20 kilotonnes, donc sur une zone cent fois plus étendue. De ce point de vue, remplacer mille bombes de 20 kilotonnes par une de 20 mégatonnes, c'est réduire le rendement énergétique au dixième.

Les dégâts incendiaires s'atténuent suivant une loi très différente. Si l'on n'avait à tenir compte que de l'étalement des rayons calorifiques en fonction de la distance, le rayon de la zone incendiée varierait comme la racine carrée de la puissance, et sa surface comme la puissance; le même nombre de mégatonnes détruirait une même surface, que les explosions soient petites ou grosses. C'est la même loi qui lie l'éclairement d'une surface donnée à la puissance totale des lampes, quel qu'en soit le nombre.

Mais cette distance est considérablement réduite du fait de l'absorption par

l'atmosphère. Par le temps que les spécialistes qualifient d'« exceptionnellement clair » l'atmosphère absorbe 25 % du flux calorifique aux 3 km où l'on observait les dégâts sévères par incendie à Hiroshima. Par cette même transparence, elle en absorberait 63 % à 10 km et plus de 99 % à 50 km. Aux distances de plus de 20 km, où le souffle des explosions de quelques dizaines de mégatonnes produit encore des dégâts sévères, l'émission thermique n'a donc aucun effet sérieux.

Faut-il conclure que, même si le prix d'une charge thermonucléaire est sensiblement indépendant de sa puissance, son rendement de destruction, lié à l'effet de souffle, baisse rapidement à mesure que cette puissance croît ?

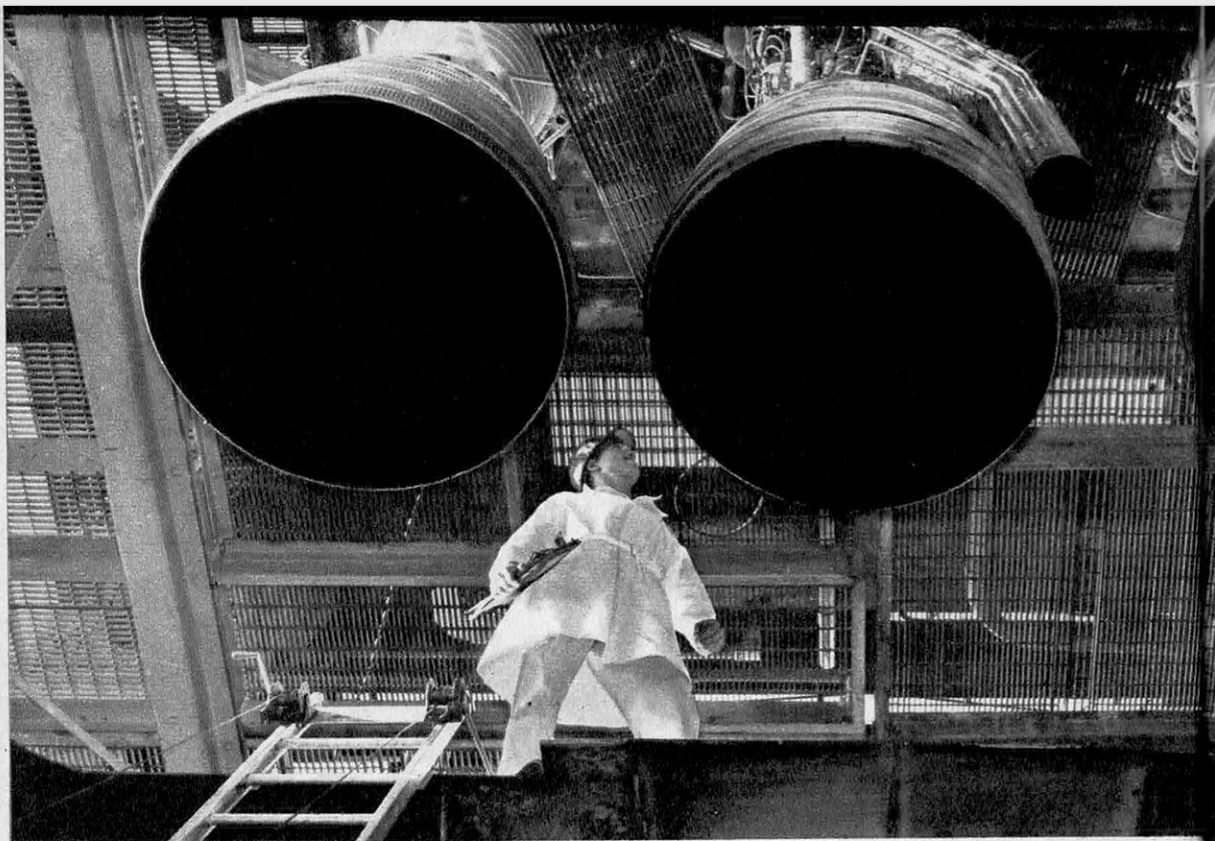
Le recours à l'explosion haute, c'est-à-dire à 30 ou 40 km d'altitude, résout entièrement cette difficulté; l'étendue de la zone incendiée peut être portée à plusieurs dizaines de fois celle de la zone détruite par le souffle. Si, au lieu de faire éclater la bombe à une altitude de quelques kilomètres au plus où les rayons, quasi horizontaux, ont à traverser pendant des dizaines de kilomètres de l'air à une densité voisine de celle du sol, on provoque l'explosion à une altitude de 35 km, dans de l'air cent fois moins dense, les rayons fortement obliques qui parviendront à quelques dizaines de kilomètres de là n'auront à subir en effet qu'une absorption beaucoup plus faible.

De plus, et c'est le facteur principal, l'absorption par l'atmosphère tient avant tout à la teneur en eau, vaporisée ou condensée dans les nuages, et non à l'oxygène et à l'azote de l'air. Or, le cycle d'évaporation et de retombée de la vapeur d'eau s'accomplit dans les basses couches. Si les trois-quarts du poids de l'air se trouvent au-dessous de 10 km, les trois-quarts de la vapeur d'eau se trouvent au-dessous de 4 km et la moitié au-dessous de 2 km. Sur la plus grande partie du parcours des rayons qui atteindront le sol, l'absorption sera négligeable pour la bombe qui explosera à quelques dizaines de kilomètres d'altitude.

L'édition de juin 1957 du règlement américain sur « Les Effets des Armes Nucléaires » précise cette extension des dégâts dus à l'effet incendiaire. Alors qu'au lendemain de l'explosion du 1^{er} mars 1954, l'estimation officielle des premiers fixait à 18 km le rayon de la zone des dégâts « sévères » (effondrement d'immeubles en acier) d'une bombe de 20 mégatonnes, en multipliant par dix les chiffres d'Hiroshima, les dégâts « sévères » par incendie (inflammation presque instan-

← L'Atlas à Cap Canaveral

Les derniers réglages et contrôles du fonctionnement des multiples organes de propulsion et de guidage. Ils sont extrêmement minutieux et s'effectuent sur l'engin une fois qu'il est dressé entre deux échafaudages mobiles qui s'écarteront peu avant le lancement.



Les tuyères géantes des moteurs-fusées de l'Atlas

tanée des matériaux combustibles secs, soit 5 calories au centimètre carré), s'étendaient sur une zone de 62 km de rayon.

Encore cette évaluation exige-t-elle deux corrections.

Le nouveau règlement américain fixe, comme l'ancien, au tiers la part de l'énergie totale qui apparaît sous forme thermique, la moitié passant sous forme mécanique dans l'onde de choc et le reste dans les radiations diverses. Mais, dans le quasi-vide de la haute atmosphère, l'énergie transmise à l'onde de choc est pratiquement nulle. Il faut qu'elle se retrouve quelque part : les lois de sa dégradation veulent que ce soit sous forme de chaleur. La boule de feu de l'explosion haute bénéficiera donc, non pas de 33 %, mais de 83 % de l'énergie libérée par l'explosif. Ce n'est plus à 62 km, mais à 99 km que seront allumés les incendies des matériaux combustibles secs recevant 5 calories par centimètre carré.

La deuxième correction est particulière au bombardement sur zone. Elle suppose la mise en œuvre d'un ensemble d'explosions à peu près uniformément réparties au-dessus du territoire à incendier. On ne doit plus négliger alors l'effet thermique à des distances où chaque explosion, prise isolément, n'en-

verrait qu'une ou deux calories par centimètre carré, car cette quantité de chaleur s'ajoute à celle qui provient des explosions voisines. Dans le cas d'une répartition régulière convenable, la zone détruite est amplifiée dans le rapport de un à quatre; ce n'est plus à une centaine de kilomètres mais à deux cents qu'il faut évaluer le rayon de la zone incendiée par l'explosion de 20 mégatonnes.

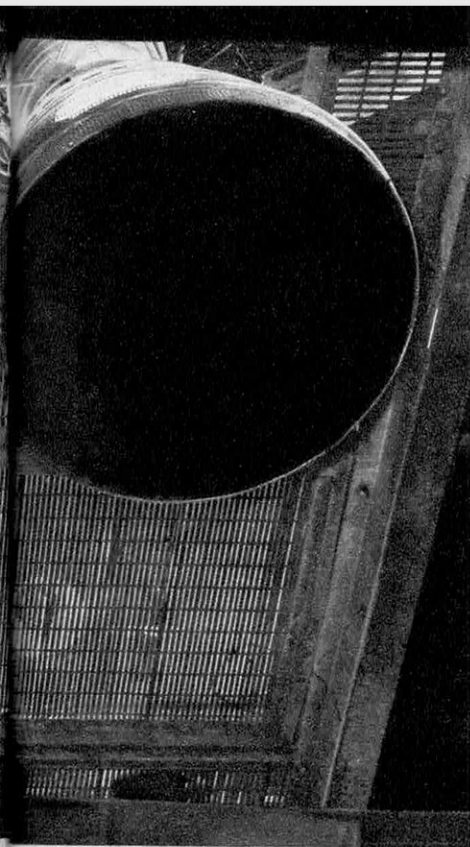
Mais ce n'est certainement pas la limite que l'U.R.S.S. a fixée à la puissance de ses charges explosives.

La destruction par l'incendie

Dès l'instant où l'étendue des incendies permet d'envisager la destruction totale de l'économie industrielle et agricole des plus grands pays, l'opération peut être conduite de deux manières.

La première et la plus naturelle suppose le lancement d'engins de portée graduée pour couvrir à peu près uniformément l'ensemble de l'objectif. Ils iront du Redstone américain et des T-1 soviétiques, dont on évalue fréquemment la portée à 600 km, jusqu'aux IRBM de 2 700 km et aux ICBM de plus de 10 000 km.

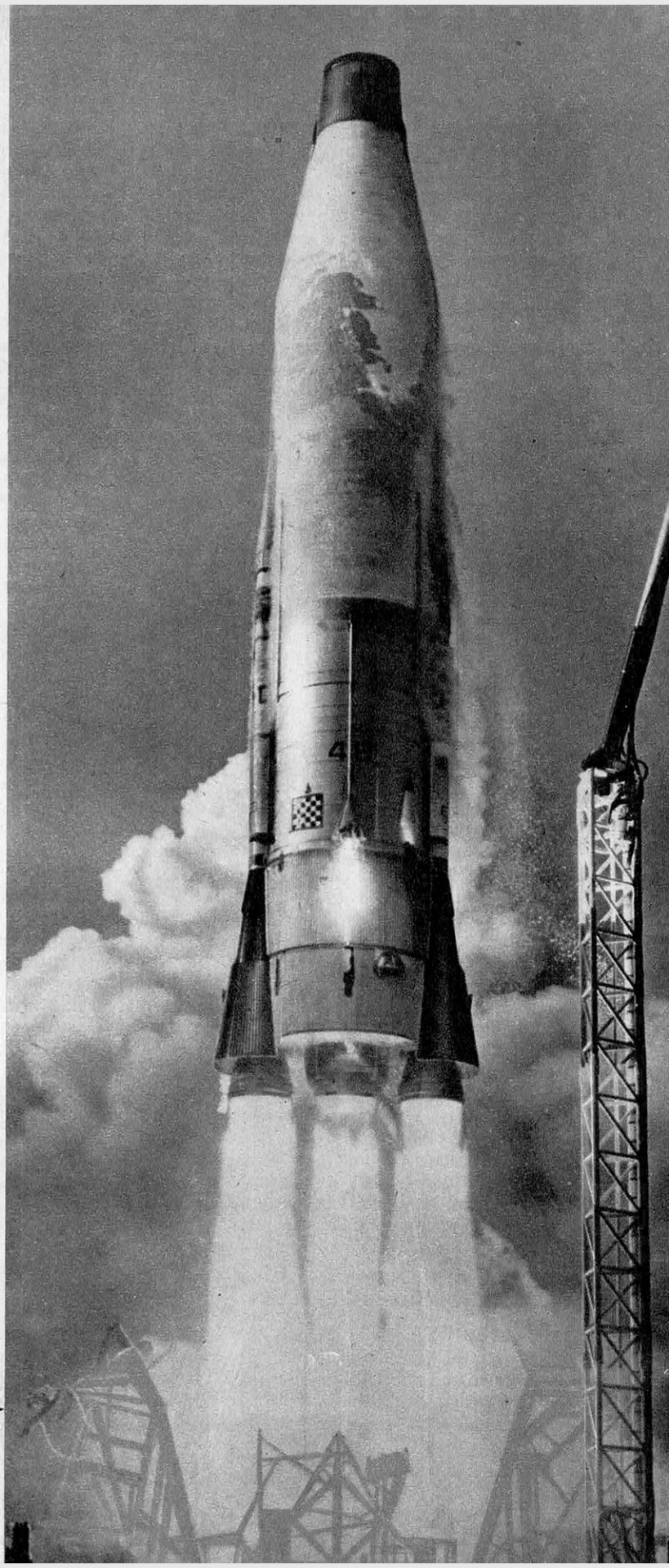
Si la chaleur envoyée au sol par une ex-



Premier engin intercontinental, le Convair Atlas

LONG de quelque 24 m, l'engin mesure 3 m de diamètre et pèse 110 tonnes au lancement, dont près de 100 sont représentées par le combustible (kérosène) et le comburant (oxygène liquide). Les trois fusées sont allumées simultanément au départ et développent une poussée totale de 171 tonnes. Au bout de 3 minutes, les propulseurs latéraux s'arrêtent et le moteur central achève de fournir à l'engin la vitesse prévue. L'ogive, détachée en fin de propulsion, contient une charge nucléaire de 3 mégatonnes. L'Atlas, dont les premiers lancements réussis ont eu lieu fin 1957, doit être opérationnel en 1960. On prévoit 130 I.C.B.M. disponibles fin 1961.

Un lancement d'essai →
sur 3 500 km en août dernier



plosion haute, ou par plusieurs explosions simultanées, y parvient affectée d'un coefficient d'absorption modéré, même à grande distance, une deuxième voie est ouverte. On peut substituer ainsi à un bombardement profond direct en territoire ennemi un bombardement au voisinage de ses frontières avec des charges beaucoup plus puissantes. La chaleur ne se répartira pas uniformément, mais en consentant une émission thermique surabondante avec des engins de portée moindre, on pourra très bien atteindre à grande distance le niveau requis pour l'incendie sans être obligé d'y faire parvenir directement aucun engin.

La destruction à distance de l'Europe occidentale

Le choix entre les deux méthodes pose, dans chaque cas, un problème de recherche opérationnelle dont les données sont la disposition géographique des objectifs et des bases de lancement, le prix et le poids des engins et des charges. Le prix relativement faible de l'explosif justifie une énorme augmentation d'importance de la charge, payée d'une réduction de portée.

Si, en réduisant à quelques centaines de kilomètres la portée de 1 500 à 2 000 km attribuée aux T-2 soviétiques, on peut les charger à quelques dizaines de mégatonnes, la destruction de la plus grande partie de la France pourrait se faire sans qu'aucun engin venant de l'Est tombe sur son territoire. Il suffirait d'un arrosage à très grande altitude, 100 à 200 km, de la Belgique, de l'Allemagne occidentale et de l'Italie du Nord pour incendier Paris, Lyon et Marseille plus économiquement que si l'on bombardait directement la France du Nord-Est et du Sud-Est.

La destruction à distance de l'Europe occidentale, du point de vue soviétique, présente cependant deux difficultés. Elle engloberait d'abord quelques États neutres, dont la Suisse. Mais, surtout, elle ne s'appliquerait pas à la série d'États qui, de la Norvège et de la Grande-Bretagne à la Grèce et à la Turquie sont disposés en un arc de cercle de 8 000 km de développement autour de la Russie d'Europe et de ses satellites.

La destruction à distance de la Russie d'Europe

Vue de l'Ouest, la Russie d'Europe est un cercle de quelque 2 000 km de diamètre, enserré entre ces pinces occidentales que sont le Cap Nord et l'Arménie turque. Pour incendier Moscou avec des engins à portée

intermédiaire, il n'est pas davantage nécessaire de les tirer à leur limite de portée de plus de 2 500 km à partir des Îles Britanniques que, à portée moitié moindre et à charge double, de la Norvège et de la Turquie. À portée deux fois plus faible encore, les tirs à 800 km de distance et 150 km d'altitude sur Léninegrad, Wilno, Dniepropetrovsk, Rostov et Stalingrad seraient tout aussi efficaces. La concentration, au sens géométrique du terme, des rayons calorifiques incendierait suffisamment les objectifs de l'intérieur pendant que la zone au-dessous de laquelle se produiraient les explosions serait surabondamment détruite. Mais les engins tirés à moins de 500 km par des sous-marins opérant en Baltique ou en mer Noire, chargés à plusieurs dizaines de mégatonnes, conviendraient encore mieux.

Si on attribue à chaque explosion de 20 mégatonnes le rayon incendiaire de 62 km du règlement américain, la destruction individuelle de chaque élément d'un objectif aussi étendu que la Russie d'Europe demanderait un millier d'engins, de poids individuel moyen certainement très élevé pour porter une telle charge. Si l'on recourt à l'explosion haute et que l'on bénéficie de son rendement thermique supérieur, contrepartie de son rendement mécanique nul, six cents engins suffisent. Cent cinquante seulement sont nécessaires si les explosions sont simultanées et additionnent leurs effets thermiques à des distances où, individuellement, elles seraient insuffisantes. Enfin, si l'on double la puissance moyenne des charges en réduisant les portées à celles qu'exige l'explosion à très grande altitude dans les zones périphériques, l'opération peut être conduite avec la même efficacité et moins d'une centaine d'engins. Tel est, dans l'état actuel de la technique révélée par les déclarations de M. Krouchtchev sur les charges thermonucléaires trop fortes pour être expérimentées dans les territoires arctiques de l'U.R.S.S., l'effet qu'il pourrait en craindre si on les retournait contre son pays.

Précision ou puissance dans la guerre atomique

Au cours de sa déposition devant les commissions du Congrès américain inquiètes de la position respective des États-Unis et de l'U.R.S.S. dans le domaine de l'engin balistique, M. Neil Mc Elroy, Secrétaire à la Défense, a dû reconnaître que les lancements des Spoutniks et du Lunik faisaient la preuve d'une puissance supérieure des moteurs-fusées soviétiques. Mais, a-t-il ajouté, les

moteurs-fusées américains suffisent largement pour établir un engin intercontinental : les succès de l'Atlas et du Titan l'ont confirmé.

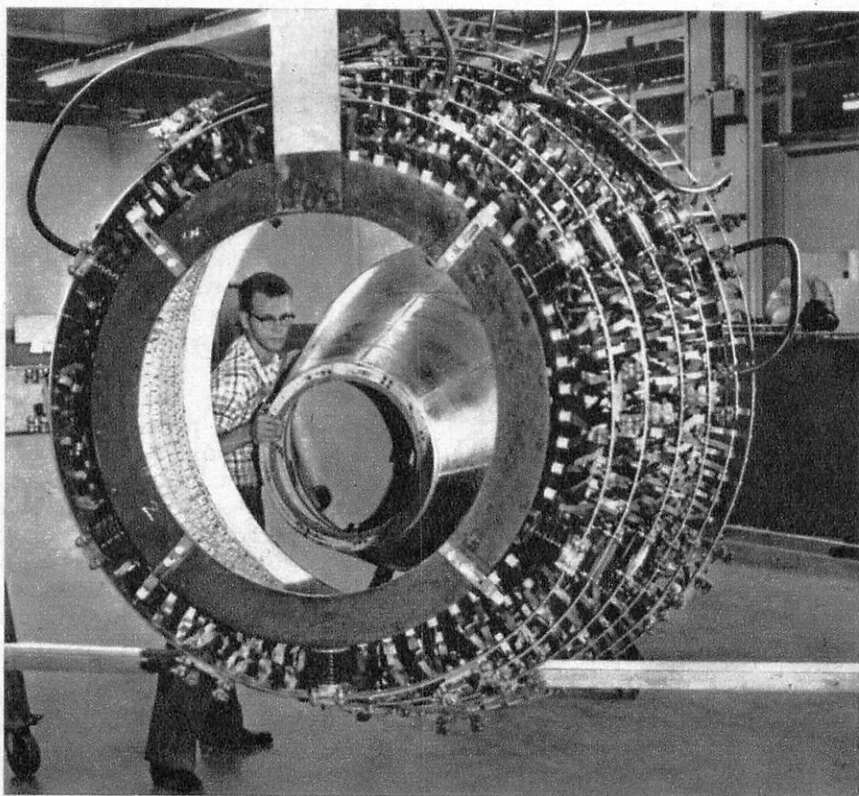
S'ajoutant à l'abandon des engins intermédiaires au profit des engins intercontinentaux, à l'installation de la première base de Titans dans le Colorado, distant de 12 000 à 14 000 km des centres industriels de l'Oural et de la Sibérie, au remplacement prévu de l'Atlas et du Titan par un Minuteman deux fois plus léger, porteur d'une charge beaucoup moins puissante, la déclaration de M. Mc Elroy révèle le mépris complet que la doctrine d'emploi américaine des engins balistiques professe à l'égard de la puissance.

A en juger aussi bien par les déclarations soviétiques que par le poids des Spoutniks, la doctrine et les programmes d'engins soviétiques reposent sur des principes exactement contraires. Sans qu'il soit nécessaire d'attribuer aux moteurs-fusées de ces matériels des performances exceptionnelles, la différence des poussées permet d'évaluer la charge explosive des engins intercontinentaux soviétiques à deux ou trois fois au moins celle d'un Atlas ou d'un Titan et à dix

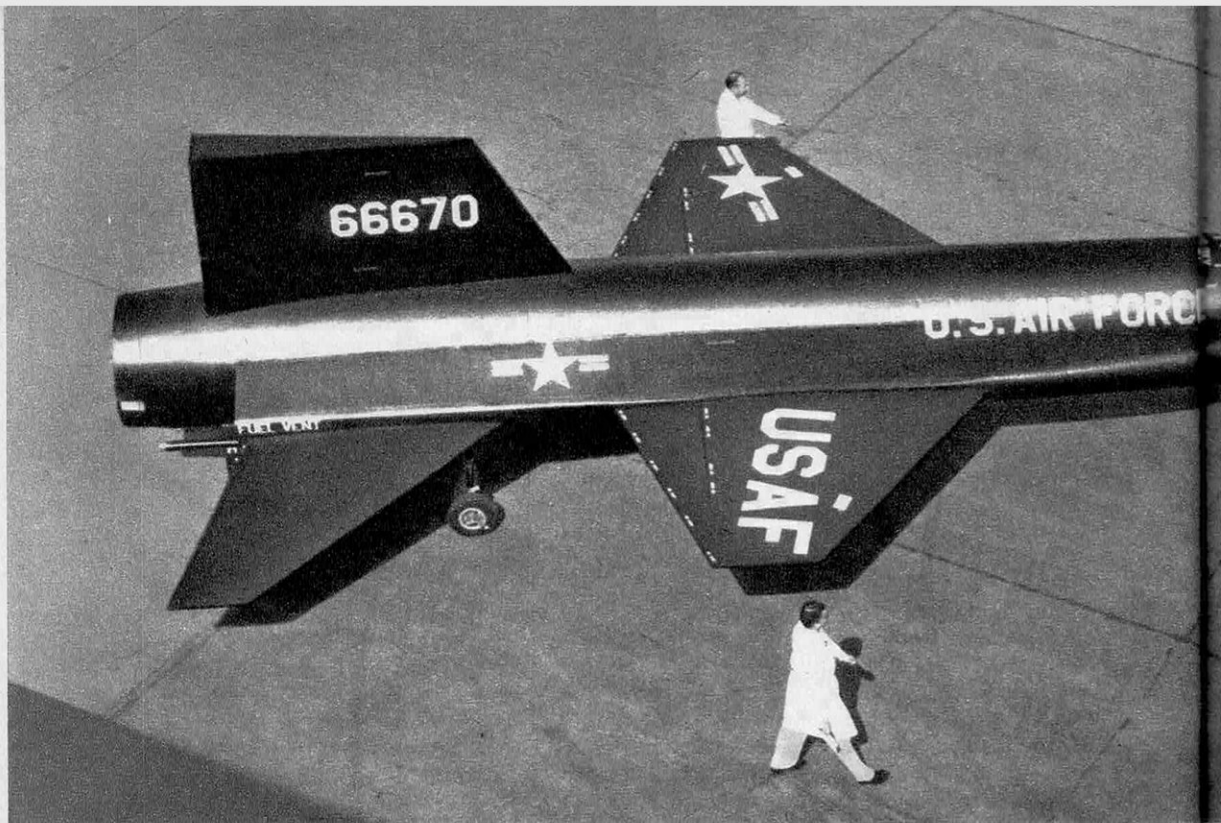
fois celle d'un Minuteman. Cependant, si les États-Unis ont décidé d'abriter leurs Titans dans les défilés des Montagnes Rocheuses, rien ne laisse croire que l'U.R.S.S. les imite en plaçant ses T-3 dans le Pamir ou les monts Altaï. Pendant qu'un Titan devra franchir 11 000 km pour atteindre Moscou, les bases soviétiques du détroit de Behring seront à 4 500 km de San Francisco, à 5 000 ou 6 000 km de Chicago ou de New York. A ces portées et pour un même poids au départ, on peut doubler la charge utile par rapport à celle d'un engin américain de rendement équivalent tirant sur la moyenne des objectifs de l'U.R.S.S.

Dix engins intercontinentaux soviétiques basés sur les côtes du détroit de Behring valent quarante Atlas ou deux cents Minuteman dans le Colorado. La solution soviétique de la guerre atomique consommerait dix ou vingt fois plus d'explosif thermonucléaire que la solution américaine, mais, au prix des gyroscopes et des accéléromètres, serait dix ou vingt fois meilleur marché.

Camille ROUGERON



Four circulaire pour l'étude des cônes de rentrée des Redstone.



premier pas vers

ENTRE l'astronautique et l'aéronautique, la frontière va-t-elle s'effacer ? L'avion piloté, jusqu'ici lié à l'atmosphère, va-t-il concurrencer l'engin pour le placement des satellites sur leurs orbites et la conquête de l'espace ? Sans doute est-il prématuré de répondre à ces questions pourtant d'actualité brûlante alors que de nombreuses équipes de savants et d'ingénieurs s'efforcent d'ouvrir à l'avion un nouveau domaine, celui des grandes altitudes, des vitesses hypersoniques et des trajectoires balistiques. Ils se heurtent là à des problèmes entièrement nouveaux, multiples et redoutables.

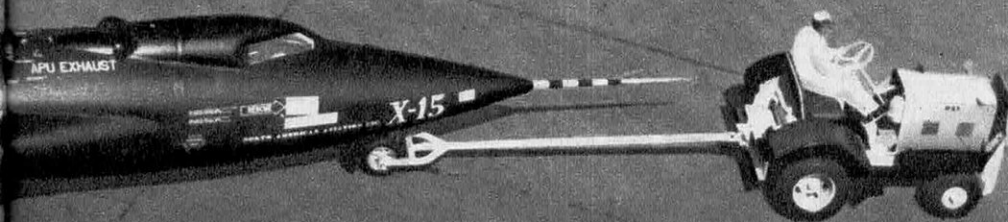
Déjà on entrevoit les solutions. L'avion spatial sera propulsé par fusées. Celles que l'on construit développent déjà des poussées de plusieurs dizaines de tonnes, suffisantes pour lancer un aéronef et son pilote à 300 ou 400 km de la surface terrestre, bien au-delà de l'atmosphère dense. Mais comment cet aéronef se comportera-t-il au retour, lorsque, à quelque 25 000 km/h, il abordera l'air dense

qui le freinera et, en le freinant, élèvera son revêtement à une température où les matériaux seront portés au rouge vif et où la structure risquera de se désintégrer, si même l'aéronef tout en entier n'est pas volatilisé.

L'échauffement cinétique n'est pas le seul obstacle à vaincre, encore qu'il soit le plus préoccupant. Le pilote sera soumis à des accélérations intenses au cours des phases de propulsion et de freinage et aussi lors des virages serrés de sa descente spirale vers le terrain d'atterrissage. Il ne lui faudra pas seulement survivre, mais être capable, malgré les forces d'inertie qui écraseront son corps sur son siège et plaqueront ses bras sur leurs appuis, de conserver le contrôle du vol, d'observer les instruments, de régler la poussée de la fusée, d'agir sur les commandes.

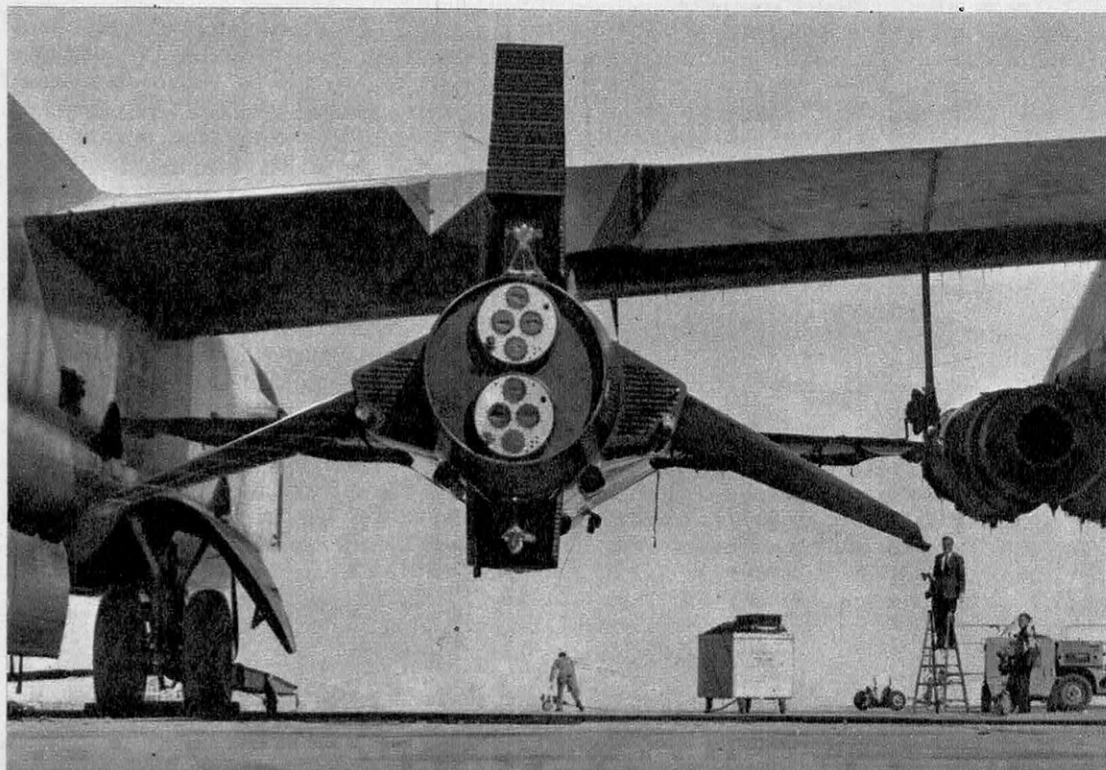
Le calcul donne l'ordre de grandeur des

**L'avion-fusée suspendu sous l'aile d'un →
B-52 qui l'emportera à 12 000 m**



Le X-15

l'avion spatial



accélération, des températures, des efforts que supporteront les structures, de la vitesse de réponse des commandes, mais ce ne sont que des indications pour guider l'expérimentation indispensable.

Le X-15 dépassera Mach 7

Aux États-Unis, plusieurs appareils de recherche ont été construits, dont les premiers ont été les X-1 et X-2 et dont le dernier en date, le X-15, fait actuellement ses premiers essais. Le projet X-15 est commun à North American qui construit l'appareil, à l'Air Force, et à la Marine américaines, et aussi au N.A.S.A. (National Aeronautics and Space Administration) le puissant organisme de recherches des États-Unis. C'est certainement l'avion piloté le plus extraordinaire qui ait jamais vu le jour. Trois prototypes sont prévus. Les deux premiers auront deux moteurs-fusées à alcool et oxygène liquide dont la poussée totale sera encore modeste et qui seront remplacés par un moteur-fusée unique, le XLR-99 Pioneer, à ammoniac et oxygène liquide, donnant une poussée réglable qui pourra dépasser 27 tonnes au sol et 32 tonnes en altitude. Ainsi équipé, ce monoplane de 15,25 m de long et seulement 6,70 m d'envergure et qui pèse 14 tonnes avec son plein de combustible et de comburant, volera à plus de Mach 7.

Pour ses premières sorties, l'appareil est seulement accroché sous l'aile droite d'un bombardier octoréacteur B-52 qui l'emmène à quelque 12 000 m, altitude d'où il sera plus tard largué. Le pilote est à son poste : il ne s'agit pas d'une simple promenade, mais de la vérification de tout l'appareillage de bord. Un système de télévision en circuit fermé permet aux techniciens du B-52 d'observer le nez du fuselage et la queue de l'avion, de vérifier les positions des gouvernes, de suivre tous les gestes du pilote et de les contrôler en restant en liaison téléphonique avec lui.

1000 instruments de mesure

La cabine du X-15 comporte un nombre considérable d'instruments.

Chaque seconde, et même parfois jusqu'à 16 fois par seconde, des informations sont enregistrées à bord du X-15 ou transmises aux stations terrestres : températures du revêtement ou de la structure mesurées en 656 points de l'appareil, contraintes mécaniques traduisant les charges aérodynamiques en 104 points, pressions relevées en 140 points, positions des commandes, etc. De particulière importance sont les informations

d'ordre physiologique concernant le pilote : électrocardiogramme et température du corps, et celles portant sur le fonctionnement des moteurs-fusées ; elles sont, avec bien d'autres, transmises au sol et analysées sans retard.

En particulier, les ingénieurs spécialistes des moteurs peuvent alerter directement le pilote s'il manque à détecter sur les instruments de son tableau de bord un incident dans l'alimentation des fusées.

Les vols expérimentaux ont lieu au-dessus d'une vaste région pratiquement inhabitée qui s'étend sur près de 800 km, de la base de départ de Wendover dans l'Utah à celle d'Edwards en Californie, où l'avion doit atterrir. Elle a été choisie parce qu'elle est en dehors des routes du trafic aérien commercial et parce qu'on y trouve de nombreux lacs desséchés utilisables pour des atterrissages de fortune. Trois stations radio complètes avec radars portant à 640 km, télémètres, enregistreurs à oscillographes et à bandes magnétiques en liaison mutuelle constante, y ont été installées.

Le « conditionnement » des pilotes

Mais cela concernera le vol propulsé. Auparavant, le X-15 aura été largué à vide à 12 000 mètres, tombant comme une pierre, ne laissant au pilote que 2 minutes pour éprouver l'efficacité des commandes avant d'entreprendre les virages qui lui permettront de prendre son terrain à la base d'Edwards, en vol plané, si ce terme peut s'appliquer à un appareil dont la forme évoque plutôt celle d'une flèche que d'un avion, à près de 400 km/h.

Pendant des mois, le pilote s'est entraîné avec un simulateur de vol ultra-perfectionné reconstituant la phase d'atterrissage, tenant compte de toutes les malfunctions des instruments et des commandes. Il s'est entraîné aussi pour la phase propulsive comme pour la phase de rentrée avec un simulateur installé dans la centrifugeuse de l'U.S. Navy à Johnsville qui l'a soumis jusqu'à 7 fois à l'accélération de la pesanteur. Il a appris, quand les 7 g lui ôtent l'usage de ses bras pour le « manche à balai » classique, à manœuvrer du poignet une manche miniature. Dans sa combinaison en plastique, qui se refroidit automatiquement à l'azote liquide lorsque rayonnent les parois de l'habitacle portées à haute température, il a été soumis à l'épreuve des lampes infrarouges ; puis il est passé à celle du caisson frigorifique en prévision du cas où il devrait actionner son siège éjectable, type supersonique, à haute altitude. Il est fin-prêt.

Les lancées balistiques à 160 km d'altitude

Après les chutes de 12 000 m à vide et les prises de terrain réussies, après les répétitions de remplissage en vol, par le B-52 porteur, des réservoirs d'oxygène liquide, suivies de vidange au cours de la chute car tous les atterrissages se font à vide, viennent les essais d'allumage des fusées, immédiatement après largage, et les premières montées en ressource, les parcours balistiques à travers un air si peu dense que les commandes traditionnelles sont inopérantes.

Or on ne peut concevoir une « rentrée » de l'appareil sans qu'il soit aligné, à moins d'un degré près, sur la tangente à sa trajectoire, sous peine d'être volatilisé. Pour maintenir son assiette correcte sur sa lancée parabolique, le pilote dispose de quatre éjecteurs dans le nez du X-15 et de deux autres en bouts d'ailes. Un système de guidage par inertie lui donne à chaque instant sa position, son altitude, sa vitesse, l'orientation de son appareil.

Après 6 minutes d'accélération, 5 minutes de vol balistique libre hors de la stratosphère, au cours duquel la pesanteur apparente s'abolit, une courte phase de « rentrée » où l'acier spécial au nickel et le béryllium du revêtement (couverts d'une peinture noire aux silicones) seront portés à plus de 500°, viendront le vol plané, enfin l'atterrissage en spirale.

Vers une aviation nouvelle

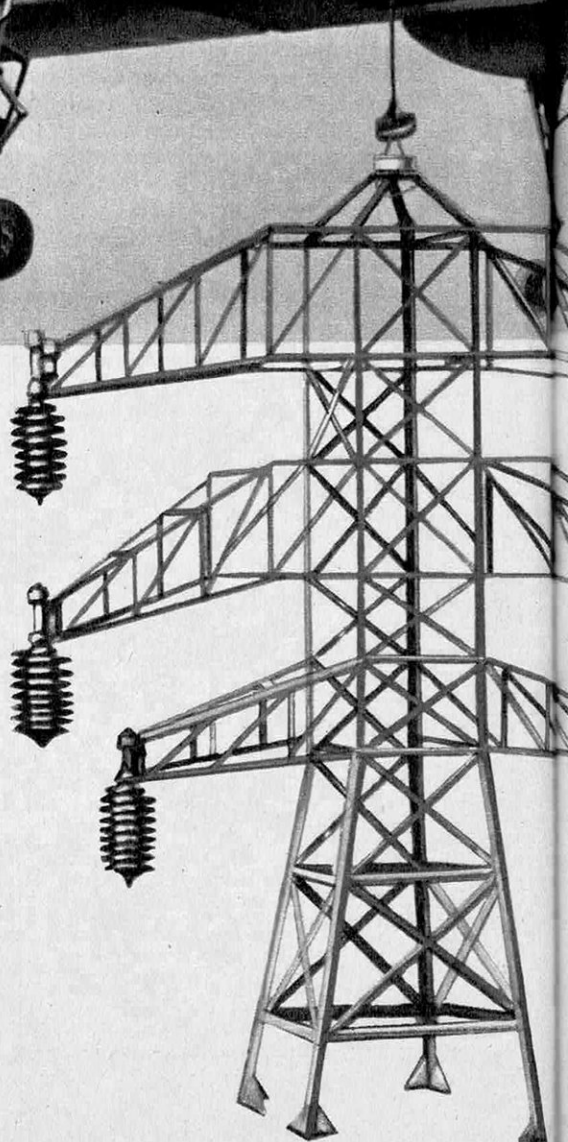
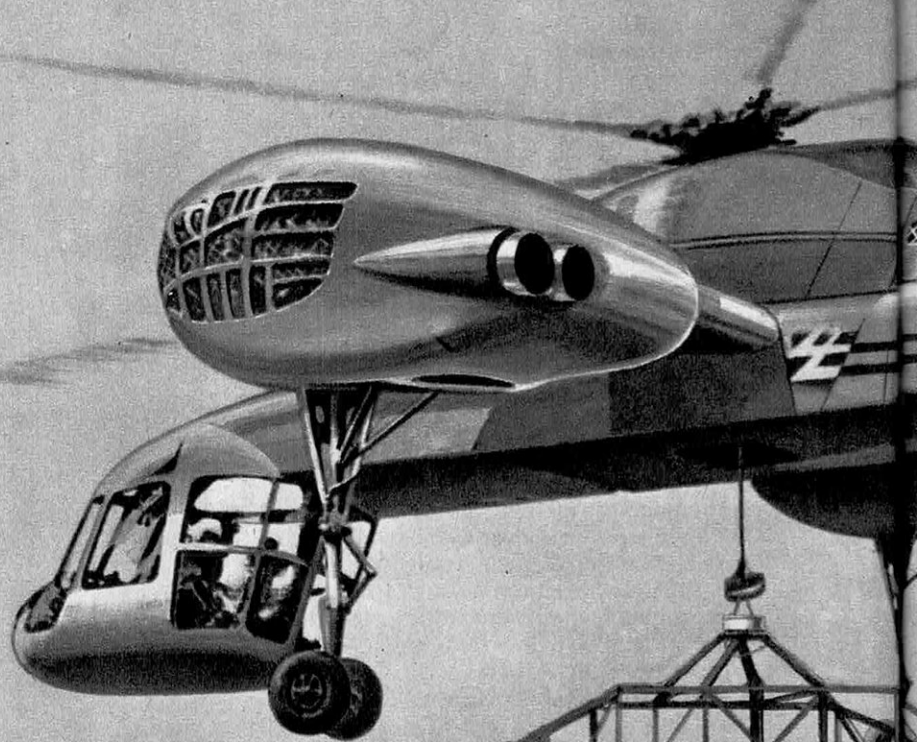
Le projet X-15 a été lancé en 1954; le premier vol a lieu en 1959, étape décisive dans l'histoire de l'aviation. Sans doute un avenir encore plus spectaculaire lui est-il réservé. On parle de lui adjoindre un premier étage, une fusée à poudre de 180 tonnes de poussée. Il serait lancé du sol, reposant la pointe vers le ciel, et le premier étage le conduirait à 30 000 m où le moteur-fusée se mettrait en route. Le X-15 dépasserait 600 km d'altitude et serait presque un satellite piloté.

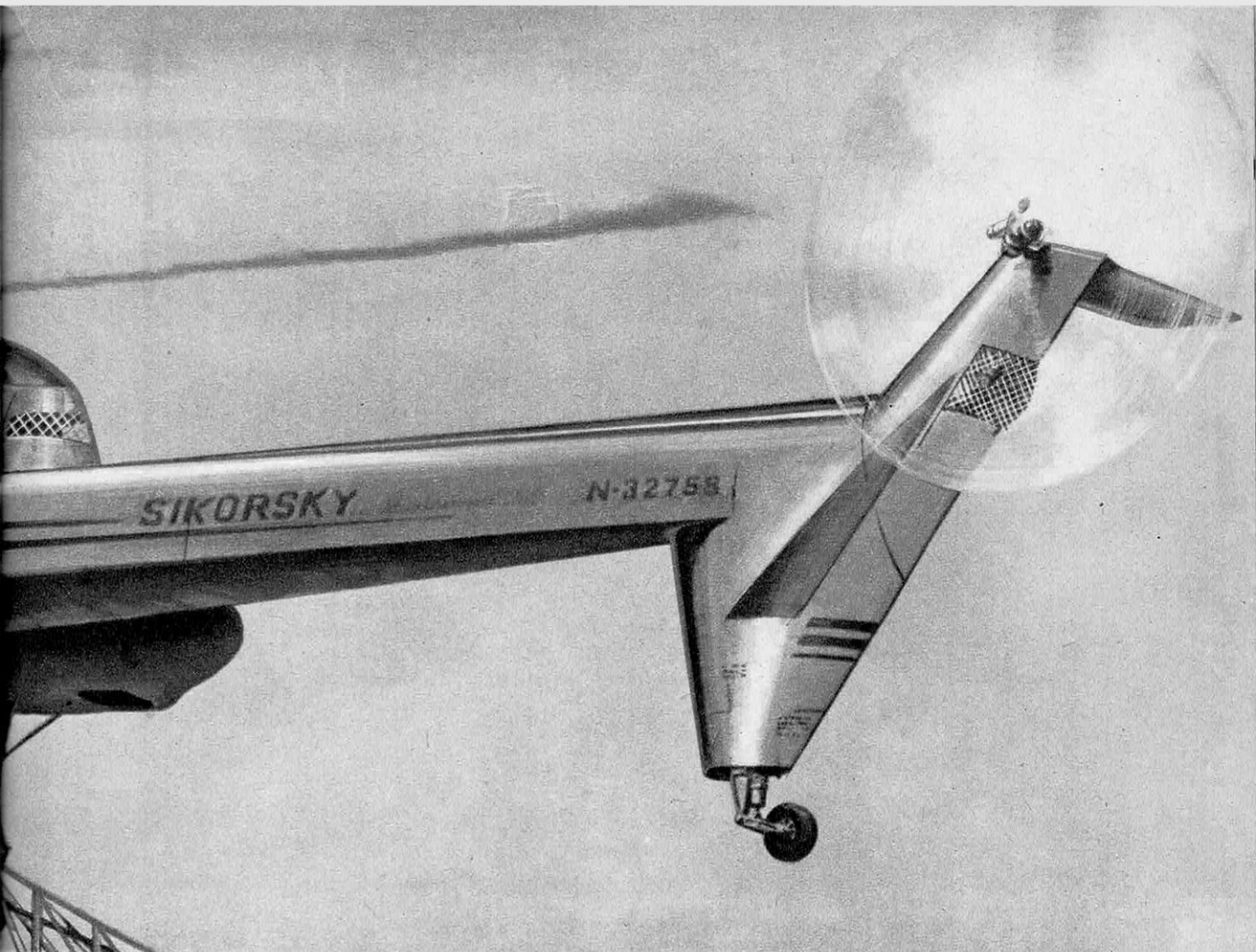
Le Département de la Défense des États-Unis a déclaré officiellement que le X-15 est un des éléments du vaste projet ultra-secret dont on ne connaît que le nom, « Dyna Soar », et le but : l'établissement sur une orbite d'un véhicule habité, faisant le tour de la Terre en 2 heures et capable de ramener à tout instant son équipage sain et sauf au sol. Nous voulons plutôt y voir la préfiguration de l'avion de transport à grande distance, évoluant à des dizaines de kilomètres d'altitude et à Mach 6 ou 7, et dont la surface incandescente fera penser aux météores.



Scott Crossfield premier pilote d'essai de North-American, a revêtu la combinaison qu'il portera dans le X-15 et se soumet à l'épreuve des hautes températures sous le rayonnement de multiples lampes infrarouges.

les appareils à envol vertical





La plus puissante des grues volantes : le Sikorsky S-60

DEPUIS que l'homme cherche à voler, il a toujours essayé d'imiter au mieux l'oiseau, s'évertuant, entre autres choses, à trouver une solution à l'envol sur place.

L'avion à ailes battantes et de nombreux autres appareils furent expérimentés. Parmi eux, l'autogire et l'hélicoptère firent de lents progrès, mais les possibilités de la technique ne permirent pas pendant longtemps de faire aboutir ces travaux. D'ailleurs, l'avion donnant satisfaction aux utilisateurs, leur intérêt paraissait secondaire.

Au fur et à mesure que s'amélioraient ses performances, l'avion de formule classique imposait cependant des sujétions de plus en plus coûteuses en infrastructure au sol, et les appareils à décollage court ou vertical revinrent à l'ordre du jour. Grâce au progrès des moteurs, les hélicoptères devinrent, dès la fin de la Deuxième Guerre mondiale, une réalité quotidienne. Mais l'hélicoptère connaît des limitations de vitesse en croisière qui en diminuent beaucoup l'intérêt pratique dans bien des cas; de plus, sa complication mécanique le rend coûteux à l'achat et à l'emploi.

Ainsi en est-on venu à l'étude systématique d'appareils à performances mixtes qui ont reçu des noms très divers, mais que l'on a convenu de diviser en deux groupes, d'après leurs initiales anglo-



LE SIKORSKY S-62 est le premier hélicoptère amphibie à coque, avec 2 ballonnets latéraux. Il est équipé d'une turbine libre General Electric T 58. En version civile, il pourra emporter 25 passagers à environ 150 km/h sur des étapes de 450 km.

saxonnes : les V.T.O.L. (Vertical Take Off and Landing : Décollage et Atterrissage Verticaux) et les S.T.O.L. (Short Take Off and Landing : Décollage et Atterrissage Courts).

Ce sont, à l'heure actuelle, les vedettes des bureaux d'études. Ils couvrent toutes les gammes d'utilisation et, si ces études aboutissent, on peut imaginer que la majorité des avions du prochain demi-siècle seront à même de faire de l'aviation porte-à-porte une réalité pratique.

Les hélicoptères

À l'issue de la dernière guerre, les partisans de l'avion et ceux de l'hélicoptère, alors en pleine croissance, s'affrontaient. Les événements semblèrent d'abord donner raison aux premiers, tant les hélicoptères alors en service se révélaient capricieux, et ceux en essais difficiles à mettre au point.

Les Américains, qui avaient été les premiers à utiliser des hélicoptères sur le champ de bataille et pour des missions diverses, poursuivirent le développement de cette catégorie de machines, essayant successivement toutes les formules mécaniques envisageables. Cette initiative fut, bien entendu, payante, ce qui permit à l'industrie d'outre-Atlantique de dominer, pendant de longues années, le marché mondial.

L'industrie anglaise passa la première à la contre-attaque : Westland acquit la licence de certains hélicoptères Sikorsky, tandis que Bristol mettait au point les travaux de l'ingénieur Haffner.

La prise de position française ne vint que plus tard, mais on a vu au chapitre consacré aux productions nationales avec quel succès notre industrie a surmonté le handicap de son retard.

En 1959, tous les pays ayant une industrie aéronautique dynamique, c'est-à-dire créant des prototypes, dessinent des hélicoptères. Rares sont ceux qui, dans leur activité militaire, industrielle ou agricole, ne trouvent pas aujourd'hui d'applications à ce qu'on appelait, il y a quelques années encore, avec un peu de dérision, la « marguerite ».

LE VERTOL 107, étu-
parmi les appareils de
à 3 pales. Sa vaste
Une version civile pour





LE MI-6 russe, dont cette photographie permet d'apprécier la taille, est pour l'instant le plus gros du monde et le plus puissant. Son rotor à 5 pales est entraîné par deux turbines Soloviev de 4 700 ch. Il peut emporter de 80 à 120 passagers.



dié pour l'armée américaine, se classe transport lourds. Il possède 2 rotors soute peut contenir un engin tactique. 25 à 30 passagers est prévue pour 1961.

Trois formules d'hélicoptères à liaison mécanique fuselage-rotor se sont développées au stade industriel : le monorotor avec hélice anti-couple, l'appareil à deux rotors en tandem, l'appareil à deux rotors engrenants. Le bi-rotor à rotors latéraux n'a connu que quelques applications : le Focke-Wulf en Allemagne, le Bratuchkin en Russie et le Mc Donnell aux États-Unis. La formule du coaxial, séduisante à plus d'un titre, fut longtemps préconisée en France, par Bréguet notamment, et plusieurs autres chercheurs la travaillèrent aussi, mais sans résultat satisfaisant. Seuls, Kamov en U.R.S.S. et la Gyrodyne Company aux U.S.A. défendent encore cette formule avec quelque succès. On ne connaît qu'une seule application, d'ailleurs malchanceuse, de la formule tri-rotor, qui se termina par la destruction du La Cierva CW-11 « Air-Horse ». Pour ce qui est du quadri-rotor, formule que l'on trouve déjà sur la machine de Cornu au siècle dernier, il en existe encore aujourd'hui une application sur un appareil américain expérimental, le Convertawing « Quadrarotor », actuellement hélicoptère et qui doit, dans sa forme définitive, donner naissance à un convertible.

Parmi les diverses formules d'hélicoptères à rotors propulsifs, la sélection a été aussi rigoureuse. La propulsion par fusées en bout de pales est séduisante mais desservie par la durée de combustion limitée des fusées; elle n'a connu que des applications expérimentales aux États-Unis (Rotorcraft). Quant à la propulsion par des hélices, elle fut essayée vers 1930 sur une machine expérimentale Curtiss, où des hélices de petit diamètre étaient en-

traînées par des moteurs fixés aux pales elles-mêmes; elle est maintenant abandonnée.

Les rotors à pulso- ou stato-réacteurs ont connu un certain succès, notamment sur le Hiller « Hornet » américain et, plus récemment, sur le NHI « Kolibrie » hollandais; ils posent néanmoins quelques problèmes difficiles à résoudre, particulièrement ceux du bruit et de la consommation.

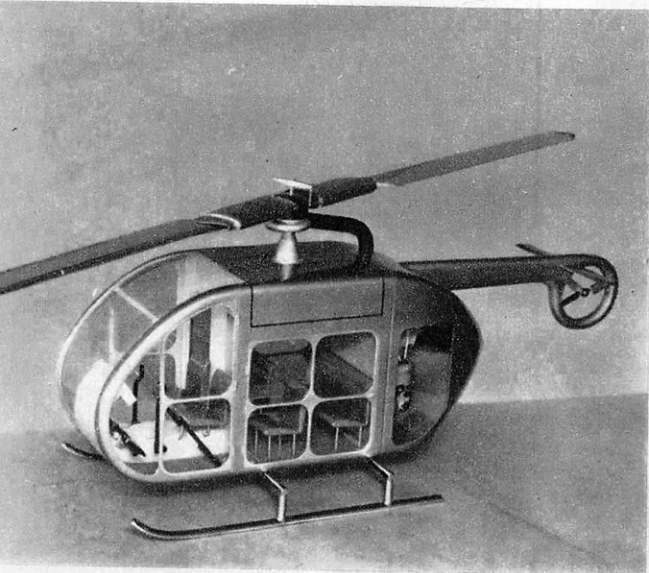
Les rotors entraînés par des réacteurs posent de tels problèmes de volume et de résistance des matériaux, qu'ils ne sont utilisables que sur des hélicoptères de très gros tonnage. Bien qu'aucune machine ainsi équipée n'ait encore volé, cette formule est à l'étude, chez Hiller et Westland entre autres.

La seule formule qui se soit développée sur une assez large échelle est celle du jet d'air comprimé éjecté en bout de pales. Ici, deux écoles s'affrontent : le « jet froid », c'est-à-dire éjection d'air simplement comprimé; le « jet chaud », c'est-à-dire avec combustion de carburant dans l'air comprimé.

Les deux formules ont chacune leurs qualités et leurs défauts; elles trouvent leur application sur des matériels produits en série, tels le « Djinn » de Sud-Aviation, et le « Rodyne » de Fairey.

Le record du poids est russe

Le plus gros hélicoptère du monde est l'énorme Mi-6 de l'ingénieur Mikhail L. Mil. Son poids, qui n'est pas connu avec précision, dépasse les 30 t. En effet, le 30 octobre 1957, il a battu le record du monde en soulevant 12 t à 2 400 m. Or, le meilleur



Fiat 7002



Kaman HU2 K-1

LE KA-18 russe est actuellement construit en série →
pour des applications diverses : observation, transport, traitements agricoles. C'est une réalisation de l'ingénieur Kamov, spécialiste depuis 1920 des hélicoptères légers.

rapport poids/charge pour un hélicoptère de gros tonnage est jusqu'ici de 3, ce qui permet d'évaluer le poids du Mi-6. Bien qu'il ait été fait état de la production en série de ce géant, rien ne permet de penser que ce stade de développement soit atteint.

Quoi qu'il en soit, le Mi-6 représente un magnifique résultat technique. Équipé de deux turbines Soloviev TB-2 BM de 4 700 ch entraînant un rotor à cinq pales, de 33,5 m de diamètre et un rotor anti-couple, il peut transporter de 70 à 80 passagers, et jusqu'à 120 hommes de troupe équipés.

Des projets d'un poids comparable sont, depuis plusieurs années, à l'étude chez Hiller, Sikorsky et Westland notamment.

En descendant l'échelle des poids, on trouve le Westland « Westminster » monorotor de 28 t, dérivé du Sikorsky S-56 américain. Arrivé au bout de son développement, il doit exister en deux versions : l'une rustique, avec fuselage tubulaire, sera utilisée comme grue volante; la seconde, avec fuselage de structure classique, offrira 40 places confortables et sera de nature à intéresser de nombreux transporteurs pour des distances de l'ordre de 200 à 300 km. Sa vitesse de croisière relativement réduite (185 km/h) sera compensée par la possibilité de déposer ses passagers directement au cœur des villes.

LE FIAT 7002 n'a pas encore volé, mais sa maquette montre ses lignes assez originales et la disposition intérieure de la cabine. Le rotor est mù par réaction d'air comprimé éjecté sans combustion en bouts de pales.

LE KAMAN HU2 K-1 est sorti vainqueur d'un concours ouvert par la Marine américaine pour un hélicoptère utilitaire. Les roues sont escamotables et la suspension oléopneumatique. Il fait appel à une turbine T 58 General Electric de 1 100 ch pour son rotor à 4 pales et emporte 5 passagers.



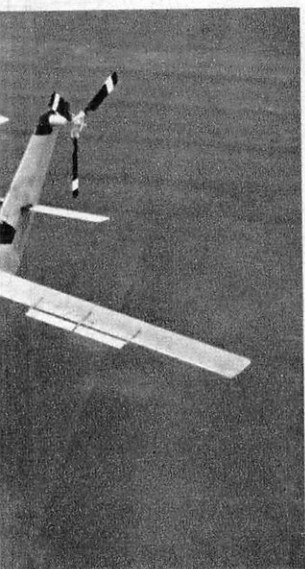
Équipé de deux turbines Napier « Eland » de 3 500 ch, dans sa version « grue » il peut soulever plus de 6,5 t de charge.

Au-dessous du Westland, on trouve encore un appareil russe, dû, celui-ci, à une équipe travaillant sous la direction de l'ingénieur Sergei Yakovlev. Ce Yak-24 est un bi-rotor en tandem de 16 t de poids total, équipé de deux moteurs classiques ASh-82 V de 1 700 ch, capable de transporter 4 t de charge.

Nous trouvons ensuite le Sikorsky S-56, bi-moteur de formule originale dont les moteurs Pratt et Whitney R-2800 de 1 900 ch sont installés dans des nacelles latérales extérieures. Cet appareil est construit en grande série pour l'U.S. Army et l'U.S. Navy qui l'utilisent pour le transport des troupes d'assaut.

Vient ensuite le Bell Model 61, appelé HSL-1 par la Marine des États-Unis qui l'utilise pour la chasse anti-sousmarine. Ce monomoteur de 12 t présente la caractéristique d'être le premier Bell à rotors en tandem.

Toujours en descendant la gamme des poids, on trouve le Bristol 192 bi-rotor en



tandem à turbine libre, et le SE-3200 « Super-Alouette » de 8 t dont il a été parlé au chapitre des productions françaises. Mais déjà, avec les machines de ce tonnage, nous abordons le domaine des hélicoptères moyens.

Ce premier examen montre qu'aucune formule n'a pu démontrer sa supériorité, mais il semble que le monorotor avec hélice anti-couple soit le plus sûrement réalisable.

Les hélicoptères moyens

On retrouve, dans cette catégorie de machines, la même répartition entre les deux formules des deux rotors en tandem et du rotor unique avec hélice anti-couple.

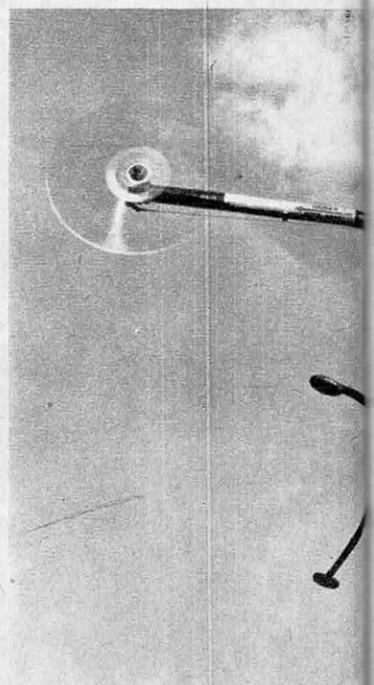
L'appareil le plus lourd de cette catégorie est actuellement le Mil Mi-4 de 7,2 t de poids total, et qui appartient à la famille des mono-rotors avec anti-couple caudal. Son fuselage accessible par basculement latéral de la pointe arrière contient à l'avant, en position oblique, le moteur ASH-82 V de 1 700 ch.

On trouve ensuite le nouveau Vertol 107 équipé de deux turbines disposées à l'arrière du fuselage, de part et d'autre du pied du rotor arrière ; il possède un fuselage dont la cabine, libre de toute obstruction, est accessible par une rampe arrière.

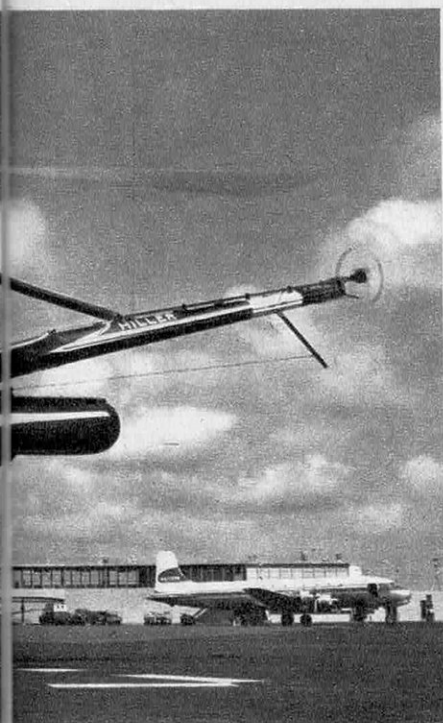
Le Vertol 44 de près de 7 t est une version légèrement améliorée du fameux H-21 que l'Armée et la Marine utilisent en Algérie et dont plus de 600 exemplaires ont été construits pour l'U.S. Army. Ce bi-rotor en tandem est normalement mû par un Wright « Cyclone » de 1 425 ch, mais une version



LE HILLER 12 E est la version civile de 305 ch au lieu de 250. Il peut ou transporter 2 à 4 personnes à



LE HILLER XROE-1, hélicoptère in-corp des « Marines », est monté sur Il pèse 136 kg, possède un rotor à 2 pa-



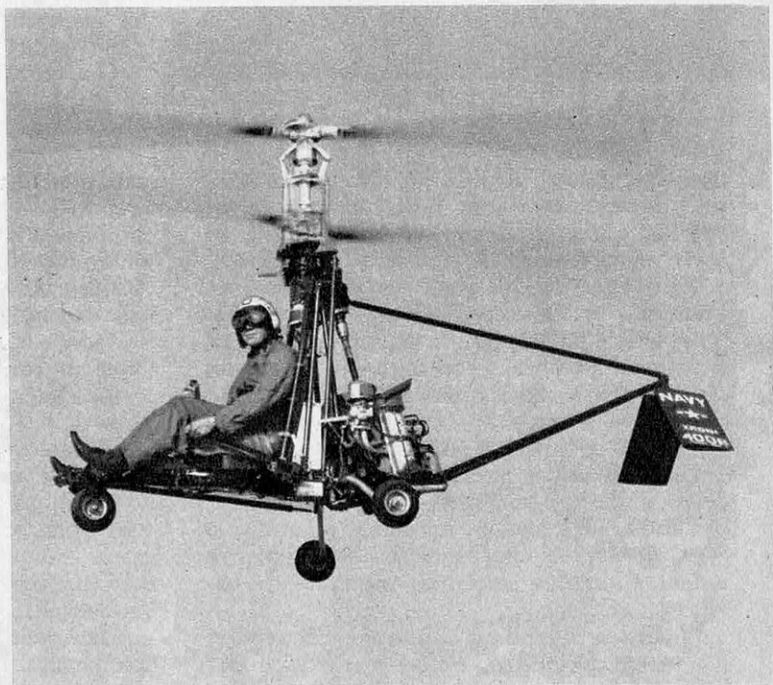
du H-23D Raven, avec un moteur Lycoming être utilisé pour des traitements agricoles une vitesse de l'ordre de 132 km/h.



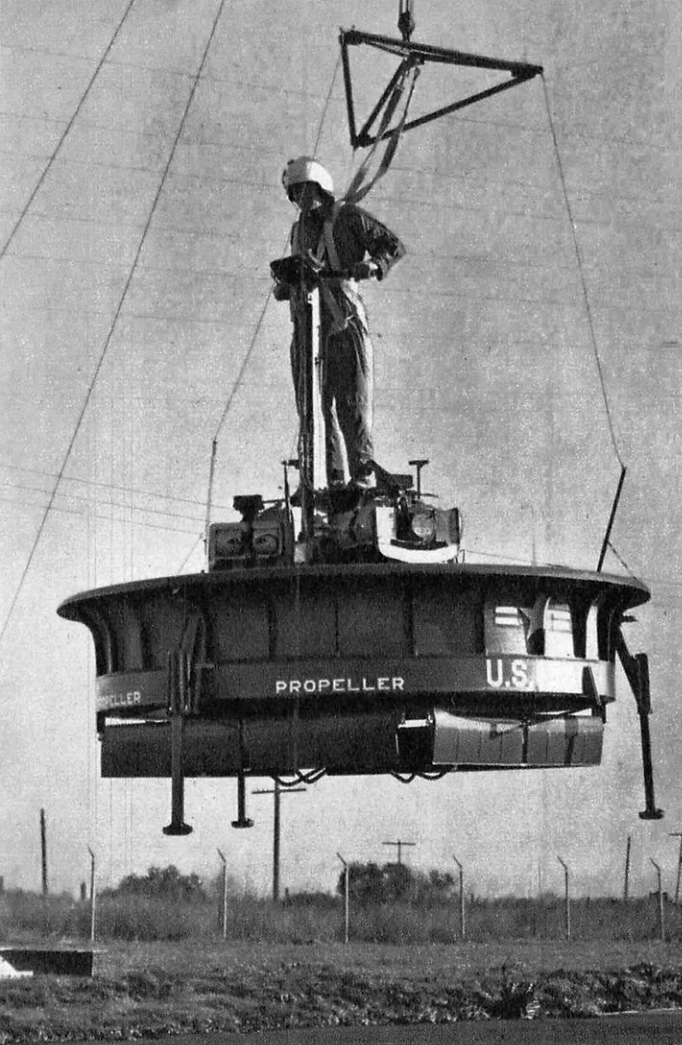
LE KAMAN 17 est un hélicoptère expérimental à 2 places étudié pour l'U.S. Army. Les deux pales du rotor sont actionnées par des jets d'air comprimé fourni par un compresseur Boeing 702 entraîné par turbine Blackburn Turmo 600.



dividuel de l'U.S.Navy en service dans le place (photo ci-contre) en quelques minutes. les entraîné par un moteur Nelson de 45 ch.



LE GYRODYNE XRON-1 est un autre hélicoptère pour « fantassin volant », en étude pour l'U.S. Navy et démontable, comme le précédent. Son poids à vide est de 182 kg. Un moteur de 60 ch entraîne 2 rotors contrarotatifs à 2 pales.



Plates-formes volantes et Jeeps de l'Air

L'Armée et la Marine américaines sont à la recherche d'un appareil qui possède les avantages d'un hélicoptère sans en avoir les inconvénients et qui pourrait, toutes proportions gardées, rendre des services comparables à ceux qu'ont rendus les Jeeps de la dernière guerre. Conçues pour un, deux ou quatre passagers, ces machines assureront aux fantassins une grande mobilité.

← **LE HILLER VZ 1E**, qui procède ici à ses vols « en laisse » comporte deux hélices contra-rotatives carénées entraînées par trois moteurs Nelson H-56 de 40 ch.

flot est assurée par deux ballonnets latéraux servant partiellement de réservoir et à l'escamotage des roues.

Signalons, pour terminer, le nouvel Agusta AZ-101D, concurrent de notre « Super-Alouette », équipé des mêmes groupes motopropulseurs « Turmo III » et dont le premier vol ne saurait tarder.

Les hélicoptères légers

Il n'est pas possible de passer ici en revue les appareils de cette catégorie, de loin la plus nombreuse.

On retrouve les « grands classiques » Bell 47 et Hiller, mais ils n'ont cessé de s'améliorer et de gagner en poids et en puissance.

Notons néanmoins quelques formules mécaniques originales, comme celle de l'Oméga américain dont les deux moteurs en nacelles latérales attaquent un même rotor; celle des différents Kaman à rotors engrenants (seuls représentants de cette formule), et dont le pas des pales est commandé par de petites surfaces appelées « servo-flap », disposées au bord de fuite de chacune d'elles.

La majeure partie des hélicoptères légers sont de la formule classique, et actuellement les seuls appareils à rotors coaxiaux sont ceux de l'ingénieur russe Kamov.

Quelques appareils tirent la propulsion de leur rotor de l'éjection d'air comprimé en bouts de pales, avec ou sans combustion. Le représentant le plus typique, et le premier industrialisé, est notre « Djinn ».

On note dans cette catégorie une très nette tendance à l'adoption de la turbine dont la souplesse d'emploi et l'absence de vibrations sont encore plus sensibles sur des machines de dimensions réduites.

On trouve aussi, surtout aux U.S.A., toute

expérimentale (Vertol Model 105) a été équipée de deux turbines Lycoming T-53 de 825 ch qui augmentent sa charge utile de 40 % et sa vitesse de croisière de 80 km/h.

Plus léger de quelques centaines de kilogrammes, le Sikorsky S-58 est, avec le S-55 plus petit, l'hélicoptère le plus répandu dans le monde. Près de 1 500 S-58 ont quitté les chaînes de montage américaines et Westland commence à produire la version modifiée « Wessex » à turbopropulseur.

Dans les tailles inférieures, nous trouvons deux Sikorsky, l'un ultra-moderne, le S-62, et l'autre, déjà ancien, mais très répandu, le S-55, dont plusieurs centaines d'exemplaires volent au moins sous une trentaine de pavillons différents.

Quant au S-62, c'est le premier hélicoptère réellement amphibie, c'est-à-dire conçu dès l'origine comme tel. Animé par une turbine placée au-dessus du fuselage au pied du rotor, le S-62 possède un fuselage, ou plutôt une coque, à fond amorti, dont la stabilité à



LE PIASECKI VZ 8P a volé pour la première fois le 12 octobre 1958. Beaucoup moins vulnérable qu'un hélicoptère grâce à ses hélices carénées et sa faible hauteur, il peut virer sur place et se déplacer dans tous les sens.

une série d'hélicoptères monoplaces ultra-légers répondant aux programmes de « fantassins volants » de l'U.S. Navy et de l'U.S. Army. Le Hiller « Rotorcycle » et le Good-year GA-400 R sont classiques avec rotor unique et hélice anti-couple; le Gyrodyne XRON-1 a deux rotors coaxiaux; le Bensen B-8 M est un autogire; le Rotorcraft « Pinwheel » possède un rotor à fusées, et il y a aussi au moins une étude avec statoréacteur.

L'avenir de cette catégorie de machine semble en fait assez limité, car la moins coûteuse vaut encore quelque cinq ou six millions. Signalons cependant une récente application, la dernière en date, l'utilisation du Gyrodyne XRON-1 par les chasseurs de sous-marins. Le navire assurerait la détection et enverrait à la poursuite un hélicoptère sans pilote porteur d'une charge offensive.

V.T.O.L. et S.T.O.L.

L'hélicoptère résout à merveille le problème de l'envol vertical. Il ne résout pas celui de la vitesse de croisière élevée qui ferait de lui le concurrent victorieux de l'avion classique. L'idéal serait de disposer de machines s'approchant de l'hélicoptère pour

leurs conditions de décollage et d'atterrissage, et de l'avion pour leurs performances en croisière. C'est le domaine de ce que l'on a d'abord appelé les « combinés », puis les « convertibles » et que l'on désigne maintenant sous l'appellation de portée beaucoup plus générale de V.T.O.L. et de S.T.O.L.

Il existe des appareils, dont le meilleur exemple est l'avion Dornier DO-27 auquel ses dispositifs aérodynamiques permettent de décoller presque sur place, qui ont des performances voisines de ce programme, mais sans appartenir vraiment à la catégorie. Nous les laisserons de côté et nous limiterons aux appareils à double système de propulsion, aux appareils à trajectoire déviée (par orientation des propulseurs ou par déviation de la masse gazeuse) et aux appareils à changement d'assiette en vol (avions décollant « debout », plateformes et « jeeps » volantes).

La double propulsion : rotor et hélices

L'exemple le plus frappant de cette catégorie est, sans contestation, le Fairey « Rotor-dyne ».

La traction horizontale est assurée par

deux Napier « Eland » qui peuvent entraîner des hélices classiques et deux groupes compresseurs qui alimentent les chambres de combustion en bout de pales du rotor.

Au décollage, le rotor est en action alors que les deux hélices ont une traction nulle. Le « Rotodyne » s'élève donc verticalement. On introduit alors progressivement la traction des hélices, de telle sorte que l'appareil débute sa translation horizontale; sa voilure acquiert peu à peu une portance qui décharge d'autant le rotor dont on éteint les brûleurs et qui continue à tourner en autorotation, partageant avec l'aile la portance totale. Le « Rotodyne » a une vitesse maximum largement supérieure à celle d'un hélicoptère. Pour l'atterrissage, on effectue l'opération inverse.

Le seul défaut de la formule est sa complication de pilotage, et deux pilotes ne sont pas trop pour jongler avec les turbines, les compresseurs, les hélices et le rotor, sans parler du pilotage proprement dit. Il est certain que la version de série sera munie d'un pilote électronique qui assurera l'automatisme d'une partie de la séquence de décollage. En dépit de l'aspect et du stade encore expérimental de la machine, près de 50 sont soit en commande, soit en option.

Outre le N.A.S.A. (National Aeronautics and Space Administration), Mc Donnell avec son XV-1 et la S.N.C.A.S.O. française avec son « Farfadet », ont étudié le même problème.

Il y a quelques semaines, Sikorsky a annoncé publiquement sa décision de remettre des V.T.O.L.-S.T.O.L. à son programme de travail, en plus de la préparation d'un transport de 40 places du genre « Rotodyne » et un convertiplan propulsé par un réacteur de 2 000 kg de poussée, à rotor monopale escamotable.

Formules nouvelles à l'étude

Une deuxième formule de V.T.O.L. à double système de propulsion, qui peut faire appel à un moteur ou à un réacteur pour sa propulsion horizontale, fut préconisée par Louis Bréguet : elle consiste à noyer des hélices dans l'épaisseur de l'aile. En vol vertical, elles fournissent une force ascensionnelle; en vol de translation, les surfaces d'extrados et d'intrados de l'aile sont restituées par des persiennes.

Cette idée, qui fut étudiée par le N.A.S.A., puis reprise par Ryan et Vertol pour leurs projets « Vertifan » et « Vertodyne », va voir sa première application pratique sur le Vanguard Air-Marine Model 2, un biplace expé-

Fairey Rotodyne →

C'est le seul combiné parfaitement au point, bien que mécaniquement assez compliqué. C'est aussi le seul qui ait fait l'objet de commandes importantes. Il pourra, dans sa version commerciale définitive livrable en 1961, emporter jusqu'à 48 passagers à la vitesse de 300 km/h.

rimental préfigurant un quadriplace de liaison et d'affaire.

Dernière formule enfin de cette catégorie, les appareils à réaction qui ont fait l'objet de nombreuses études (Short, Rolls-Royce, Bell) mais ne connaissent encore qu'une application à l'heure actuelle : le petit Short SC-1 à voilure classique en delta, qui possède quatre réacteurs verticaux pour sa sustentation et un pour la translation.

Propulseurs orientables : les rotors basculants

Nous retrouvons ici les mêmes distinctions selon que les appareils considérés utilisent des rotors, des hélices, des hélices avec carénage ou des turboréacteurs.

Deux firmes américaines sont lancées dans le développement de convertibles à rotors basculants : Bell avec le XV-3 et Transcendental avec son Model 1.

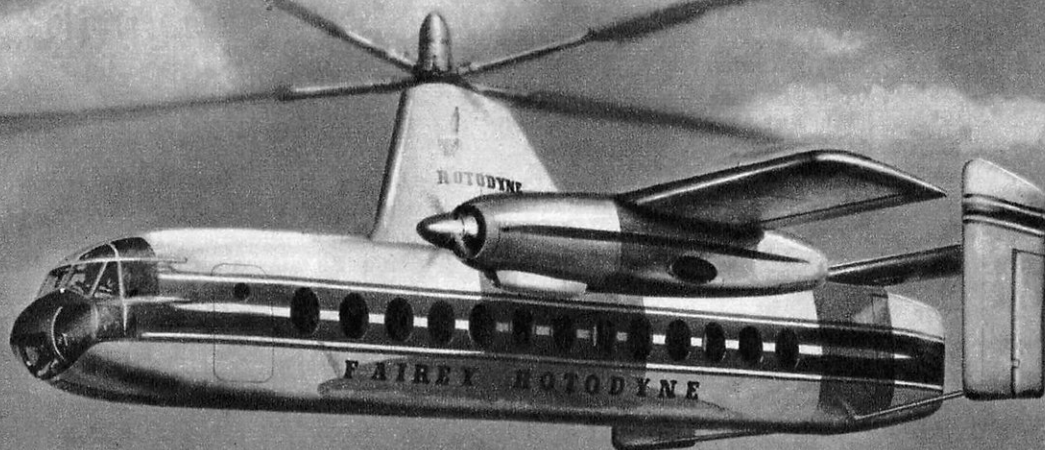
Dans ces deux machines qui possèdent une voilure pour le vol en translation, un groupe motopropulseur central entraîne, par des arbres et des renvois, deux rotors basculants disposés aux extrémités de l'aile et par lesquels se fait le pilotage dans la première phase du vol. Bien que la vitesse de rotation des rotors, même en position horizontale quand ils assurent la propulsion, soit limitée à cause de leur diamètre, le XV-3 a atteint des vitesses de l'ordre de 300 km/h.

Le XV-3 et le Transcendental ont réussi leurs transitions, opération grandement facilitée pour le Bell par toute une série d'essais en soufflerie effectués sur l'un des prototypes dans la grande soufflerie de Langley-Field.

Aile et propulseurs basculants

D'autres constructeurs ont préféré des hélices aux rotors et une voilure basculant dans son ensemble à un basculement limité aux éléments propulseurs.

Deux machines de ce modèle existent, dont l'une a servi en quelque sorte de maquette à l'autre. Il s'agit du petit Vertol 76 et du Hiller X-18, d'un tonnage voisin de celui du futur Bréguet 941, mais purement expérimental.



Le Vertol 76, un des V.T.O.L. les plus éprouvés en vol, est un petit appareil très rustique, le premier V.T.O.L. à voilure basculante à avoir volé avec plein succès.

Sa voilure rectangulaire tout à fait classique, munie de gouvernes normales, est articulée au fuselage par rapport auquel elle peut se débattre de 90° entre l'horizontale et la verticale. Elle porte deux hélices de 2,90 m de diamètre qui jouent un rôle mixte de rotor au décollage et d'hélice en croisière. Physiquement, ce sont des hélices à pas variable simultanément et également pour les trois pales. Elles sont mues par une unique turbine Lycoming T-53 disposée au-dessus du fuselage et qui entraîne aussi deux petites hélices, l'une horizontale et l'autre verticale, situées dans le plan des empennages pour assurer le contrôle en tangage et en lacet lors des vols stationnaires.

En plus des commandes classiques, le pilote du Vertol dispose d'un levier qui commande le basculement de l'aile. Au fur et à mesure que s'effectue ce basculement, une traction se développe qui crée une translation et par conséquent une portance de la voilure. Ce processus se poursuit jusqu'au basculement complet de l'aile. A l'atterrissage, le cycle des opérations se déroule à l'inverse. L'aile

peut aussi être calée à une incidence intermédiaire pour les décollages avec très lourde charge, décollages qui ne se font plus sur place, évidemment.

Le Hiller X-18 est identique dans son principe, au Vertol. Mais il s'agit d'un appareil de 15 t devant atteindre des vitesses supérieures à 600 km/h.

Le cas du nouveau petit Lockheed CL-379 est assez particulier, car il réunit deux formules de V.T.O.L., ayant des propulseurs et une aile basculants, mais aussi un généreux système de volets qui défléchissent le souffle des hélices de grand diamètre. Propulsé par deux turbines General Electric T 58, ce sera un biplace dont on attend des vitesses comparables à celles des chasseurs de la fin de la Deuxième Guerre mondiale.

Hélices carénées basculantes

De nombreuses études d'appareils de ce genre ont été faites par le N.A.S.A., Bell et Hiller notamment, mais un seul appareil est actuellement aux essais : le Doak Model 16.

Cet avion expérimental possède une structure générale très classique et seuls ses deux « tonneaux » de bouts d'aile le différencient d'un avion habituel. Chacun d'eux contient une hélice à 8 pales, à pas variable, dont le

champ de rotation est précédé et suivi de deux rangées d'aubes directrices qui améliorent l'écoulement. La turbine motrice unique est située dans le fuselage et transmet sa puissance aux « ventilateurs » par des arbres de transmission en T. La poussée résiduelle est utilisée pour le contrôle en tangage et lacet en vol stationnaire, par l'intermédiaire d'une vanne spéciale. Le roulis est contrôlé par variation du pas des hélices et par conséquent de la poussée. Le processus de transition ne diffère guère de ceux déjà décrits ici, aussi ne reviendrons-nous pas sur ce sujet.

Ajoutons que la Fletch-Aire Inc. prépare elle aussi un appareil de la formule du Doak, équipé de deux moteurs de 115 ch et qui sera la maquette d'un quadriplace de combat propulsé par deux turbines. Précision intéressante, le Fletch-Aire est prévu pour une vitesse maximum de plus de 380 km/h.

Les réacteurs basculants

Une autre formule qui semble devoir connaître un assez bel avenir est celle des réacteurs basculants, préconisée par Bell qui l'a essayée sur un appareil expérimental de fortune, composé d'éléments de planeurs et d'avions légers, et portant sous sa voilure deux réacteurs basculants. De cet appareil qui a réussi plusieurs dizaines de vols complets avec succès, Bell a extrapolé plusieurs projets dont l'un est en cours de fabrication, le Bell 168 ou XF-109, qui a fait l'objet d'une commande de l'U.S. Air Force.

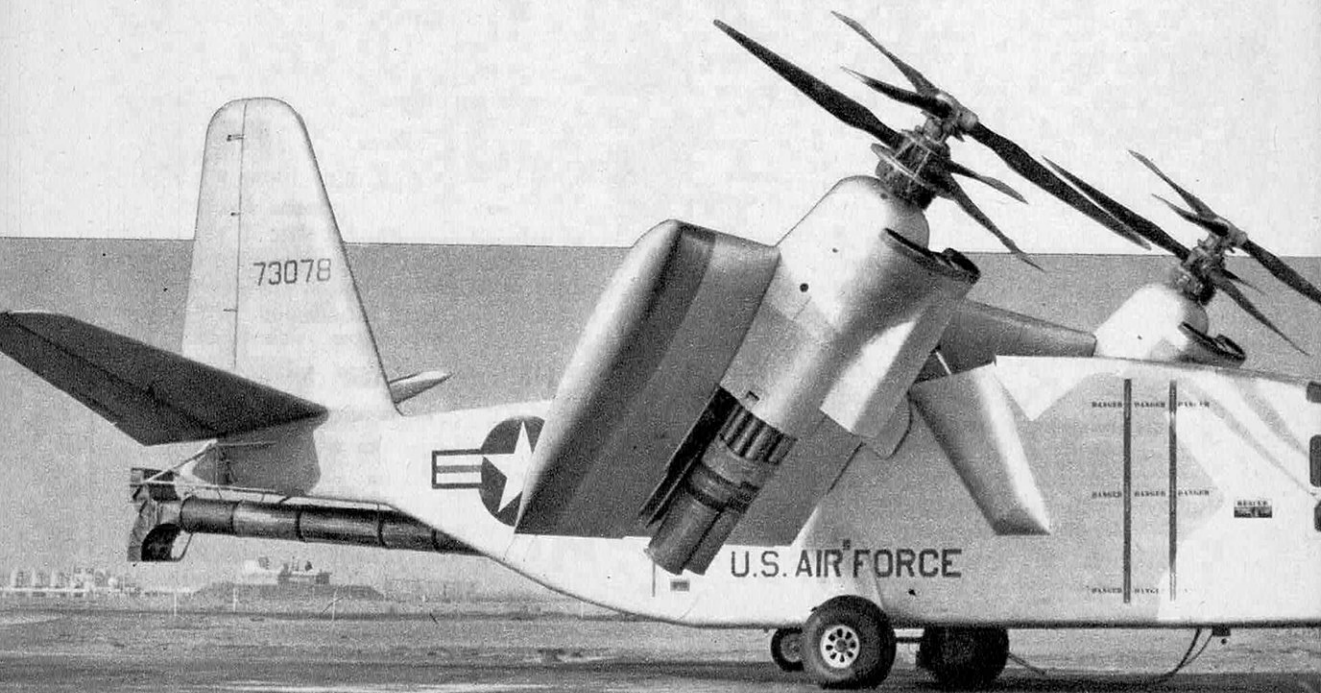
Cet avion sera équipé de huit réacteurs basculants, J 85 General-Electric de 900 kg de poussée, groupés par paires, une à chaque bord marginal, une dans le fuselage et une dans la queue, toutes étant orientables. Tout cela donnera certainement une machine compliquée, mais on en attend une vitesse supérieure à Mach 2.

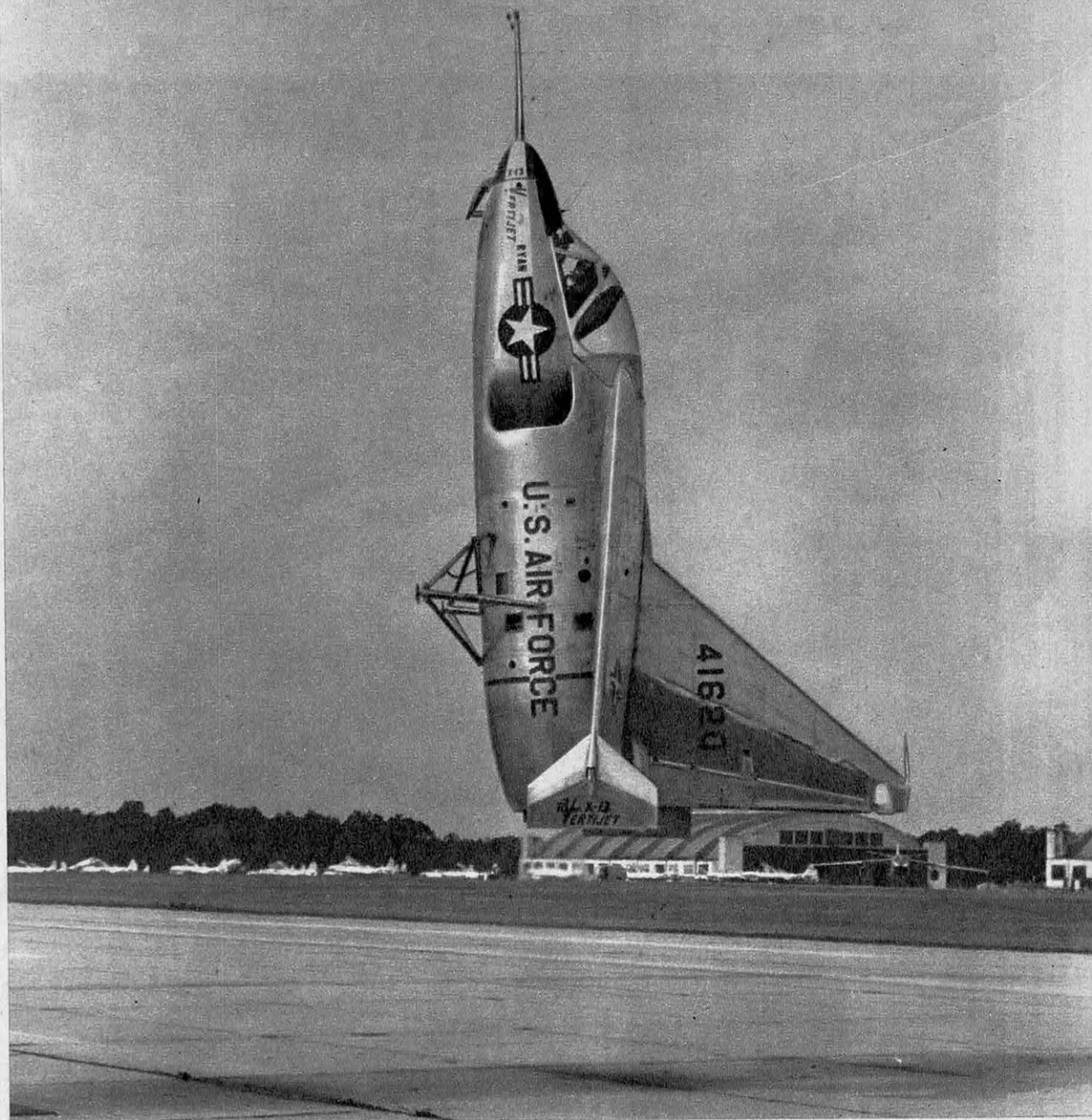
Déviation des gaz

La deuxième famille de cette deuxième formule de V.T.O.L. est celle qui utilise la déviation d'une masse gazeuse, que ce soit le flux de gaz d'un réacteur ou celui créé par les hélices, à l'aide de surfaces appropriées.

Nous avons parlé plus haut du Lockheed CL-379 qui, à une aile semi-basculante, allie des volets déflecteurs de bord de fuite. Nous retrouvons en tête de cette seconde famille, une machine qui se trouve à mi-chemin des deux principes. Le Kaman K-16 aura en effet une voilure semi-basculante, munie de volets de bord de fuite, mais sa propulsion ne sera plus assurée par des hélices, mais bien par deux véritables rotors de faible diamètre qui assureront le contrôle durant le vol stationnaire, en attendant que les gouvernes classiques puissent accomplir leur rôle.

La formule utilisant une voilure largement hypersustentée et soufflée sur une grande partie de sa surface est celle qui est la plus simple à réaliser et pose le moins de problèmes aérodynamiques, alors que la transition avec les autres formules est toujours délicate.





Ryan X - 13 Vertijet

Cet appareil expérimental de l'U.S. Air Force a déjà réalisé, depuis avril 1957, de nombreux vols complets, du départ en position verticale au retour sur son poste d'accrochage, en passant par le vol horizontal. Un seul turboréacteur Rolls-Royce Avon sert à la sustentation et à la propulsion. Le siège du pilote est basculant.



Hiller X-18

VTOL expérimental à voilure basculante, cet appareil est propulsé par deux turbines Allison T 48 agissant sur des hélices contrarotatives. On voit à l'arrière la tuyère à double vanne du réacteur J34, destinée à contrôler le tangage pendant l'envol vertical. Cet appareil de 15 tonnes doit, en vol horizontal, atteindre 640 km/h.





Quelques VTOL à ailes soufflées

LE Robertson, le Lockheed et le Ryan 92, comme le Bréguet Intégral, utilisent pour le décollage vertical la déviation du souffle des hélices vers le bas, grâce à des volets spéciaux de grandes dimensions. C'est la solution la plus simple à réaliser et qui a, par là même, reçu le plus d'applications pratiques. Le Ryan est le plus avancé, tandis que le Lockheed n'en est encore qu'au stade de projet. Le Ryan n'a qu'une turbine libre Lycoming T-53

de 1 000 ch, le Lockheed en aura deux. Dans tous les cas les pales des hélices, sans être aussi importantes que celles des hélicoptères, sont plus longues que la normale. Le Kaman 16 que nous avons classé dans cette famille, s'en distingue cependant par un bord de fuite avec volets moins importants et une aile semi-basculante. Encore en étude, il sera doté de deux turbopropulseurs General Electric T 58 actionnant des hélices de grand diamètre.

La réalisation la plus spectaculaire est sans conteste le Bréguet 940 « Intégral ».

Le Bréguet 940 est un monoplan à aile haute fixe, portant à son bord d'attaque quatre turbopropulseurs qui entraînent chacun une hélice de grand diamètre. Il existe néanmoins une interconnexion qui assure la synchronisation et l'entraînement des quatre hélices, même en cas de panne d'un des groupes. Des volets très largement dimensionnés défléchissent de 90° le souffle des hélices, et la résultante de la traction d'hélice et de cette déflexion est une force verticale qui, si elle ne dépasse pas toujours le poids de la machine, ce qui assure alors le décollage vertical, l'« allège » de telle sorte qu'elle monte selon une pente très aiguë.

Sur le Bréguet, le pilotage se fait, même aux basses vitesses, à l'aide des gouvernes classiques conçues de telle sorte qu'elles deviennent efficaces aux très faibles vitesses de translation. Le Bréguet 941 définitif sera un quadriturbine de transport.

Il existe de nombreux appareils de cette formule outre-Atlantique.

Hélices carénées et flux déviés

Le domaine des appareils à hélices noyées et flux déviés, n'a pas, jusqu'ici, beaucoup séduit les chercheurs, et quand nous aurons parlé du Goodyear « Convoplane » et du Collins-Lippish « Aerodyne », nous aurons fait le tour de la question.

Le Goodyear « Convoplane » est un curieux appareil à aile épaisse dans laquelle sont noyées deux rotors coaxiaux. Au décol-

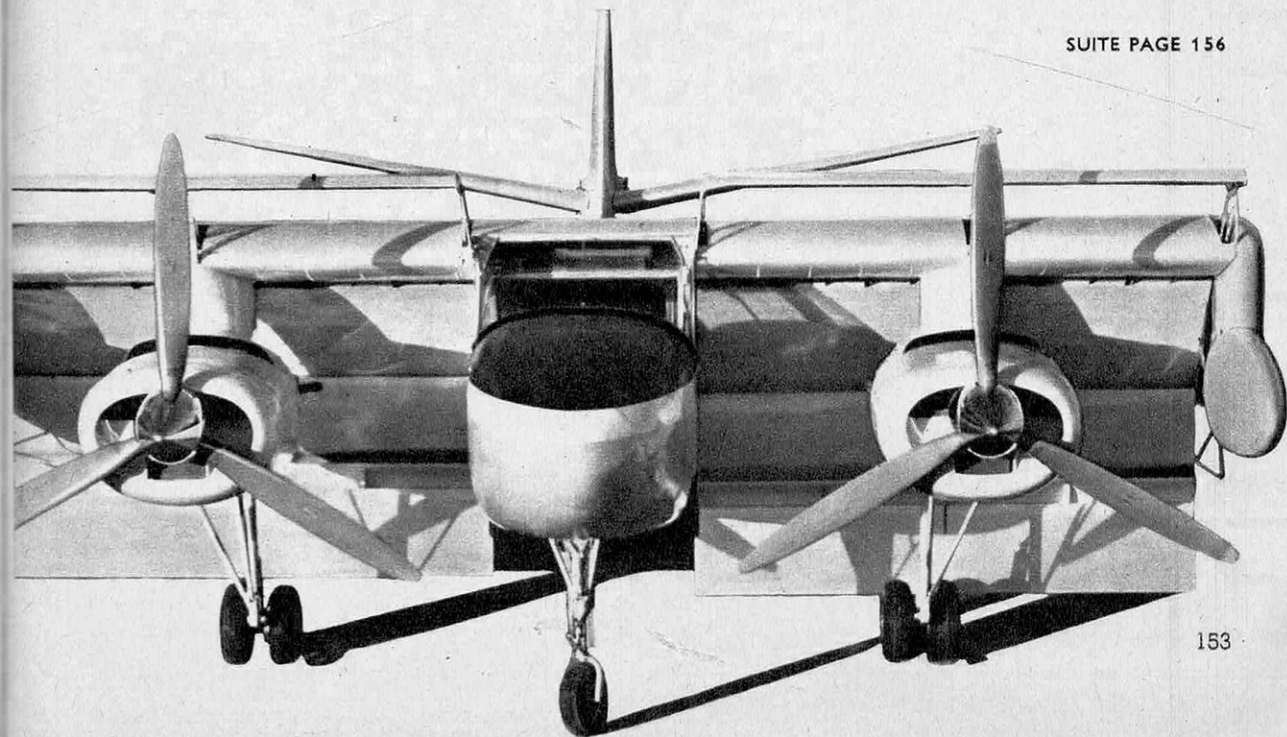
lage, ils sont horizontaux et ont un flux vertical, grâce à des persiennes orientables qui guident la masse d'air. Lorsque celles-ci sont fermées et l'appareil horizontal, les rotors sont obliques, ce qui crée déjà une composante propulsive, mais de plus, ils accélèrent une masse d'air aspirée en bord d'attaque et rejetée au bord de fuite.

L'« Aerodyne » Collins-Lippish est, quant à lui, beaucoup plus étrange, et beaucoup moins rassurant. Il s'agit en fait d'une espèce de tube dans lequel tourne une hélice qui bénéficie ainsi d'un rendement excellent. Des aubes spéciales permettent d'orienter le flux. Au décollage, elles dévient le flux verticalement et, selon le régime du moteur, la force ainsi engendrée peut être égale, supérieure ou inférieure au poids de la machine, ce qui autorise le pilotage dans le plan vertical. En vol de croisière, n'est conservée pour la « sustentation » que la partie nécessaire du flux, le reste étant éjecté dans l'axe pour assurer la propulsion de la machine. Le pilotage est alors assuré par des gouvernes classiques. Une maquette de ce curieux appareil est soumise depuis plusieurs mois à des essais au sol qui ont prouvé, semble-t-il, la validité de la formule, développée pour le compte de la Marine et de l'Armée américaines.

Réacteurs à jet dévié

Avec le Bell X-14, nous entrons dans le domaine du jet dévié d'un turboréacteur, problème qui a aussi été étudié outre-Manche avec un Gloster « Meteor » modifié.

SUITE PAGE 156



HÉLICOPTÈRES (voir pour la France page 28)

Constructeur	Désignation	Nombre de places	Nombre de rotors	Nombre de pales par rotor	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
ALLEMAGNE DE L'OUEST										
BORGWARD	Kolibri 1	3	1	2		1 moteur Lycoming de 260 ch			160	Dessiné par le Pr. Focke.
ESPAGNE										
AEROTECNICA	AC-12	2	1	3	8,50	1 moteur Lycoming 0-320 de 168 ch	718	240	115	Autonomie 345 km.
	AC-14	5	1	4	9,60	1 turbine Turboméca Artouste II de 400 ch	1 200	575	165	Dérive du précédent. Rotor anti-couple remplacé par éjection des gaz de la turbine. Autonomie 450 km.
ÉTATS-UNIS										
BELL	HU-1A Iroquois	6	1	2	13,41	1 turbine libre Lycoming T 53 de 825 ch	2 667	920	185	Commandé par l'armée américaine. Peut emporter roquettes et mitrailleuses. Autonomie 370 km.
	47 G	3	1	2	10,71	1 moteur Franklin 6V4 de 200 ch	1 065	420	130	Plus de 2 000 exemplaires construits en versions diverses : H-13 G et H-13 H (Sioux avec moteur Lycoming de 200 ch, record du monde de durée avec 57 h 50 mn) pour l'armée, HTL-6 pour la marine. Toutes applications civiles. Versions entièrement carénées 47 H Bellairus de l'axe, 47 J Ranger avec moteur Lycoming de 240 ch, H-13 J pour le Président des U.S.A., HUL-I pour la marine.
	Model 61	4	2 en tandem	2	15,70	1 moteur Pratt et Whitney R 2800 de 1900 ch	12 000		185	Le premier modèle de Bell avec rotors en tandem. Anti-sous-marins en service dans la marine américaine (HSL-1)
BENSEN	B-8M Gyro-Copter	1	1	2	6,10	1 moteur Mc Culloch de 72 ch	227	115	100	Autogire dérivé du Gyroglider B 7 sans moteur destiné à être remorqué par une automobile (B 7 W Hydroglider remorqué par canot automobile). Hélice propulsive derrière le pilote. Plans vendus pour construction d'amateur. Autonomie 210 km.
BRANTLY	B-2	2	1	3	7,24	1 moteur Lycoming VO-360 de 180 ch	725	290	160	En production pour l'armée américaine (YHO-3) Autonomie 480 km.
CESSNA	YH-41 Seneca	4	1	2	10,67	1 moteur Continental FSO-526 de 270 ch	1 360	430	190	Toutes applications civiles et militaires. A établi trois records internationaux d'altitude. Autonomie 430 km.
DE LACKNER	Aérocycle	1	2 coaxiaux	2	4,57	1 moteur 2-temps Kiekhäfer Mercury de 40 ch.	226		120	« Moto » de l'air avec moteur type hors-bord, dont le pilotage s'apprend en 20 mn. Autonomie 80 km.
DOMAN	LZ-5	8	1	4	14,63	1 moteur Lycoming SO-580 de 400 ch	2 360	885	130	Toutes applications civiles et militaires. Autonomie 600 km.
GLUHAREFF	MEG-1X	1	1	1	6,10		118		80	Rotor à 1 pale avec contre-poids. Réacteur en bout de pale alimenté en propane. Version 2 X avec rotor bi-pale et 2 réacteurs. Version 3 X type plate-forme, poids 180 kg.
GOODYEAR	GA-400R-3 Gizmo	1	1	2	6,10	1 moteur 2-temps Johnson 35 de 38 ch	222		80	Ultra-léger au stade expérimental. Rotor entraîné par courroie.
GYRODYNE	Rotorcycle	1	2 coaxiaux	2	5,18	1 moteur Porsche de 62 ch	300	110	110	Ultra-léger, repliable. Observation, liaison pour la marine (X RON-1). Autonomie 100 km.
HILLER	XROE-1 Rotorcycle	1	1	2	5,63	1 moteur 2-temps Nelson de 45 ch	252	116	84	Ultra-léger, rapidement démontable. En essais pour la marine américaine.
	XJ-1 Hornet	2	1	2	7,21	2 statoréacteurs en bouts de pales	480	240	111	Versions pour l'armée (YH-32 et YH 32-A armé de roquettes) et la marine (HOE-1).
	H-23 D Raven	3	1	2	10,80	1 moteur Lycoming VO-540 de 305 ch	1 250	420	132	Plus de 1 000 appareils construits. Versions nombreuses pour l'armée et la marine. Version civile 12 E avec moteur de 350 ch. Autonomie 400 km.
HUGHES	269	2	1	3	7,62	1 moteur Lycoming 0-360 de 180 ch	702	300	120	En production pour l'armée américaine. Version YHO-2HU pour la marine.
KAMAN	HU2K-1	6	1	4	13,41	1 turbine libre General Electric T 58 de 1 050 ch	4 150			En commande pour la marine américaine.
	K-17	2	1	2	11,28	1 turbine Blackburn-Turboméca Turmo 600 entraînant un compresseur Boeing 502.	780	310	145	Éjection d'air comprimé en bouts de pales, sans combustion. Prototypage expérimental.
	600	5/8	2 engrenants	2	14,32	1 moteur Pratt & Whitney R-1 340 de 600 ch.	3 080	1 250	140	Toutes applications civiles et militaires. Versions armées (H-43 Huskie, H-43-B avec turbine libre Lycoming T 53 de 850 ch), marine (HOK-1) Autonomie 400 km.
MC DONNELL	120	1	1	3	9,45	3 turbocompresseurs AIRsearch	2 850	1 700	200	Réacteurs en bouts de pales. Grue volante.
NAGLER	NH-160	1	2 coaxiaux	2/3	6,27/2,46	1 moteur Mc Culloch 4318A de 72 ch	300	75		Expérimental. Le châssis est entre les rotors entraînés l'un par l'arbre, l'autre par le bâti du moteur.
OMEGA	BS-12	5	1	4	11,89	2 moteurs Lycoming A 540 de 310 ch	2 000	650	125	Grue volante. Peut être équipé de fusées en bouts de pales pour le décollage. Autonomie 265 km.
ROTOR-CRAFT	RH-1 Pinwheel	36	1	2	4,88	2 fusées à eau oxygénée en bouts de pales	180	106	105	Ultra-léger pour la marine américaine.

SIKORSKY	S-56	1	1	5	21,95	2 moteurs Pratt & Whitney R-2800 de 1 900 ch	14 000	4 485	185	Le plus grand hélicoptère américain construit en série. Version H-37A Mojave pour l'armée, HR2 S-1 pour la marine. Autonomie 330 km. La grue volante S-60 en dérive (versions ultérieures propulsées par turbines).
	S-58	12/18	1	4	17,07	1 moteur Wright R-1 820 de 1 525 ch	5 900	2 470	162	Toutes applications civiles (en particulier Sabena) et militaires. Construit à plus de 1 000 exemplaires. Version H-34 Choctaw pour l'armée, HUS-1 pour les Marines, HSS-IN anti-sous-marins.
	S-62	12	1	3	16,15	1 turbine libre General Electric T 58 de 1 050 ch	3 400	1 400	150	Appareil type terrestre ou amphibie à coque. De même apparence est le S-61 avec 2 turbines T 58; version civile pour 25 passagers prévue pour 1961; commandé par la marine (HSS-2 anti-sous-marins).
VERTOL	H-21 Model 44	14/20	2 en tandem	3	13,41	1 moteur Wright R-1 820 de 1 425 ch	6 554	2 500	165	La célèbre « banane volante ». Versions civiles Model 44. Versions militaires H-21 (Work Horse dans l'Air Force, Shawnee dans l'armée). Peut être équipé de 2 turbines libres General Electric T 58 ou Lycoming T 53 (Model 105).
	Model 107	23/30	2 en tandem	3	14,73	2 turbines libres General Electric T 58 de 1 025 ch ou Lycoming T 53 de 825 ch	7 060	2 900	240	Rampe de chargement arrière. Commandée par l'armée américaine (YHC-1 Chinook). Version civile prévue pour 1961.
GRANDE-BRETAGNE										
BRISTOL	171 Sycamore	4/5	1	3	14,81	1 moteur Alvis Leonides 524 de 525 ch	2 500	680	185	Versions civiles et militaires diverses. Commandé par l'Allemagne de l'Ouest. Autonomie 595 km.
	192	18/25	2 en tandem	4	14,83	2 turbines libres Napier Gazelle de 1 318 ch	8 160	2 722	222	Transport de troupes et de frêt, ambulance. Version civile 192 C. Autonomie 835 km.
FAIREY	Ultra-Light	2	1	2	8,62	1 turbocompresseur Blackburn-Turboméca Palouste 500 de 252 ch	816	290	138	Compresseur alimentant des réacteurs en bout de pales. Version militaire observation et liaison. Versions civiles diverses. Peut être transporté par camion. Autonomie 340 km.
SAUNDERS-ROE	Skeeter 7	2	1	3	9,75	1 moteur De Havilland Gipsy Major de 215 ch	1 000	250	162	En service dans la Royal Air Force et l'armée anglaise, dans la marine et l'armée de l'Allemagne de l'Ouest. Observation et entraînement. Peut être équipé de fusées à eau oxygénée en bout de pales pour accroître temporairement les performances.
	P-531	5	1	4	9,90	1 turbine libre Blackburn Turboméca Turbo 600 de 425 ch	1 725	775	180	Appareil militaire, missions diverses. Autonomie 500 km.
WESTLAND	Whirlwind	12	1	3	16,15	1 moteur Pratt & Whitney de 600 ch ou Wright de 600 ch ou Alvis Leonides de 715 ch	3 500	1 000	160	Dérivé du Sikorsky S-55. Versions militaires (anti-sous-marins, sauvetage) et civiles. Autonomie 700 km.
	Wessex	14	1	4	17,06	1 turbine libre Napier Gazelle NGa 13 de 1 450 ch	5 715	2 250	200	Dérivé du Sikorsky S-58. Version militaire (anti-sous-marins) et civile. Autonomie 700 km.
	Widgeon	5	1	3	14,98	1 moteur Alvis Leonides 521 de 515 ch	2 676	670	140	Dérive du Sikorsky S-51. Toutes missions : observation, ambulance, transport. Autonomie 500 km.
ITALIE	Westminster	46	1	5	21,95	2 turbines libres Napier Eland de 3 500 ch	16 330	6 675	185	Version passagers et version grue volante.
	AGUSTA 102	9	1	2		1 moteur Pratt & Whitney R-1 340 de 600 ch	2 880		190	Rotor système Bell. Applications diverses.
	AZ 101 D	29	1	4	19	3 turbines libres Turboméca Turbo III de 750 ch	7 750	3 200	205	Versions civiles et militaires en projet.
FIAT	7002	6	1	2	12	1 turbocompresseur Fiat 4 700 de 530 ch	1 400	800	135	Éjection d'air comprimé en bout de pales sans combustion. Transport passagers et frêt. Autonomie 300 km.
LUALDI	L 55	4	1	2	10	1 moteur Lycoming 0-360 de 180 ch	1 000	400	128	Autonomie 380 km.
PAYS-BAS	H-3 Kolibrie	2	1	2	10,05	2 statoréacteurs NHI-T35 en bout de pales	655	400	96	Applications militaires et civiles (grue volante, agriculture). Autonomie 100 km.
POLOGNE	BZ-4 ZUK	4	1	3	12	1 moteur Narkiewicz de 320 ch	1 500	450	125	Servo-rotor au-dessus du rotor principal. Applications civiles diverses. Autonomie 250 km.
TCHÉCOSLOVAQUIE										
U.R.S.S.	HC-2 Heli-Baby	2	1	3	8,78	1 moteur Praga DH de 83 ch	580	200	100	Civil ultra-léger. Autonomie 150 km.
KAMOV	Ka 15	2	2 coaxiaux	3	9,97	1 moteur AI-14 R de 255 ch	1 272		125	Autonomie 315 km. Version dérivée Ka-18, applications variées.
MIL	Mi 1	4	1	3	14	1 moteur A1-26 V de 400 ch	2 250		130	En service dans l'armée et Aéroflot. Version Mi 3 avec rotor 4 pales.
	Mi 4	10	1	3	21	1 moteur ASH-82 V de 1 700 ch	7 200		160	Versions civiles transport, agriculture. Version militaire pour 14 hommes; peut emporter un canon antichar.
	Mi 6	80/120	1	5	33,53	2 turbines Soloviev TB-2 BM de 4 700 ch				Le plus grand et le plus lourd du monde.
YAKOVLEV	Yak-24	40	2 en tandem	4	21	2 moteurs ASH-82 V de 1 700 ch	16 000	4 000	170	Appareil militaire. Peut emporter des charges diverses : véhicules type jeep, canons anti-aériens, etc. Rampe de chargement.

Si de nombreux autres projets semblables ont été conçus, seul le « Meteor » en question et le Bell ont été expérimentés, et encore ce dernier est-il le seul à avoir réellement décollé sur place avant de voler à l'horizontale sous l'action des mêmes réacteurs.

On retrouve cette formule, qui semble avoir donné de bons résultats, sur un projet de la division de Marietta de Lockheed, le GL-224 « Hummingbird » qui serait un bi-place dit de sauvetage. Largué d'un avion de transport, il servirait à aller recueillir les pilotes en détresse.

Avant de quitter ces appareils à déviation d'une masse gazeuse, signalons les études du N.A.S.A., de Fairchild et de Martin, sur le « jet-flap », c'est-à-dire l'hypersustentation obtenue par éjection du jet d'un réacteur au bord de fuite d'une aile par une fente mince sous un angle de 45° environ. Ce dispositif, dont des essais ont prouvé la valeur, est actuellement limité à des S.T.O.L. mais, théoriquement, pourrait être aussi appliqué à des V.T.O.L.

« Coléoptère » et « Vertijet »

Une des premières idées qui vinrent à l'esprit pour réaliser un avion à décollage vertical fut celle d'une machine changeant d'assiette de vol, c'est-à-dire décollant verticalement et basculant ensuite à l'horizontale dans son ensemble. Cette formule de base a été reprise de deux manières différentes, selon que le changement d'assiette est complet ou partiel.

Nous passerons rapidement sur les Convair XFY-1 et Lockheed XFV-1 de la Marine américaine qui n'eurent qu'une existence expérimentale et ne citerons que pour mémoire les études du N.A.S.A., de Hiller et de Fletch Aire, pour en arriver directement au « Coléoptère » et au Ryan X-13 « Vertijet » qui sont tous deux des appareils sur lesquels on peut fonder de grands espoirs.

De formules aérodynamiques très différentes, ils reposent tous deux sur le même principe qui est le basculement total de 90° sous l'action du jet dévié du réacteur, jet qui permet d'ailleurs le contrôle de l'appareil durant la période où les gouvernes classiques sont inefficaces.

Outre leurs voilures, le X-13 et le C-450 se différencient par leur mode de décollage et d'atterrissage. Alors que le premier est asservi à une plate-forme verticale à laquelle il revient se raccrocher, le « Coléoptère », lui, est entièrement autonome. Les deux appareils en question possèdent un stabilisa-

teur automatique qui assure un vol régulier, le pilotage proprement dit étant seul laissé aux soins du pilote.

Parmi les appareils à changement partiel d'assiette doivent être classés l'« Atar-Volant » de la S.N.E.C.M.A. et le « lit-cage volant » de Rolls-Royce.

Plates-formes et « Jeeps » volantes

Pour ce qui est des « plates-formes volantes », deux groupes se distinguent : avec rotors libres de diamètre moyen et avec hélices à veine guidée.

Le meilleur exemple de la première formule est l'appareil De Lackner « Aerocycle » DH-5 de 55 ch qui possède deux rotors à pas fixe, tournant en sens inverse sous une plate-forme sur laquelle se trouve le pilote qui, par déplacement de son corps, crée une composante horizontale du côté où il désire se diriger.

Le même procédé était utilisé sur la première « flying platform » de Hiller ; sur le modèle définitif, la propulsion est assurée par déflexion partielle du flux.

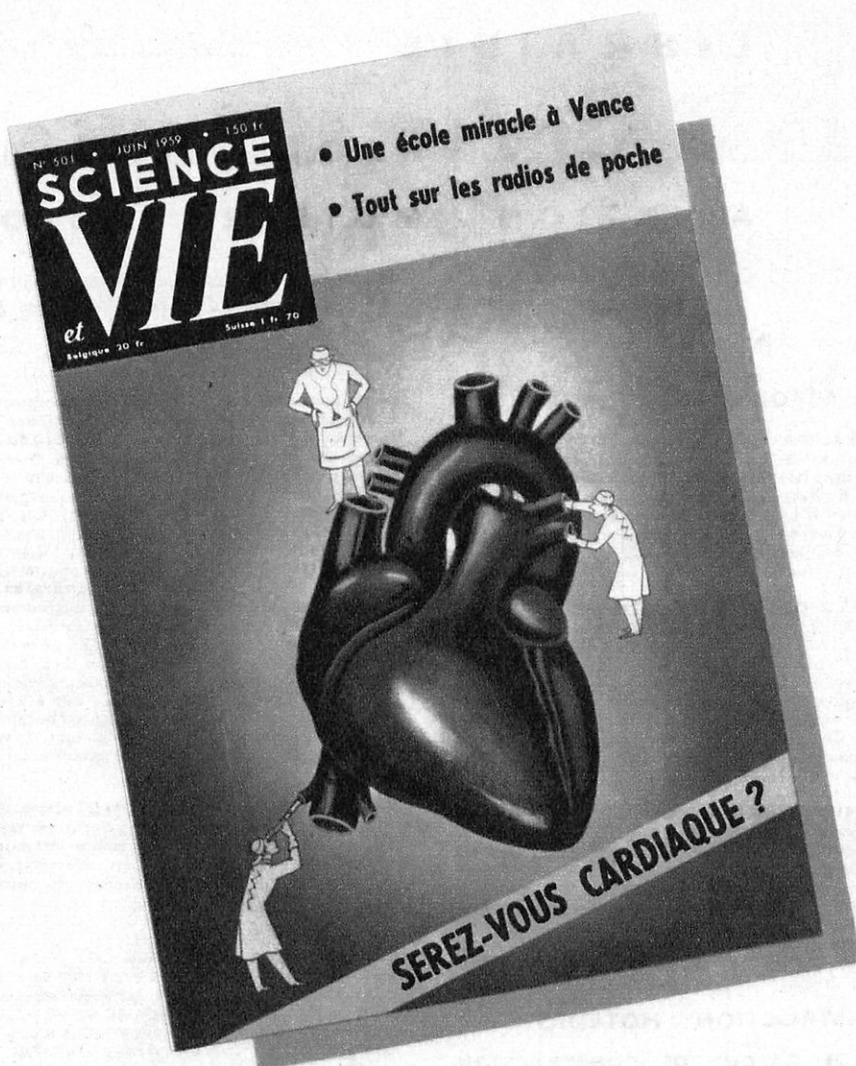
Nous arrivons enfin aux « flying jeeps » que l'armée américaine a fait étudier par plusieurs constructeurs et qui comportent toutes deux ou quatre hélices avec ou sans anneau. Remarquons d'ailleurs que des quatre machines actuellement en présence, trois, celles de Hiller, Chrysler et Piasecki, possèdent deux hélices avec anneaux, et une seule, celle d'Aerophysics Developments, quatre hélices libres.

Les quatre véhicules décollent verticalement et sont contrôlés dans le plan vertical par variation du régime des hélices ou de leur pas. Les déplacements selon les deux autres axes pourraient être réalisés par des jets orientables, mais sont en général le fait d'une déflexion du flux. Dans le cas de l'Aerophysics, le même effet est obtenu par un changement dissymétrique du pas des hélices. Les deux hélices gauches devenant par exemple plus porteuses, la « jeep » s'incline et part de ce côté.

La translation est obtenue de la même manière et peut être aidée par des déflecteurs, comme dans le cas du Piasecki VZ-8 et du Chrysler VZ-6.

Pour des questions de sécurité, tous ces véhicules sont au moins bi-moteurs, ce qui ne semble pas un luxe. Si on ne leur voit pas d'application civile immédiate, il est certain qu'ils préfigurent une classe de véhicules dont l'avenir sera peut-être brillant.

Roland de NARBONNE



**paraît
tous les mois**

**Des grandes enquêtes sur les problèmes
que pose le monde moderne
Des reportages exclusifs**

AVIATION - MOTEURS - PILOTAGE

Cette bibliographie établie d'après le stock d'ouvrages sélectionnés de notre librairie, ne représente qu'une partie des ouvrages figurant dans notre catalogue général.

AÉRODYNAMISME

COURS D'AÉRONAUTIQUE, AÉRODYNAMIQUE. Allard E. — Notions de mathématiques utiles en aérodynamique. Cinématique des fluides, des fluides incompressibles. Dynamique des fluides. Étude de l'écoulement autour d'un corps cylindrique d'envergure infinie. Écoulement d'un fluide parfait autour des ailes d'envergure finie. Viscosité et turbulence. Compressibilité. 328 p. 21 × 27, 248 fig., et un album de 6 grilles, 1947 3 900

ÉCOULEMENTS DES FLUIDES COMPRESSIBLES. Sauer R. — Théorie linéaire des écoulements stationnaires et non stationnaires. Théorie rigoureuse des écoulements supersoniques stationnaires et des ondes de pression continues de grande intensité. Mode d'emploi de la théorie des caractéristiques. Théorie exacte des écoulements subsoniques stationnaires. Lois fondamentales de l'onde de choc. Les ondes de choc dans les écoulements stationnaires et non stationnaires. 324 p. 16 × 25, 150 fig., 1951, relié 4 650

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. Rebuffet P. — (Cours professé à l'École Nationale supérieure de l'Aéronautique). Généralités de mécanique des fluides. Phénomènes et principes généraux. Souffleries aérodynamiques. Appareillage de mesure et d'observation des écoulements. Corps géométriquement simples. Aile. Hélice. Avions. Aérodynes à hélices sustentatrices. Liste des planches et tableaux. Monographies de souffleries. Profils d'ailes. 795 p. 16 × 25, 660 fig., 1958 5 300

CONSTRUCTION - MOTEURS

ÉLÉMENTS DE CALCUL DE CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE. Guillemin P. — Tables. Formules. Technologie. Renseignements généraux : mécanique, technologie des matériaux employés dans la construction. Courbes de flambage établies d'après les formules Johnson-Euler. Résistance des matériaux appliquée à la construction aéronautique. Flambage. Cisaillement. Calcul des nœuds. Flexion. Poutres continues. Centres de cisaillement et centre élastique. 620 p. 13 × 21, 331 fig. et tabl., relié toile, 2^e édit. revue et mise à jour, 1952 3 100

COURS D'AÉROTECHNIQUE. Serane G. R. — Fluides au repos. Fluides en mouvement. Résistance de l'air. Essais. Étude des corps simples dans le vent. L'aile. L'avion. La maquette. Les propulseurs. Mécanique du vol de l'avion. Équilibre de l'avion autour du centre de gravité. Performances d'un avion. Hydravion. Principaux instruments de bord. 300 p. 14 × 22, 354 fig., 2^e édition 1957... 1 950

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX APPLIQUÉS À L'AVIATION. Vallat P. — Rappel des notions de mathématiques et de mécanique. Résistance des matériaux générale. Complément de résistance des matériaux générale. Applications particulières de la résistance des matériaux en construction aéronautique. 848 p. 19 × 27, 528 fig., 49 pl., annexes avec fig. et tabl., relié, 1950 4 950

MOTEURS D'AVIONS. Marchal R. — Historique. Le fonctionnement thermo-dynamique et aérodynamique interne du moteur : propriétés thermodynamiques générales des fluides et des diagrammes. Étude thermodynamique du cycle théorique et du cycle réel du moteur à

combustion interne à quatre temps. Étude thermodynamique et aérodynamique du compresseur. Étude du rendement. Le moteur à deux temps. Étude du moteur au point de vue de la résistance des matériaux : étude cinématique de l'embellage. Recherche des efforts dans l'embellage. Calcul de résistance des organes de l'embellage. La distribution. Pièces diverses. Les phénomènes vibratoires dans les moteurs. L'équilibrage. Projet cinématique et de résistance des métaux. Les fonctions annexes. Graissage. L'équilibre thermique du moteur. Carburateur. Allumage. Définitions générales relatives aux moteurs d'avions : Généralités. Règlement de délivrance des certificats de navigabilité. Vocabulaire. Étude des procédés technologiques employés en matière des moteurs. Les méthodes d'essais : Généralités. Les dispositions matérielles communes aux trois sortes d'essais. La réduction des essais. Les dispositions spéciales à chacun des types d'essais. Notions sommaires sur les carburants et lubrifiants. 1 vol. de texte 19 × 28, 678 p. cart. 1 vol. de planches 21 × 27, 73 planches sous portefeuille cartonné, 2^e édit., 1953 14 000

TECHNOLOGIE ET FONCTIONNEMENT DES MOTEURS D'AVIATION. Lorris M. de — Notions de Thermodynamique. Fonctionnement du moteur d'aviation. Technologie des divers organes. Description de quelques moteurs typiques. Autres systèmes de moteurs d'aviation. 333 p. 16,5 × 25, 170 fig., 6 pl. hors texte, 3^e édit., 1949 1 820

COURS DE MÉCANIQUE DU VOL. Turcat A. — Vol rectiligne en palier : Problème de sustentation et de propulsion. Avions à moteurs, à turboréacteurs et fusées, à statoréacteurs. Endurance et rayon d'action. Plafonds. Vol en montée : Montée des avions à moteurs et réacteurs. Énergie totale. Vol en virage : Limites de manœuvre. Influence de l'altitude et du nombre de Mach. Rayons et temps de virage. Décollage et atterrissage : Notes sur le vol dissymétrique et le vol en atmosphère agitée. 148 p. 16 × 25, 130 fig., 1957 1 800

THERMOPROPULSION DES AVIONS, TURBINES À GAZ ET COMPRESSEURS AXIAUX. Bidart R. — Propulsion. Thermodynamique. Description de quelques machines caractéristiques. Cycles avec machines parfaites et imparfaites. Grilles d'aubes. Compresseurs. Turbines axiales. Combustion dans les turbomachines d'aviation. Régulation et adaptation des turbomachines. 338 p. 21 × 27 nombr. fig., 2^e édit., 1953, revue et augmentée 3 900

PROPULSION PAR RÉACTION. Smith G.-G. — Poussée et performances. Propulsion par réaction ou par hélice. Éléments de la turbine à gaz. Système de combustion, alimentation en carburant. Problèmes posés par la métallurgie. Avions propulsés par réaction. Problèmes aérodynamiques. Avions sans queue et ailes volantes. Moteurs compound. Stato et pulso-réacteurs. Propulsion par fusée. Turbines à gaz à pression constante fonctionnant en cycle fermé : milieux actifs gazeux et liquides. Turbines pour véhicules routiers. Adoption officielle des avions à réaction. Point de vue des techniciens sur la propulsion par turbines à gaz. Productions françaises récentes : turboréacteurs. Pulso-réacteurs. Avions. Hélicoptères. 440 p. 14 × 22, nombr. fig., 2^e édit., 1952, relié 2 780

LE TURBORÉACTEUR ET AUTRES MOTEURS À RÉACTION. Kalnin A. et Laborie M. — Bases de propulsion par réactions : moteurs, combustibles, matériaux.

Turboréacteurs : compresseurs, chambre de combustion, turbine, alimentation, allumage. **Énergétique des turbo-réacteurs :** poussée, puissance, rendement. **Turboréacteurs en utilisation :** installation, entretien, pannes. **Fusées, statoréacteurs, pulso-réacteurs, motoréacteurs, turbopropulseurs, propulsion par réaction et vol vertical :** hélicoptères, appareils divers. 402 p. 16 × 25 280 fig., 1958, relié toile 5 300

MOTEURS A RÉACTION. Lavoisier G. — Principe de la réaction. Réalisation des turbo-machines. Quelques propulseurs modernes à réaction. Perfectionnements et évolution des réacteurs et de la turbine. L'entretien des réacteurs. 233 p. 13 × 21, 53 fig., 1952 1 200

TURBINES A GAZ ET RÉACTEURS. Lefort P. — Compoundage du moteur à pistons. Turbine à gaz, étude théorique. Turbine à gaz, problème du carburant. Pulso-réacteur, statoréacteur et fusée. Turbine à gaz, problèmes pratiques de fonctionnement. Réalisations de turbines à gaz et de réacteurs. Applications pratiques. Perspectives d'avenir. Propulsion atomique. 203 p. 13 × 19,5, 59 fig., 24 pl. hors-texte, 1953 700

LES AVIONS MODERNES. Lanoy O. — Tome I : La Cellule : Aérodynamique. Construction des avions. L'hélice d'avion. L'avion en vol. 264 p. 13,5 × 21, 211 fig., 2^e édit., 1956 1 600

Tome II : Les Moteurs : Caractéristiques de quelques avions récents. Montage, réglage et entretien des avions. Les planeurs. Les moteurs d'avion (étude théorique et pratique). Les moteurs à réaction et turbines à gaz. 328 p. 13,5 × 21, 206 fig., 2^e édit., 1956 1 600

L'HÉLICOPTÈRE. Moine J. — Le pilotage : Caractéristiques et principes. Manœuvres et évolutions. Vol de nuit, vol aux instruments, vol par mauvais temps. Procédures d'urgence. Vol d'essai et de réception d'un appareil. Enseignement du pilotage. Pilotage des hélicoptères à réaction. Exploitation : Prix de revient, entretien, utilisations. **Caractéristiques des principaux appareils français et étrangers :** 208 p., 89 fig., nombr. photos, 14,5 × 23, 1953 1 250

THÉORIE ET PRATIQUE DE L'HÉLICOPTÈRE. Lefort P. — Principes des voilures tournantes. Étude aérodynamique des hélicoptères. Vibrations. Stabilité. Calcul des performances. Principe des hélicoptères mécaniques, à réaction. Commandes, sécurité, pilotage. Description des principaux hélicoptères français et étrangers. 150 p. 15,5 × 24, 57 fig. 750

RADIO - ÉLECTRICITÉ - RADAR

RADIOTECHNIQUE AÉRONAUTIQUE. Fromy E. — Révisions de quelques principes fondamentaux. Notions générales de radiotechnique. L'équipement radio-électrique de bord. 360 p. 16 × 25, 237 fig., 2^e édit., 1947 ... 820

COURS POUR LA FORMATION TECHNIQUE DES RADIOS MILITAIRES ET CIVILS. Giniaux G. — Modulation de fréquence, lampes O. T. C., nouveaux appareils émetteurs et récepteurs, radars, alimentations stabilisées, etc. 564 p. 13 × 23, 400 fig., 4^e édit., 1957 1 500

TRAITÉ DE RADIOGUIDAGE. Ostrovidow S. — A l'usage des agents techniques et ingénieurs, des étudiants et des utilisateurs. 230 p. 16 × 25, 134 fig., 1950 ... 1 500

LA RADIO DANS LA NAVIGATION. Reynes X. — Radiotélégraphie. Radiogoniométrie. Radiophares. Radioterrage. Radars-sondeurs U. S. et radioélectriques. 342 p. 16 × 25, 230 fig., 3^e édit., 1951 1 390

NOTIONS DE CONTRÔLE, INFRASTRUCTURE ET GUIDAGE RADIO-RADAR, à l'usage du personnel navigant. Colin A. T. — 171 p., 15,5 × 21. Très nombr. figures, 1953 1 250

LES STATIONS RADIOÉLECTRIQUES DE BORD MARINE ET AVIATION. Reynes X. — Règles de services. Description. Schémas. Exploitation. Réglages. Code Q. 210 p. 13,5 × 21, 105 fig., 1951 990

CE QUE LE TECHNICIEN DOIT SAVOIR DU RADAR. Chrétien L. — Les lampes pour ondes courtes. Lignes coaxiales. Lignes de transmission. Guides d'ondes. Radiateurs d'ondes. Les circuits modulateurs. Le récepteur du radar. I. F. F. ou dispositifs d'identification. 248 p. 14 × 22,5 236 fig., 2^e édit., 1955 990

LE RADAR. Leprêtre R. — Théorie des ondes électromagnétiques. L'équation du radar dans l'espace libre et la propagation des ondes très courtes et ultracourtes dans la troposphère. Caractéristiques des émissions radar, choix des paramètres fondamentaux. Les organes essentiels des appareils radar. Différentes utilisations et applications du radar. 295 p. 16,5 × 25, nbr. fig., 1951 2 300

BALISES RADAR. Roberts A. — L'emploi des balises. Exigences des systèmes comportant des balises. Codage et communications. Trafic et construction. Projets de balises : circuits H.F. Récepteurs de balises. Émetteurs de balises : les magnétons. Émetteurs à triode. Source d'énergie et vérification des performances. Synthèse d'un système de balise. Étude des radars pour le fonctionnement avec balise. Projet d'un interrogateur-répondeur. Dispositifs classiques de balises. Installation, mise en fonction et entretien. 630 p. 16 × 24, 236 fig., nbr. photos, 1950, relié 3 600

AÉRO-ÉLECTRONIQUE. A.E.R.A. (Ouvrage publié par l'Association pour l'encouragement à la recherche aéronautique). — Premier Congrès International, Paris 1953-54. Télécommunications. Navigation. Atterrissage. Radar. Équipement de bord et au sol. Automatisation et télécommande. Mesures électroniques. Contrôles électroniques. Machines à calculer électroniques. Matériaux. 846 p. 19 × 28, 565 fig., relié toile, 1955 7 500

PILOTAGE - NAVIGATION

MÉTÉOROLOGIE POUR AVIATEURS. Sutcliffe R. C. — Traduit, développé et mis à jour par Lecomte R. et Godart O. Organisation météorologique. Météorologie générale et prévision du temps. Le climat. 366 p. 15 × 21,5, 114 fig., 1954. Annexe : Cartes synoptiques. Transmission. 40 p. 15 × 21,5, 6 tabl. 1954. Les 2 vol. ... 3 200

LA MÉTÉOROLOGIE DU NAVIGANT. Viaut A. — Données premières du problème météorologique. Les mouvements de l'atmosphère. Masses d'air. Fronts et cyclones. Les individus météorologiques. Les bases de la protection météorologique de la navigation aérienne. La protection météorologique de la navigation aérienne. 248 p. 16 × 24, 40 pl. nuages (3 en couleurs), 150 illustr. 7 pl. en couleurs. Nouvelle édit., 1956 1 950

MANUEL DE MÉTÉOROLOGIE DU VOL A VOILE. Bessemoulin J. et Viaut A. — L'atmosphère et les principaux éléments météorologiques. Stabilité. Instabilité. La convection thermique. Formation et évolution des cumulus. Le vol à voile thermique. Action du relief sur l'écoulement de l'air. Le vol à voile dans les ascendances de relief. La circulation générale de l'atmosphère et les fronts. Le vol à voile devant un front froid. Le vol à voile en France. 222 p. 16 × 24, 165 fig., 2^e édit. revue et mise à jour, 1956 1 400

NAVIGATION AÉRIENNE ASTRONOMIQUE. Dévé M. et Faure R. — Éléments d'astronomie : Le mouvement diurne. La sphère céleste. Les astres errants. Mesure du temps. La terre. Relations fondamentales. Heures et dates. **Navigation astronomique :** Détermination des éléments du triangle de position. Le problème du point. Le sextant de marine. Les sextants à bulle. Démonstration de formules utilisées dans les 1^{re} et 2^e parties. Procédés divers de calcul dans la méthode Marcq. Compléments : 267 p. 16,5 × 25, 120 fig., 1952 2 300

TRAITÉ PRATIQUE DE NAVIGATION AÉRIENNE. Duval A. B. et Hébrard L. — Règles générales de navigation aérienne. Compas. Navigation estimée. Point observé. Instruments de bord et de navigation. Pratique de la navigation. 214 p. 16,5 x 25, 124 fig., 10 pl., 5^e édit., revue et aug., 1950 1 000

RADIO-NAVIGATION AÉRIENNE. Gaudillière P. — Réalisations et perspectives. Généralités. Procédés actuels de navigation : Navigation aux grandes et aux faibles distances. Atterrissage sans visibilité. L'avenir de la radio-navigation. 248 p. 16 x 25, 173 fig., 3 tabl., h. t., 1949 1 300

LE PILOTAGE DES AVIONS CLASSIQUES ET A RÉACTION. Lamy F. — Le personnel. Le matériel. La préparation du vol. Les éléments du vol simple. Décollages et atterrissages. Les manœuvres de sécurité. La voltige. Le vol de groupe. Le vol de nuit. Les transmissions du pilotage. 260 p. 15,5 x 23, nbr. fig., 1951 550

PILOTAGE. Stani. — Aéronautique à l'usage des pilotes. Le poste de pilotage. Le terrain et l'espace aérien. Avant le vol. L'envol. Le virage et le retour au sol. La voltige. Le voyage. Le vol de nuit. Le vol de groupe. Les avions modernes. L'avion à réaction. La sécurité. L'hydravation. Le V. S. V. Le vol à voile. Les voilures tournantes. L'atterrissage sans visibilité. 260 p. 16,5 x 25, nbr. fig., 1951 1 150

ÊTRE PILOTE ! Jordanoff A. — Traduit de l'américain par Polart F. Notions d'aérodynamique. Le parachute et son emploi. Les premiers vols. Le décollage et l'atterrissage. Virages, montées et descentes. Pertes de vitesse et vrilles. Le moteur. L'hélice. Votre premier vol, seul. Navigation à vue. L'atmosphère. Le gyroscope et les instruments Sperry. Essences et huiles. Le moteur et son alimentation. Altitude ; mélange ; puissance. La bougie et la magnéto. Hélices à pas variable. L'avion et sa structure. Le givrage. Autres accessoires. De l'électricité. La radio en aviation. Le vol sans visibilité. L'aviation militaire. Les rafales. Le vol silencieux ; le planeur. Les transports aériens. 272 p. 18 x 23, 420 fig., nouveau tirage, 1958 950

L'ESSENTIEL DE L'ART DU PILOTAGE. Monville A. P. et Costa A. — Le pilotage. P.S.V. Sécurité. Vol à voile. Avions modernes. Conseils pratiques. 166 p. 16 x 24, nbr. photos et fig., 7^e édit., 1955 750

COMMENT APPRENDRE A PILOTER UN HÉLI-COPTÈRE. Busson G. et Lefort P. — Les voilures tournantes de l'antiquité à nos jours. Aérotechnique. Classification des giravions actuels. Commandes et pilotage de l'hélicoptère. Comparaison entre la manœuvre de l'avion et celle de l'hélicoptère. École. Brevet, licences. Circulation aérienne. 152 p. 14 x 22, nbr. fig., 1951 990

LE VOL A VOILE. Kronfeld R. — Le Brevet « B ». Le cours de vol à voile. Vols de performance, vols de distance. Le vol dans les nuages et devant les fronts d'orage. Le remorquage. Le temps, le vent et les nuages. 152 p. 15,6 x 21, 36 fig., 12 pl. h. t. nouv. tir., 1947 385

LE VOL A VOILE. Sirretta R. — L'île et le vent. Construction des appareils. Emploi. Entretien. Les champions et leurs performances. 213 p. 14 x 20, 83 fig., 4 pl. hors-texte, 1948 525

LA VIE EN VOL ET EN PLONGÉE. Chauchard (Dr. P.). — Altitudes aériennes et profondeurs aquatiques. Les milieux et leur conquête. Les effets chimiques des variations de pression atmosphérique et les moyens de les éviter. Les effets physiques du vol et de la plongée. Pression atmosphérique, température, pesanteur, rayons cosmiques. Les effets spéciaux de l'avion. Problèmes de psychologie et de médecine aéronautique. 344 p. 14 x 19, 29 fig., 1958 1 200

CHUTE LIBRE. Suire A. — Record du monde. Sous le signe de la peur. La course à la seconde. Entraînement solitaire. Le sens de l'air. Homme-oiseau. Notes techniques. 242 p. 15 x 20,5. 37 photos, 20 dessins. Sous couverture illustrée, 1959 1 400

HISTORIQUE - VULGARISATION

HISTOIRE DE L'AVIATION des origines à nos jours. Chambe R. — 512 p. 22 x 28, 1 100 illustr. hélios, 20 planches en couleurs, relié, jaquette illustrée, 1958. 6 500

L'AVIATION NOUVELLE. Rougeron C. et divers auteurs. — Les machines et les hommes. Le transport aérien. Le travail aérien. L'aviation militaire. L'avenir de l'aviation. 448 p. 16,5 x 23, 96 pl. en noir, 16 hors-texte couleurs, nbr. fig., relié toile, sous jaquette couleurs, 1957 3 100

L'AVIATION DES TEMPS MODERNES. Blanc E. — Aérodynamique. Construction. Pilotage et acrobaties. Sécurité des avions modernes. Sécurité du voyage. Le parachutisme. Machines volantes. Aviation militaire. Aviation civile et commerciale. Les métiers de l'air. L'aviation et la jeunesse. Vers l'avenir. Annexe. 560 p. 13,5 x 19,5. 265 fig., 4 cartes, 28 pl. hors-texte, 1953 1 620

LA CONQUÊTE DE L'AIR. Karlson P. — Traduit de l'allemand par Roth M. Les hommes. La théorie. La pratique. 280 p. 14 x 22,5, 120 fig., 20 pl. photos hors-texte, sous jaquette couleur, 1956 1 170

LE LIVRE DE L'AVIATEUR. Lauwick H. — Un guide de poche quotidien pour donner à ceux qui débutent dans le beau métier des ailes, l'expérience de centaines d'heures de vol. 147 p. 13,5 x 21, 49 fig., 1953 430

PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES. Chombard de Lauwe P. — Méthode. Procédés. Interprétation. Études locales, vues commentées. L'étude de l'homme sur la Terre. 138 p. 18 x 23, 118 fig. 1951 865

AVIATION ENGLISH. Humbert S. — Méthode d'anglais à l'usage des personnels de l'Aéronautique militaire et civile des exploitants des transmissions :

Tome I. 223 p. 16 x 25. 1955 850
Tome II. 223 p. 16 x 25. 1955 850

DICTIONNAIRE AÉRO-TECHNIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS. Henry L. — Avec tables de conversion des mesures anglaises et américaines. 507 pages 12 x 18, relié, 1952 1 400

DICTIONNAIRE TECHNIQUE DE L'AVIATION CIVILE ET MILITAIRE, français-allemand ; allemand-français. Marchand P. — 416 p. 13 x 18, relié, 1954 2 900

Les commandes doivent être adressées à la LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, Paris (9^e). Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement ou de versement au Compte Chèque Postal de la Librairie : Paris 4192-26. Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition, soit 10 % (avec un minimum de 90 fr.). Envoi recommandé : 60 fr. de supplément.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS (9^e)

Il n'est pas TROP TARD

pour commencer chez vous

les études les plus profitables

grâce à l'enseignement par correspondance de l'Ecole Universelle, la plus importante du monde, qui vous permet de faire chez vous, en toutes résidences, à tout âge, aux moindres frais, des études complètes dans toutes les branches, de vaincre avec une aisance surprenante les difficultés qui vous ont jusqu'à présent arrêté, de conquérir en un temps record le diplôme ou la situation dont vous rêvez. L'enseignement étant individuel, vous avez intérêt à commencer vos études dès maintenant.

Demandez l'envoi gratuit de la brochure qui vous intéresse :

- Br. 17.230 : **Les premières classes : 1^{er} degré, 1^{er} cycle** : Cours préparatoire (Cl. de 11^e), Cours élémentaire (Cl. de 10^e et 9^e), Cours moyen (Cl. de 8^e et 7^e). Admiss. en 6^e.
- Br. 17.235 : **Toutes les classes, tous les examens : 1^{er} degré, 2^e cycle** : Cl. de fin d'études, Cours complém., C.E.P., Brev., C.A.P. — **2^e degré** : de la 6^e aux Cl. de Lett. sup. et Math. spéc., Bacc., B.E.P.C., Bourses; — **Cl. des Collèges techniques**, Brev. d'enseign. industr. et commerc., Bacc. technique.
- Br. 17.232 : **Les études de Droit** : Capacité, Licence. — **Carrières juridiques**. (Magistrature, Barreau, etc.).
- Br. 17.244 : **Les études supérieures de Sciences** : P.C.B., Certificats d'études sup. (Math. gén., M.P.C., S.P.C.N., etc.), Licence, Agrég., C.A.P.E.S. de Math.
- Br. 17.253 : **Les études supérieures de Lettres** : Propédeut., Licence, (tous certif.), Agrég. C.A.P.E.S.
- Br. 17.257 : **Grandes Ecoles et Ecoles spéciales** : Polytechnique, Ecoles Normales Supérieures, Chartres, Ecoles d'Ingénieurs, militaires, navales, d'Agriculture, de Commerce, Beaux-Arts, Administration, Ecoles professionnelles, Ecoles spéciales d'Assistantes sociales, Infirmières, Sages-Femmes.
- Br. 17.234 : **Carrières de l'Agriculture** (Administrateur, Chef de culture, Assistant, Aviculteur, Apiculteur, etc.), des **Industries agricoles** (Laiterie, Sucrerie, Meunerie, etc.), du **Génie rural** (Entrepreneur, Conducteur, Chef de chantier, Radiesthésie), de la **Topographie** (Géomètre expert).
- Br. 17.245 : **Carrières de l'Industrie et des Travaux publics** : Electricité, Electronique, Physique nucléaire, Mécanique, Automobile, Aviation, Métallurgie, Mines, Prospection pétrolière, Travaux publics, Architecture, Métier, Béton armé, Chauffage, Froid, Chimie, Dessin industriel, etc. C.A.P. et B.P., préparations aux fonctions d'ouvrier spécialisé, Agent de maîtrise, Contremaître, Dessinateur, Sous-Ingénieur.
- Br. 17.233 : **Carrières du Commerce** : Employé de bureau, Sténodactylo, Employé de Banque, Publicitaire, Secrétaire de Direction, etc.; prép. aux C.A.P. et B.P.; **Publicité, Banque, Bourse, Assurances, Hôtellerie**.
- Brochure : **Carrières de la comptabilité** : Voir notre annonce spéciale p. III.
- Br. 17.246 : **Pour devenir Fonctionnaire** (France et Outre-Mer : jeunes gens et eunes filles, sans diplôme ou diplômés) dans les P.T.T., les Finances, les Travaux publics, les Banques, la S.N.C.F., la Police, le Travail et la Sécurité Sociale, les Préfectures, les Justices de Paix, la Magistrature, etc.; **Ecole nationale d'Administration**.
- Br. 17.237 : **Les Emplois Réservés** aux militaires, aux victimes de guerre et aux veuves de guerre; examens de 1^{er}, de 2^e et de 3^e catégories; examens d'aptitude technique spéciale.
- Br. 17.247 : **Orthographe, Rédaction, Versification, Calcul, Dessin, Ecriture**.
- Br. 17.240 : **Calcul extra-rapide et calcul mental**.
- Br. 17.249 : **Carrières de la Marine Marchande** : Admiss. dans les Ec. Nat. de la Mar. March.; Elève-Officier au long cours; Lieutenant de cabotage; Capitaine de la Marine Marchande; Patron au bornage; Capitaine et Patron de Pêche; Officier Mécanicien de 2^e ou 3^e classe; Certificats internationaux de Radio de 1^{er} ou de 2^e classe (P.T.T.).
- Br. 17.236 : **Carrières de la Marine de Guerre** : Ecole Navale; Ecole des Elèves officiers; Ecole des Elèves ingénieurs mécaniciens; Ecole du Service de Santé; Commissariat et Administration; Ecole de Maistrance; Ecole d'Apprentis marins; Ecoles de Pupilles; Ecoles techniques de la Marine; Ecole d'application du Génie maritime.
- Br. 17.254 : **Carrières de l'Aviation** : Ecoles et carrières militaires; Elèves pilotes; Elèves radionavigants; Mécaniciens et Télémécaniciens; Aéronautique civile; Fonctions administratives; Industrie aéronautique. — Hôtesse de l'Air.
- Br. 17.248 : **Radio** : Certificats internationaux; Construction, dépannage, Télévision.
- Br. 17.231 : **Langues vivantes** : Anglais, Espagnol, Italien, Allemand, Russe, Arabe. — **Tourisme**.
- Br. 17.256 : **Etudes musicales** : Solfège, Harmonie, Composition, Direction d'orchestre; Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Accordéon, Guitare, Instruments de Jazz; Chant; Professorats publics et privés.
- Br. 17.238 : **Arts du Dessin** : Dessin pratique, Cours universel de Dessin; Anatomie artistique, Illustration; Figurines de mode, Composition décorative; Aquarelle, Gravure, Peinture, Pastel, Fusain; Professorats.
- Br. 17.250 : **Carrières de la Couture et de la Mode** : Coupe, Couture (Flou et Tailleur), Lingerie, Corsets, Broderie; C.A.P., B.P., professorats officiels; Préparations aux fonctions de Seconde main, Première main, Vendeuse-Retoucheuse, Modiste, Coupeur hommes, Chemisier, etc. — **Enseignement ménager** : Moniteur et Professorat.
- Br. 17.255 : **Secrétariats** (Secrétaire de direction, Secrétaire particulier, Secrétaire de médecin, d'avocat, d'homme de lettres, Secrétaire technique); **Journalisme, l'Art d'écrire** (Rédaction littéraire) et **l'Art de parler en public** (Eloquence usuelle).
- Br. 17.241 : **Cinéma** : Technique générale, Décoration, Maquillage, Photographie, Prise de vues, Prise de son.
- Br. 17.251 : **Coiffure et Soins de Beauté**.
- Br. 17.239 : **Toutes les Carrières féminines**.

La liste ci-dessus ne comprend qu'une partie de nos enseignements. N'hésitez pas à nous écrire. Nous vous donnerons gratuitement tous les renseignements et conseils qu'il vous plaira de nous demander.

DES MILLIERS D'INÉGALABLES SUCCÈS

remportés chaque année par nos élèves dans les examens et concours officiels prouvant l'efficacité de l'enseignement par correspondance de

L'ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans - PARIS (XVI^e)

Chemin de Fabron, NICE (A.-M.) II, place Jules-Ferry, LYON



**ENTRE
L'EUROPE
ET
L'AFRIQUE...**

U.A.T.
AÉROMARITIME

ABOLIT LES DISTANCES

Les "long-courriers" de l'U.A.T.
relient chaque jour
la France
aux centres clefs
du continent noir



Renseignements et billets
dans toutes agences de voyages agréées

U.A.T. Aéromaritime, 3, Bd Malesherbes, Paris 8^e - Tél. ANJ. 78-04 à 09 et ANJ. 68-70

LA PLUS IMPORTANTE COMPAGNIE PRIVÉE FRANÇAISE DE TRANSPORT AÉRIEN