

Edition trimestrielle n° 54 • 3 NF

SCIENCE et VIE

NUMÉRO
HORS SÉRIE



AVIATION 1961

FIAT G 91 T

le trainer universel

ENTRAINEMENT

Pouvant entraîner les pilotes dès le début et jusqu'aux missions opérationnelles

EMPLOI OPERATIONNEL

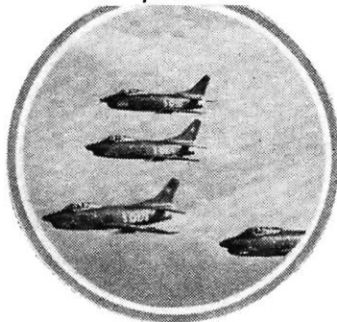
Garde toutes les principales caractéristiques et les possibilités du monoplace: il peut donc être utilisé en avion opérationnel d'appui tactique léger.



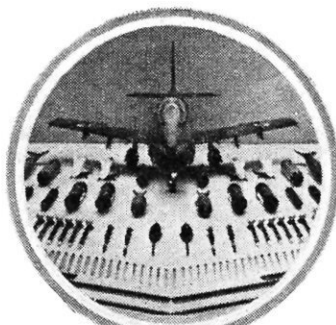
Reconnaissance armée

Le G 91 T en vol pendant
l'éclipse de soleil du 15 février 1961

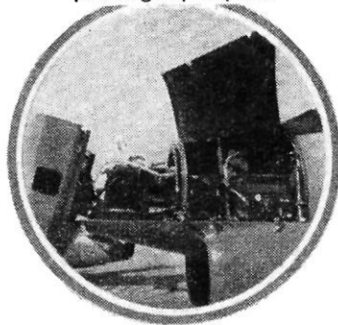
Entraînement au vol
en patrouille



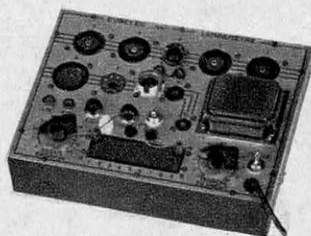
Systèmes combinés d'armement



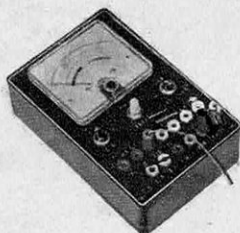
Installation des appareils
photographiques



VOUS recevrez tout ce qu'il faut !



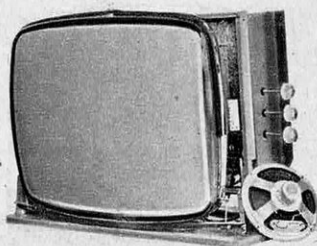
pour construire vous-même tous ces appareils, en suivant les Cours de Radio et de Télévision d'EURELEC.



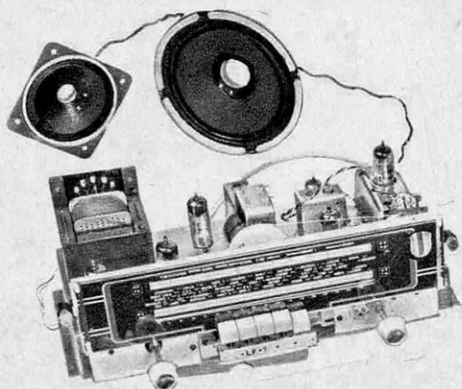
Pour le Cours de TÉLÉVISION : 52 groupes de leçons théoriques et pratiques, 14 séries de matériel. Vous construirez avec les 1000 pièces détachées du cours TV, un Oscilloscope professionnel et un Téléviseur 110" à écran rectangulaire ultra-moderne



Pour le Cours de RADIO : 52 groupes de leçons théoriques et pratiques accompagnés de 11 importantes séries de matériel contenant plus de 600 Pièces détachées qui vous permettront de construire 3 appareils de mesure et un superbe récepteur à modulation d'amplitude et de fréquence !



Et tout restera votre propriété !



Vous réaliserez, sans aucune difficulté, tous les montages pratiques grâce à l'assistance technique permanente d'EURELEC.

Notre enseignement personnalisé vous permet d'étudier avec facilité, au rythme qui vous convient le mieux. De plus, notre formule révolutionnaire d'inscription **sans engagement**, est pour vous une véritable "assurance-satisfaction".

Et songez qu'en vous inscrivant aux Cours par Correspondance d'EURELEC vous ferez vraiment le meilleur placement de toute votre vie, car vous deviendrez un spécialiste recherché dans une industrie toujours à court de techniciens.

Demandez dès aujourd'hui l'envoi gratuit de notre brochure illustrée en couleurs, qui vous indiquera tous les avantages dont vous pouvez bénéficier en suivant les Cours d'EURELEC.

EURELEC



INSTITUT EUROPÉEN D'ÉLECTRONIQUE

14, Rue Anatole-France - PUTEAUX - Paris (Seine)

Pour le Benelux exclusivement :

écrire à EURELEC 58 rue de la Loi, Bruxelles 4.

BON

(à découper ou à recopier)

Veuillez m'adresser gratuitement votre brochure illustrée, S.C 549

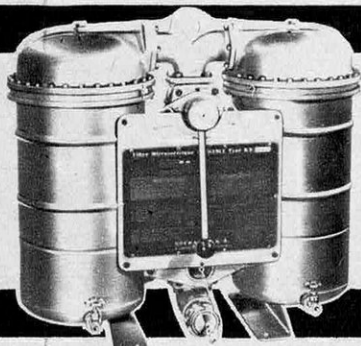
NOM

ADRESSE

PROFESSION

(ci-joint 2 timbres pour frais d'envoi).

FILTRES DÉCIMICRONIQUES **SOFRANCE K 3**



Carburant propre à 1/10 de micron
Carburant sec à 100 %
Taux de maintenance annuel 1 %
SÉCURITÉ TOTALE

SOFRANCE S. A.

TELEX : 58036

PARIS - 206, Bd Péreire - Téléphone : ÉTO. 35-19

LYON - 1, rue Ferrandière - Téléphone : 37-82-52

DUNKERQUE - 24, rue Faulconnier - Téléphone : 28-68

LIMOGES - 34, avenue Général Leclerc - Tél. : 97-26 et 28-23

ALGER - 5, rue Lys du Pac - Téléphone 6360-29

BRUXELLES - 35, avenue des Canaris - Tél. : 72-76-13

STUTTGART - 33, Stephanstrasse - Téléphone 930-27

LIVORNO - Corso Mazzini 70 - Téléphone : 24-481

TARRASA (BARCELONA) - San Cristobal 27 - Tél. : 2979

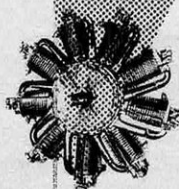
Agence à **TOULOUSE** - 21, rue des Orchidées

FUELMAX

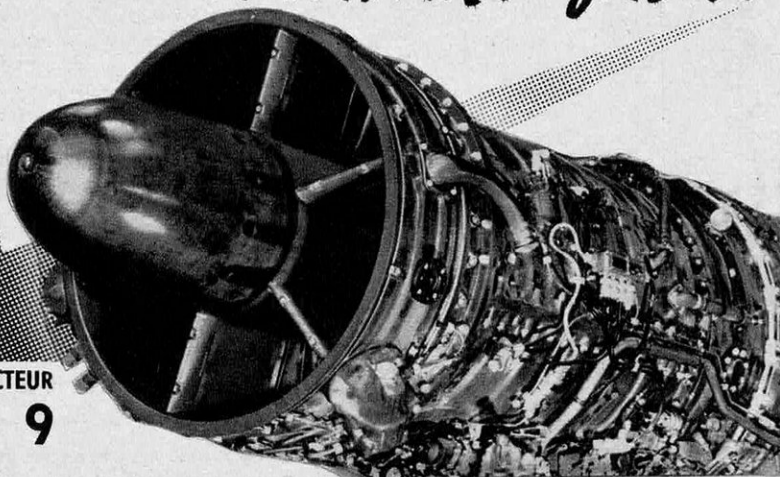
SALON DE L'AÉRONAUTIQUE : Le Bourget - Stand N° 217, Hall C

**SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉTUDE ET DE CONSTRUCTION
DE MOTEURS D'AVIATION**

150, BOULEVARD HAUSSMANN - PARIS-VIII^e



*Du passé...
à l'avant-garde*



**TURBO-RÉACTEUR
ATAR 9**



S E C U R I T É

Rotation rapide & Economie

C O N F O R T

**L'Avion à 4 turbines
a hautes performances**

POTEZ 840

apporte un nouveau standard au transport sur courtes distances

GROUPE POTEZ 46, Avenue KLÉBER - PARIS (16')



**TELEPHONE
KLÉBER 27-83**

Les hommes de métier choisissent RIBET-DESJARDINS



JEAN J. RICHARD

instructeur radio-navigant des Transports Aériens Intercontinentaux, 14.800 heures de vol, 5 millions de kilomètres sur la ligne Paris-Los-Angeles par Tahiti, la plus longue du monde, radio-amateur F8XF : un spécialiste ! Après un "Nouméa" ou un "Tana", il retrouve toujours avec plaisir dans son appartement de Fresnes la qualité d'écoute et la fidélité musicale de son "Berlioz".

Le "Berlioz" est un récepteur-radio d'une haute qualité technique, assurant notamment une excellente réception des émissions Modulation de Fréquence.

7 lampes - Clavier 7 touches (Luxembourg et Europe n° 1 pré-réglés) - Cadre orientable - Antenne FM incorporée - Prises HP supplémentaire, PU, antennes extérieures FM et AM, Terre - Antifading.
Colfret bois verné, grille-décor perle.

RIBET-DESJARDINS

13-17, RUE PÉRIER, MONTROUGE (SEINE) ALÉ. 24-40



GOODYEAR

**Le plus grand
producteur de pneus
du monde
est au service
de l'Aéronautique
comme au service
de l'Automobile**

**Partout il vous offre
la sécurité maximum**

L'ÂÉRONAUTIQUE NAVALE



offre aux jeunes gens qui possèdent une bonne instruction secondaire la possibilité de devenir :

niveau classe de 1^{re}

**PILOTE, NAVIGATEUR AÉRIEN,
ÉLECTRONICIEN**

niveau classe de 3^e

CONTROLEUR D'ÂÉRONAUTIQUE

BUREAUX D'ENGAGEMENT MARINE

LILLE, 87, rue de l'Hôpital-Militaire

PARIS, Caserne de la Pépinière, 15, r. de Laborde (8^e)

CHERBOURG, r. l'Abbaye

RENNES, Quartier du Colombier, place du Champ-de-Mars

SAINT-BRIEUC, Cas. d. Ursulines, pl. du Champ-de-Mars

BREST, Foyer du Marin, rue Yves-Collet

LORIENT, r. de la Cale-Ory

NANTES, Inscription Maritime, 22 bis, av. de Launay

ROCHEFORT, Caserne Martrou, rue Jean-Jaurès

BORDEAUX, 54, r. Croix-de-Seguey

TOULOUSE, Caserne Compans, boulevard Lascrosse

METZ, Caserne Ney, place de la République

NANCY, Caserne Thiry, rue Sainte-Catherine

COLMAR, Caserne Rapp, route de Wintzenheim

DIJON, Caserne Vaillant, avenue Garibaldi

CLERMONT - FERRAND, 31, cours Sablon

LYON, Caserne de la Part-Dieu, rue Garibaldi

BÉZIERS, Cas. Duguesclin

TOULON, Majorité Générale, rue Anatole-France

AJACCIO, Marine en Corse

BIZERTE, Dépôt de Sidi Abdallah (près Bizerte)

ALGER, Marine à Alger

ORAN, Marine à Oran

Pour tous renseignements s'adresser aux bureaux d'engagement marine



**Sur tout le réseau long-courrier d'AIR FRANCE
à bord du *BOEING Intercontinental***



LE BAR PROMENOIR

Voyagez à bord du Boeing Jet Intercontinental d'Air France, dans une ambiance très parisienne, vous apprécierez ces innovations sensationnelles, exclusivités d'Air France :

- Le Bar Promenoir
- Les Menus Gastronomiques des Provinces Françaises
- Le nouveau fauteuil "Grand Espace"

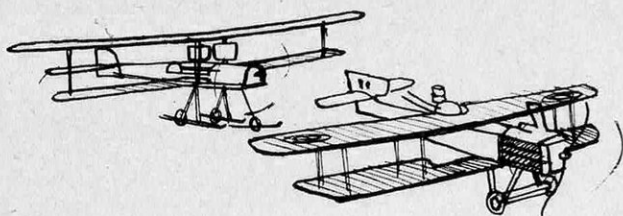
Consultez votre Agent de voyages habituel ou Air France ,
à PARIS: 119 Champs-Élysées.



AIR FRANCE

LE PLUS GRAND RÉSEAU DU MONDE

U2&O

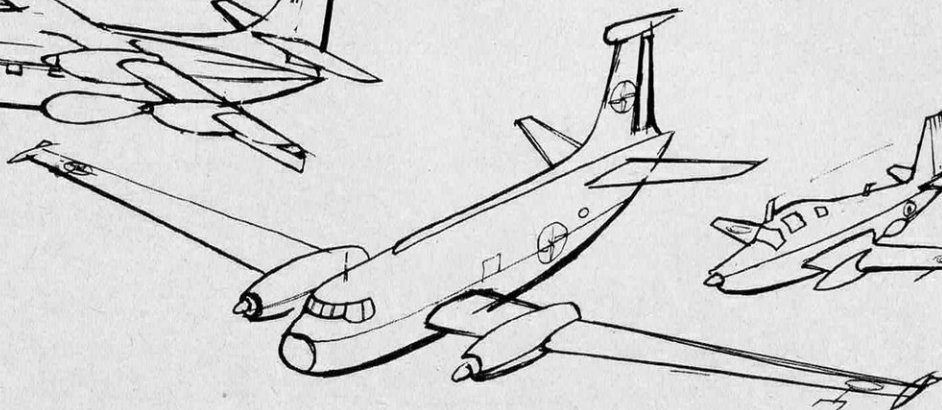
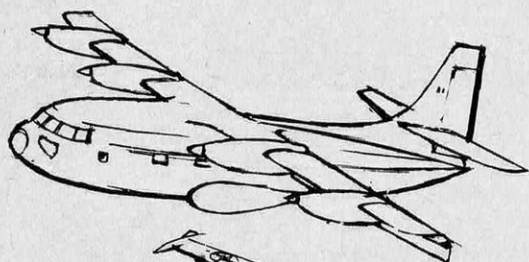
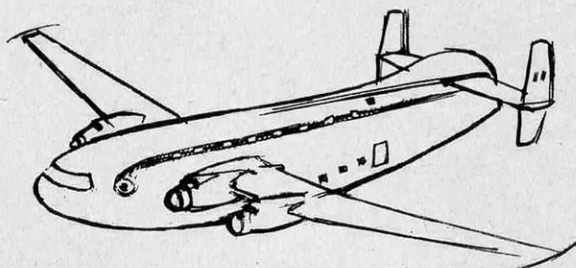
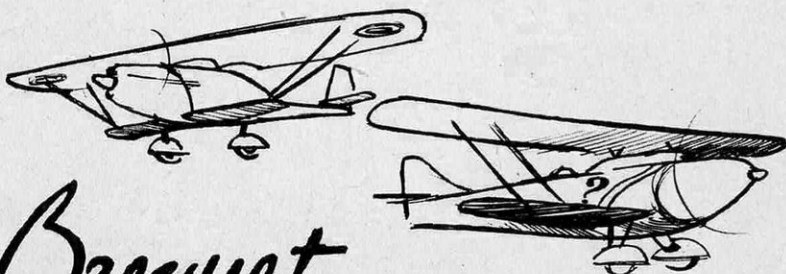


cinquante ans au service de l'aviation

1911

Louis Breguet

1961



NUMÉRO HORS SÉRIE

AVIATION 1961

SOMMAIRE

| | |
|--|-----|
| • LE CONFORT AÉRIEN EN 1961 | 10 |
| • LES LONG-COURRIERS A L'ÈRE DU "JET" | 14 |
| • LE NOUVEL ORLY | 27 |
| • LE CONTROLE DE LA CIRCULATION AÉRIENNE | 30 |
| • VERS L'AVION DE TRANSPORT SUPERSONIQUE | 38 |
| • L'AVIATION FRANÇAISE | 46 |
| • LES TURBORÉACTEURS A DOUBLE-FLUX | 80 |
| • TROIS GÉNÉRATIONS D'ENGINS BALISTIQUES | 90 |
| • BASES D'ENGINS FIXES ET MOBILES | 100 |
| • AVIATION MILITAIRE 1961 | 108 |
| • LES RECORDS DU X-15 | 134 |
| • LES HÉLICOPTÈRES | 136 |
| • AVIATION D'AFFAIRES ET PRIVÉE | 142 |

Directeur général :
Jacques Dupuy

Directeur :
Jean de Montulé

Rédacteur en chef :
Jean Bodet

Direction, Administration, Rédaction : 5, rue de La Baume, Paris-8^e. Tél. : Balzac 57-61. Chèque postal 91-07 PARIS. Adresse télégr. : SIENVIE PARIS.

Publicité : 2, rue de La Baume, Paris-8^e. Tél. : Elysées 87-46.

New York : Arsène Okun, 64-33, 99th Street Forest Hills, 74 N. Y. Tél. : Twining 7.3381.

Londres : Louis Bloncourt, 17 Clifford Street, London W. 1. Tél. : Regent 52-52

Washington : Science Service, 1719 N Street N.W., Washington 6, D.C. (U.S.A.)

TARIF DES ABONNEMENTS

| POUR UN AN : | France et Union F ^{re} | Étranger |
|---|---------------------------------|----------|
| 12 parutions | 15, — NF | 20, — NF |
| 12 parutions (envoi recommandé) | 22,50 NF | 28, — NF |
| 12 parutions plus 4 numéros hors série | 24, — NF | 32, — NF |
| 12 parutions plus 4 numéros hors série (envoi recd) | 34, — NF | 42, — NF |

Règlement des abonnements : SCIENCE ET VIE, 5, rue de La Baume-Paris. C.C.P. PARIS 91-07 ou chèque bancaire. Pour l'Étranger par mandat international ou chèque payable à Paris. Changement d'adresse : poster la dernière bande et 0,30 NF en timbres-poste.

Belgique et Grand-Duché (1 an) Service ordinaire FB 180
Service combiné FB 330

Hollande (1 an) Service ordinaire FB 200
Service combiné FB 375

Règlement à Édimonde, 10, boulevard Sauvenière, CCP. 283.76, P.I.M. service Liège.



Une partie du parc des « Caravelle » d'Air France

le confort

EN 1932, lorsque Donald Douglas, enfant prodige de l'aviation américaine, mit en route sa fameuse série des *Douglas Commercial*s (dont la troisième génération, celle des DC-3, suffira pour immortaliser toute la lignée), il étonna son bureau d'étude en insistant sur une notion qui, à l'époque, était la dernière préoccupation de l'aéronautique : le confort.

Pour savoir ce que les transporteurs avaient pu imaginer de mieux en la matière, il envoya un de ses ingénieurs comme passager sur un des trimoteurs Ford qui faisaient alors la liaison transcontinentale des États-Unis.

Son homme lui revint, pâle et défait, au bout de dix jours (ayant préféré faire le voyage retour en train). Ses impressions, notées sur le vif, tout au moins dans la mesure où la course brimbalante de l'appareil permettait de tenir une plume, se résumaient ainsi :

L'« express » avait fait 12 escales de ravitaillement. Incapable de s'élever au-dessus des intempéries, obligé par ailleurs de respecter ses horaires à cause de son chargement postal (l'aviation civile tirait le plus gros de ses ressources des subventions que l'État lui versait pour le transport du courrier), il avait dû affronter orage sur orage. Trente heures de roulis et de tangage, de secousses horripilantes, de pilonnage sans répit. Les dents s'entrechoquaient sous l'effet des vibrations. Le vacarme était assourdissant et, pour résister à l'assaut des décibels, il ne restait aux passagers qu'à se mettre des tampons d'ouate dans les oreilles. La seule conversation possible se faisait par la lecture des lèvres. La cabine était glaciale et, quand on prenait de l'altitude pour franchir les montagnes, on avait à coup sûr les pieds gelés. Les toilettes, à l'arrière, étaient tellement exiguës qu'on avait la plus grande



aérien en 1961

peine du monde à s'y faufiler, et qu'une fois à l'intérieur, il n'était plus question de refermer la porte derrière soi. Les sièges étaient conçus à la spartiate.

Douglas décida de changer tout cela. Il est vrai que le « confort » du DC-1 lui ajoutait 7 500 kg, et qu'on se demanda d'abord comment les moteurs allaient pouvoir soulever tout ce luxe inutile. Mais l'appareil décolla en beauté. Les vols d'essais furent enthousiasmants.

La révolution du confort

C'est avec le DC-3 que la révolution du confort l'emporta : fauteuils réglables, insonorisation, climatisation, eau courante, repas chauds, cabinet de toilette avec — suprême innovation — un rasoir électrique. De ce jour, l'aviation commerciale fut hantée par l'idée de confort.

Elle semble naturelle au voyageur 1961 qui se laisse déposer moelleusement sur la piste d'un grand aéroport international. Il descend de son palace volant que quatre turboréacteurs géants ont enlevé à la vitesse de 900 km/h, et où il s'est fait bercer par un ronronnement discret, engoncé dans la mousse latex de son fauteuil, emporté dans ce ballon hermétique et imperturbable au climat uniformément tiédi, sous une pression artificielle, dans une atmosphère synthétique, tandis que, de l'autre côté des hublots, règne l'air rare et invivable des hautes altitudes et l'étrange paysage sans horizon.

En achetant son titre de transport, c'est avant tout du confort qu'il a acheté. Les compagnies aériennes le savent bien. Les passagers d'aujourd'hui font confiance aux lignes pour ce qui est de la sécurité et de la vitesse. La vitesse, d'ailleurs, est quelque chose qu'on ne « sent » plus : jamais on n'a

été si vite, et jamais on n'a eu autant l'impression d'immobilité en vol. Les avantages « opérationnels » de tel ou tel appareil ? Cela n'intéresse pas le voyageur et, de toutes façons, les compagnies utilisent pratiquement les mêmes types d'avion sur les mêmes parcours. Les performances se tiennent, les techniques d'exploitation sont unifiées. Ainsi, le seul élément du voyage aérien auquel le passager moderne reste sensible, celui qu'il gardera dans son souvenir, c'est le confort dont il a joui. Aussi les compagnies aériennes se concurrencent-elles à coups d'oreillers douillets, de sourires de « pin-up » de l'air, de lits bordés, de petits soins et de petits plats.

Les compagnies dépensent des capitaux gigantesques en frais d'études pour résoudre le problème du confort humain dans un espace vital restreint, où le client est virtuellement prisonnier de son fauteuil et condamné à l'immobilité pendant toute la durée du vol. Pour trouver une disposition agréable des sièges à l'intérieur de cette forme architecturale impossible qu'est le fuselage cylindrique d'un avion, une ligne américaine commanda une étude qui coûta un million et demi de dollars et représenta 120 000 heures de travail, car, dans l'établissement des plans de masse d'un avion, la notion de confort ne doit jamais contredire celle de rendement commercial : chaque mètre cube inutilisé se chiffre à la longue par une perte financière énorme.

Comme il s'agit de transporter non pas des mannequins immobiles, mais des passagers doués de mouvement, et pour qui le confort réside justement dans le fait de n'être pas immobilisés, il a fallu étudier les besoins cinétiques dans l'espace et trouver les lois d'encombrement de l'homme (et de la femme) qui déterminent les volumes d'occupation et d'utilisation. Tout cela pour dessiner le siège d'avion idéal aux possibilités multiples d'inclinaison du dossier et de l'appui-jambes.

D'études médicales il ressort que la position de relaxation totale (ou de « moindre action musculaire ») est réalisée quand les divers segments du corps humain — jambes, cuisses, tronc, bras — forment entre eux un angle de 135°, les pieds situés à l'horizontale pour obtenir la meilleure circulation sanguine, la pression intraveineuse se trouvant ainsi abaissée et l'effort du cœur diminué.

Cette recherche dans la géométrie du confort a permis de déterminer les trois positions de base : assise, position de lecture à 20° et position de repos complet. On s'est ingénié à connaître, grâce aux rayons X,

les postures du squelette humain pour diverses positions assises.

Non moins savantes sont les études d'« élasticité des matériaux de soutien du corps », les recherches anatomiques sur la largeur d'appui des fessiers. On veut (selon la formule publicitaire d'une ligne américaine) que le client soit assis sur un nuage. En l'occurrence, la mousse de latex tient lieu de nuage. Grâce à ces capitonnages éthérés, on voudrait tendre à mettre le client dans cet état de flottaison que les astronautes connaîtront pendant les périodes de non-pesanteur.

La beauté fonctionnelle

Mais le confort moral fait lui aussi l'objet d'études très fouillées. L'esthétique, par exemple, est un élément primordial de confort psychologique. L'aviation civile est le domaine d'élection de l'esthétique dite « industrielle » : la beauté fonctionnelle, cette invention de notre siècle pragmatique, où le bon goût et le sens pratique s'interpénètrent et se confondent. Cela commence avec l'agence de la compagnie aérienne, avec son atmosphère stylisée, son luxe suave, sa géométrie d'une simplicité compliquée. Cela se continue par l'aérogare (après la parenthèse que constitue la laideur des quartiers traversés par le car des passagers) ; ici, l'architecture tout entière est une invitation à entrer dans le monde de demain.

Et finalement, c'est l'avion lui-même. Extérieurement d'abord : jamais les avions n'ont été aussi beaux que depuis qu'ils vont si vite ; leur aérodynamisme rejoint de plus en plus le goût esthétique du xx^e siècle. Intérieurement aussi : on ne s'imagine pas le temps, l'argent, la science qui sont dépensés à trouver les tissus d'ameublement, à déterminer les matériaux gais et nobles, à créer l'élégance aéronautique, à mettre au point des revêtements intérieurs aux effets psychologiques : par exemple, l'ambiance colorée qui doit atténuer l'impression de fatigue.

L'aérogastronomie

Au cœur de ce délicat problème des sensations physiques et des réactions psychologiques, il y a la nourriture. Les compagnies ont vite reconnu que le repas à bord est beaucoup plus qu'une simple affaire d'alimentation et d'estomacs affamés. L'aviation moderne, qui croise à haute altitude, n'offre pas un paysage très varié ni, à la longue, très intéressant aux regards du voyageur. Les transporteurs savent que les repas doivent être servis à certains moments psychologiques

pour étouffer l'ennui naissant, et que, le repas prenant ainsi une valeur symbolique, le client exige beaucoup de ce symbole et s'attend à ce qu'on lui serve une cuisine de gourmets aux savantes délicatesses.

Or, l'aérogastonomie est un art difficile. Un avion ne dispose pas, comme un paquebot ou un wagon-restaurant, d'une place très large pour le stockage des aliments et la confection des menus. Pour l'ingénieur aéronautique, tout espace qui n'est pas occupé par un passager est de la place perdue; tout aménagement en dehors des sièges est un gaspillage de charge utile. Aussi est-on arrivé à des petits réduits dont aucune ménagère « terrestre » ne voudrait comme cuisine. On a fait des prodiges de miniaturisation et de légèreté dans l'équipement culinaire aérotransporté. Une formidable industrie, toujours à l'affût de nouvelles astuces, s'est bâtie autour de ce problème du confort gastronomique dans les avions. Les progrès dans ce domaine ont suivi ceux de la technique aéronautique: alors qu'en 1944 une kitchenette d'appareil mettait, avec ses 750 watts, deux heures pour préparer les repas de 12 passagers, les installations modernes servent 60 passagers en vingt minutes.

Mais la préparation des mets à bord devient une affaire de plus en plus impossible. L'augmentation du nombre de passagers dans les grands appareils actuels condamne la cuisine « sur place ». Les vitesses auxquelles on atteint (soustraction faite du temps de montée et de descente) ne laissent guère le temps de cuire un repas et de le servir tant que l'avion est encore en vol de croisière. A notre époque, réchauffer en avion des plats préfabriqués est même impossible. Il faut les tenir chauds à terre et les amener à la dernière minute dans l'avion dans des « containers » spéciaux.

Autant dire que l'infrastructure culinaire terrestre qui dessert la flotte commerciale est à l'échelle monstrueuse du trafic aérien d'aujourd'hui.

L'aéroport d'Orly, c'est d'abord une gigantesque cuisine, dont la cuillère à pot est à la dimension du monde, dont les fours volent d'un continent à l'autre. Jamais le soleil ne se couche sur les cuisiniers d'Air France: à Baranquilla, à Abidjan, à Delhi, à Hambourg, on prépare la cuisine française pour l'avion du soir. Tandis que le passager déguste entre Paris et Londres son turbot grillé sauce Choron, un pâtissier aux antipodes enfourne les tartelettes nantaises pour le prochain vol. A l'escale de Mexico, l'avion prendra le grenadin de veau hussarde. A Beyrouth, on enferme dans les « containers » la côte-de-veau comme-chef-soi.

L'internationalisation de la clientèle aérienne pose aux tacticiens gastronomiques des problèmes innombrables. Les services de la Sabena ont tiré quelques leçons de l'expérience: les Sud-Africains n'aiment pas le vin français; les Américains n'aiment pas le champagne brut; les Français n'aiment que « leurs » vins; les Américains aiment le café léger; les Italiens aiment le café fort; les Belges affectionnent ce qu'ils appellent le « filet américain » (steak tartare), peu goûté des Américains; les Israélites orthodoxes peuvent recevoir une boîte spéciale portant la signature du grand rabbin de Belgique; les Hollandais aiment les choux de Bruxelles avec le canard à l'orange.

Le règne de l'électronique

Autre élément de confort: la vitesse. Non seulement la vitesse de vol, mais la rapidité de l'organisation commerciale des lignes aériennes d'aujourd'hui. L'électronique se charge de tout: les mémoires magnétiques, les calculatrices, les comptabilisateurs contrôlent l'état des réservations aux quatre coins du monde, tandis que les réseaux mettent tous les points de la terre à quelques minutes de portée de n'importe quel bureau de la compagnie.

Une question posée à Paris par New York n'attend pas trois minutes sa réponse. Quelque cinq millions de messages passent ainsi chaque année dans le seul service de réservation d'Air France à Paris, qui d'autre part reçoit en période de pointe de 12 000 à 13 000 appels téléphoniques par jour et traite dans le même temps plus de 5 000 télégrammes. Dans le nouvel immeuble de 10 étages qu'Air France se fait construire, à Paris, 200 opérateurs devant des claviers pourront consulter, modifier et compléter, par l'entremise de cerveaux électroniques, toutes les listes de passagers de tous les vols prévus par Air France dans le monde entier pendant 12 mois. On appuiera sur quelques touches pour connaître toutes les disponibilités de places et pour agir en conséquence: réservations, annulations, reports de places, options, confirmations.

A l'âge compliqué où nous vivons, une infrastructure elle-même affreusement compliquée se trouve tout entière vouée à simplifier et à faciliter cette activité de plus en plus importante de l'homme: le voyage. Et malgré la concurrence, l'aviation commerciale est arrivée à une coordination parfaite entre les différentes compagnies. Car l'intérêt général se retrouve sur un point: le confort du passager.

Les long-courri

C'EST le 26 octobre 1958 que le premier avion à réaction long-courrier fut introduit en service régulier. A la fin de 1960, plus de 200 de ces quadriréacteurs géants sillonnaient le monde, et il est intéressant de tenter de dégager les conclusions sur le bénéfice réel de cette vaste opération qui a engendré une véritable révolution.

Tout bilan présenté deux ans seulement après le début de l'avion commercial à réaction, ne peut évidemment être que provisoire; le bilan définitif ne pourra être établi avant longtemps; il ne pourra également être que meilleur puisque, aujourd'hui, nous subissons l'effet des corollaires économiques des nombreux problèmes qui ont affecté la mise en service de ces appareils. Il est d'autant plus intéressant d'analyser les conséquences de ces premières années d'exploitation des avions à réaction que, déjà, l'industrie aéronautique tente d'imposer aux transporteurs l'idée d'un avion commercial supersonique.

Si l'avion de transport à réaction, particulièrement les quadriréacteurs transatlantiques qui nous intéressent plus spécialement ici, était indispensable pour permettre au transport aérien de sortir de l'ornière dans laquelle il risquait de s'enliser, son introduction hâtive, précipitée par l'industrie, a créé d'importants problèmes. Ces derniers, outre les transporteurs, ont automatiquement affecté les gouvernements, responsables des aéroports et des services de navigation, et ont entraîné des dépenses dont certaines n'avaient malheureusement pas été prévues.

La réduction des tarifs

Des quatre secteurs intéressés par l'avènement de l'avion de transport à réaction, les passagers, les transporteurs, les gouvernements et les constructeurs, seul le premier, celui des usagers du transport aérien, a

gagné non seulement en avantages, vitesse et confort, mais aussi en économie. Car le prix du transport aérien n'a pas augmenté malgré l'important perfectionnement du produit vendu; en fait, les prix, particulièrement sur les longues distances, n'ont fait que diminuer.

Sir W. P. Hildred, directeur de l'I.A.T.A. (International Air Transport Association), a précisé que le coût du billet transatlantique était aujourd'hui de 30 % inférieur à celui d'il y a dix ans, bien que les salaires, notamment en Amérique, aient augmenté du même pourcentage pendant cette même période. Il s'agit évidemment ici du meilleur exemple, basé sur le nouveau tarif excursion à validité limitée, mais il y a certainement une tendance générale à l'abaissement qui s'est encore accentuée ces dernières années grâce aux avions à réaction.

Il est certain, de plus, que le transport aérien diminuera encore ses prix, les débats souvent tumultueux au sein des conférences de trafic de l'I.A.T.A. en font foi. D'ailleurs l'équation offerte aux transporteurs est simple: il y a excès de sièges offerts au transport, cet excédent augmentera encore au fur et à mesure de la mise en service des appareils encore à livrer alors que l'augmentation du trafic ne suit pas l'offre. Pour précipiter la progression du trafic les transporteurs devront diminuer leurs prix.

120 millions de passagers

L'avion à réaction offre un prix de revient au siège-kilomètre bien inférieur à celui de l'avion à moteurs à pistons; il y a en frais directs une diminution de l'ordre de 30 %, mais, naturellement, pour traduire cet avantage en réalité économique, il faut la garantie d'un bon coefficient d'occupation. L'attrait de l'avion à réaction est très grand et, en

ers à l'ère du JET

1959, les quelques transporteurs privilégiés qui possédaient ces appareils volèrent à plein chargement; cependant, en 1960, avec l'introduction par la plupart des transporteurs importants de ce même matériel, le trafic se répartit et les coefficients d'occupation fléchirent. Cette chute sera encore accentuée en 1961 par la mise en service du solde des commandes de matériel à réaction. On prévoit une pause en 1962, mais, dès 1963, le problème reprendra toute son acuité avec l'introduction de nouveaux types d'avions moyen-courriers. Quant au trafic des passagers, il poursuit son évolution à un rythme annuel d'augmentation de 10 %. 98 millions de passagers empruntèrent la voie des airs en 1959; 1960 enregistra 108 millions de passagers et l'O.A.C.I. (Organisation de l'Aviation Civile Internationale), espère atteindre le total de 118 millions à la fin de cette année. Nous ne nous avançons pas au delà de cette date, les chiffres présents ayant suffisamment prouvé l'optimisme, parfois fortement exagéré, des prévisions de trafic faites par les organismes spécialisés.

L'économie du « Jet »

Il ne faudrait cependant pas déduire de ce qui précède que l'introduction de l'avion de transport à réaction, malgré sa précipitation, constitue une erreur de jugement de la part des transporteurs. Certes, il apparaît actuellement que les transporteurs ont initialement acheté trop de matériel, mais le principe même de l'économie de l'avion à réaction n'est pas mis en cause. Outre le progrès technique évident qu'il représente, son économie, par là nous entendons son prix de revient au siège-kilomètre, est particulièrement intéressante. Jusqu'alors les transporteurs étaient prisonniers d'une formule qui avait atteint son plafond; en fait, les

derniers modèles d'avions à pistons accusaient un léger recul économique. La pleine capacité de ces appareils était atteinte en saison; dès lors, pour sortir de ce cercle vicieux, il était évident qu'une formule révolutionnaire devenait nécessaire. Malgré ses conditions financières initiales plus élevées, l'avion à réaction, par son énorme potentiel de productivité, offrait un prix au siège-kilomètre bien inférieur à celui des avions à pistons. Pour illustrer cette proposition et en donner un ordre de grandeur, nous donnons ci-dessous les chiffres constatés par une société de transport américaine.

Si ce même calcul se fait sur le nombre de sièges offerts en version touriste ou économique, la différence de prix au siège-kilomètre ne fait que s'améliorer au profit de l'avion à réaction. On rejoint alors la diminution de 30 % avancée par les constructeurs.

Pour obtenir le chiffre le plus intéressant, celui du coût du siège-kilomètre transporté, il faut encore tenir compte du coefficient

| Dépenses directes d'exploitation | DC-7 | B-707 |
|---|--------|--------|
| | \$ | \$ |
| Dép. de vol (p. heure) | 187,13 | 379,05 |
| Dép. directes d'entretien (p. heure)..... | 76,27 | 189,31 |
| Amort. (p. heure).... | 67,23 | 185,90 |
| Dép. dir. (p. heure)... | 330,63 | 754,26 |
| Vit. bloc à bloc km/h | 449 | 713 |
| Dép. dir. au km-avion | 0,733 | 1,056 |
| Nombre de sièges (version luxe) | 60 | 99 |
| Dép. siège-km (cent) | 1,23 | 1,07 |

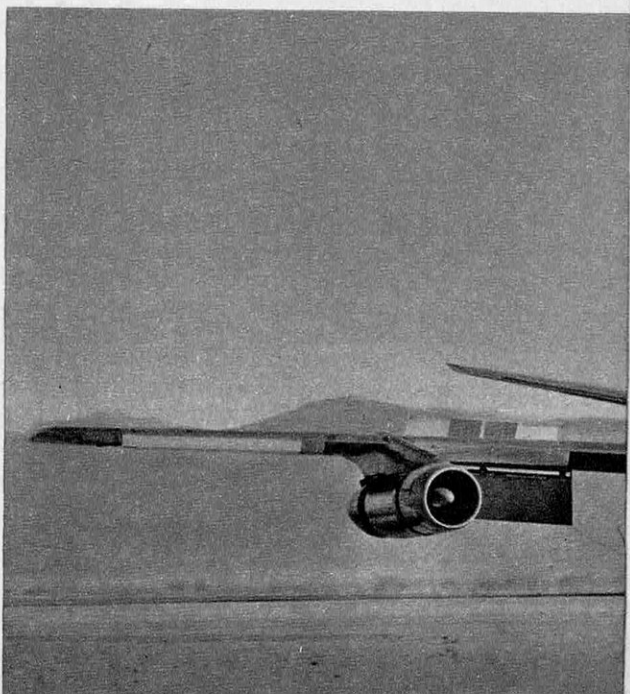


Boeing Intercontinental

C'est la version 320 du Boeing 707, à fuselage allongé pouvant emporter 189 passagers en classe touriste à 965 km/h. Sur la version 420, les turbo-réacteurs Pratt et Whitney JT 4-A 9 sont remplacés par des Rolls-Royce Conway à double flux. 175 Boeing 707 et 720 avaient été livrés à la fin de 1960 à des compagnies réparties dans le monde entier.

Boeing 720-B Astrojet →

La version moyen-courrier du Boeing 707 porte la dénomination 720. Le 720-B, dont le premier exemplaire est entré en service régulier chez les American Airlines en mars dernier, est équipé des turbo-réacteurs Pratt et Whitney JT 3 D-1 à turbosoufflante avant de 7 718 kg de poussée avec une vitesse de croisière atteignant 1 020 kilomètres à l'heure.





moyen d'occupation. L'O.A.C.I. a fait le travail pour nous et avance pour l'avion à réaction subsonique au prix au siège-kilomètre transporté de 2,9 cents. Ce chiffre est à comparer au revenu moyen au siège-kilomètre également donné par l'O.A.C.I., soit 3,7 cents, ce qui multiplié par la production des avions à réaction pourrait représenter un bénéfice très satisfaisant.

Dépenses prévues et imprévues

Mais la réalité allait sérieusement modifier les estimations des constructeurs et utilisateurs. Des problèmes de technique d'opération allaient venir gonfler les dépenses prévues et, plus grave encore, imposer de nouvelles sources de dépenses. On se rend compte aussi, à présent, que l'augmentation très appréciable des frais indirects n'avait pas été estimée à sa juste valeur.

Nous reprendrons maintenant, point par point, les divers aspects de l'avion de transport à réaction qui ont joué et jouent encore un rôle significatif dans l'évolution de la situation financière des sociétés de transport aérien.

Le facteur économique le plus déterminant a certainement été le financement de ces quadrimoteurs dont le prix unitaire, avec les pièces de rechange indispensables, varie entre 5 et 6 millions de dollars. Rien que le prix d'achat d'un seul de ces appareils dépassait le capital de certaines sociétés et non des moindres. Le tout premier problème fut donc d'augmenter les capitaux, ce qui entraîna dans certains cas des modifications



Convair 880 →

C'est un moyen-courrier dont le premier exemplaire a volé en janvier 1959. Il est entré en service régulier en mai 1960. Avec sa vitesse de croisière de 970 km/h, il était considéré comme l'avion de ligne le plus rapide du monde jusqu'à l'apparition du 990 qui en dérive. Il peut transporter 110 passagers.



de statuts. Les prêts importants, indispensables à l'acquisition d'une flotte même modeste de quadrimoteurs, ne furent acquis qu'au prix de garanties impressionnantes que seuls, quelquefois, les gouvernements purent offrir. L'étalement de l'amortissement de cette nouvelle flotte, paiement des intérêts et remboursement des emprunts, durent encore être allongés pour ne pas grever le prix du siège-kilomètre. Progressivement, au fur et à mesure de l'augmentation du poids et du prix du matériel de transport, les périodes d'amortissements sont passées de 3 à 5, puis à 7 ans; pour les quadrimoteurs, il fallut sauter à 10, voire 15 ans et même, dans certains cas, encore plus, alors que rien ne permet de croire que la longévité de ce matériel égalera ces mêmes périodes.

Le problème des avions périmés

Mais il y a encore un problème d'amortissement plus crucial que celui des nouveaux avions à réaction: en effet, la dernière génération des quadrimoteurs à pistons n'avait pas complété son cycle normal de vie et le transport aérien s'est soudainement retrouvé avec une série d'avions démodés alors qu'incomplètement amortis, et dont la valeur sur le marché des occasions ne faisait que périliter. Initialement, alors qu'une seule société, celle qui avait d'ailleurs précipité l'opération par une commande de 45 quadrimoteurs, utilisait régulièrement ce matériel révolutionnaire sur l'Atlantique Nord, on avait songé et tenté d'obtenir au sein de l'I.A.T.A. le principe des tarifs différentiels. Mais ce dernier, encore compliqué par les différences entre la réaction pure et la turbopropulsion, ne fut vraiment jamais accepté. D'ailleurs, avec l'introduction progressive par tous les transporteurs importants d'avions à réaction, l'utilisation parallèle de l'ancien matériel à pistons sur les mêmes routes aurait créé un problème encore plus aigu d'excédent de capacité.

Les solutions qui se dégagent actuellement pour la dispersion de cette génération inutile semblent indiquer trois tendances. D'abord

la conversion en cargos purs; ensuite, le paiement partiel du nouveau matériel par la remise au constructeur d'unités à pistons; enfin, la vente ou la location de ce matériel à pistons à des sociétés associées dont le réseau peut être contrôlé de façon à ne pas créer une concurrence nouvelle ou, aussi, la vente à des sociétés de transport à la demande dont la clientèle est souvent différente de celle du transport aérien régulier.

En fonction des plus gros engagements, les transporteurs avaient naturellement tenu compte de l'augmentation du poste des assurances. Cependant, malgré le manque de justification réelle, l'avion à réaction offrant un coefficient de sécurité au moins égal à ses prédécesseurs, une augmentation de 10 % des primes d'assurances fut décidée d'office par l'Association internationale des assureurs d'aviation.

Revenons-en encore aux investissements qui ne sont pas limités au seul matériel volant. Les avis varient sur le coût de l'entretien des avions à réaction qui, selon certains, ne serait pas plus élevé que pour les avions à pistons. Ceci est peut-être vrai pour les cellules, qui, malgré la vitesse plus élevée, souffrent certainement moins par suite de l'absence de vibrations; cependant, pour certains types de réacteurs et d'équipements, les temps entre révisions sont relativement réduits,

Convair 990 →

Le 990 est le premier avion de ligne conçu pour une vitesse normale de croisière supérieure à 1 000 km/h. Il est équipé de turboréacteurs General Electric à soufflante arrière. La version long-courrier Coronado pourra parcourir des étapes de 7 000 km. Le 990 doit entrer en service à la fin de la présente année.



pour l'instant tout au moins, et, donc, leur coût d'entretien et de révision doit forcément être plus élevé. De plus, il faut prendre en considération la modernisation de l'outillage et des équipements des ateliers techniques chargés de ces travaux, voire la construction de nouveaux hangars pouvant s'accommoder des dimensions des nouveaux avions. Tout ceci peut évidemment s'amortir sur de très longues périodes, mais il est évident que ces engagements ont une certaine répercussion sur l'économie du transport aérien. Nous citerons encore le matériel de piste, les démarreurs pneumatiques, les groupes électriques, le matériel de « handling », les stocks

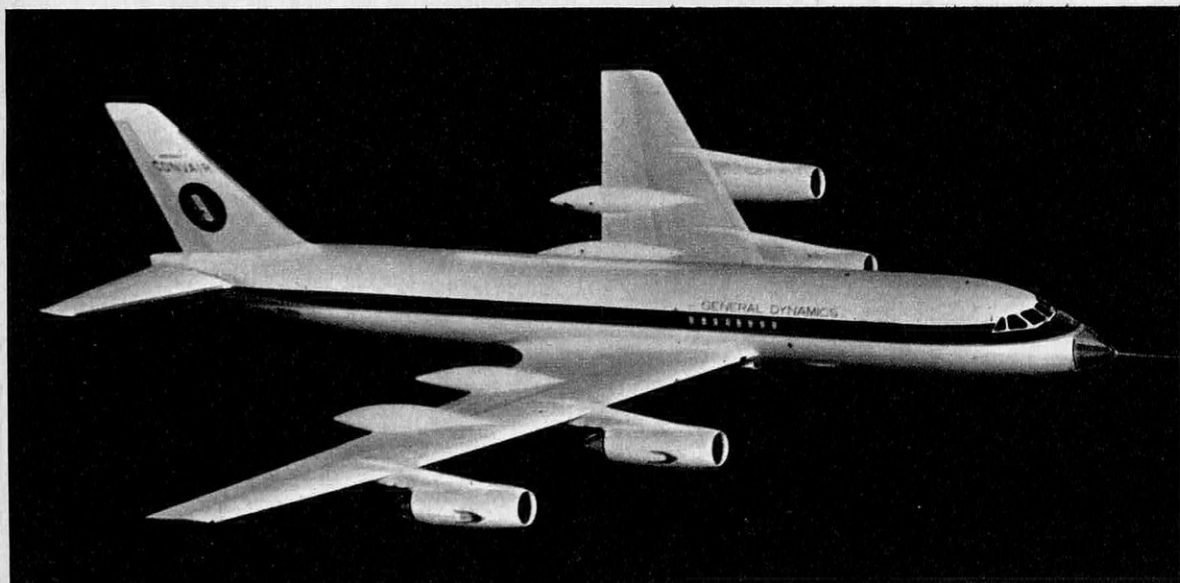
de rechange qui, malgré le plein d'emploi des pools internationaux, doivent être pris en considération dans ce bilan.

L'entraînement des équipages pose également un problème crucial. L'introduction de simulateurs électroniques de vol a permis une certaine économie, toute relative, dans ce domaine quoique, encore une fois, les engagements initiaux aient été très élevés.

L'infrastructure

Les problèmes de technique d'opération devaient également susciter de nouvelles dépenses par l'introduction de limitations

SUITE PAGE 22



AVIONS DE TRANSPORT (Voir pour la France page 66)

| Constructeur | Type | Envergure (m) | Longueur (m) | Nombre de passagers | Poids en chur. (kg) | Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg) | Vitesse de croisière (km/h) | Autonomie (km) | Observations |
|-----------------------------|---------------------|---------------|--------------|---------------------|---------------------|--|-----------------------------|----------------|---|
| ALLEMAGNE DE L'EST | | | | | | | | | |
| | V.E.B (type 155) | | | 26 | | 2 turboréacteurs Pina O-14 | | | Transport pour étapes courtes. Prototype en construction. |
| | V.E.B (type 152) | 26,40 | 32,60 | 48 à 73 | 50 000 | 4 turboréacteurs O-14 A 1 de 3 300 kg | 800 | 2 500 | Moyen-courrier en préparation. Cabine pressurisée. |
| ALLEMAGNE DE L'OUEST | | | | | | | | | |
| DORNIER | Do-27 | 12 | 9,60 | 6 | 1 570 | 1 moteur Continental O-470 de 230 ch ou Lycoming GO-480 de 275 ch ou GSO-480 de 340 ch | 205 | 870 | Transport léger civil et militaire à décollage court. Train fixe, fabriqué en Espagne par C.A.S.A. (C-127). Existe en version hydravion. Le modèle Do-28 en dérive, avec 2 moteurs Lycoming de 250 ch, envergure accrue et performances améliorées. Le DoP-346 de la série 27/28 avec 3 moteurs de 365 ch emportera 12 passagers. |
| ARGENTINE | | | | | | | | | |
| DINFIA | Pandora | 19,60 | 14,20 | 10 | 6 000 | 2 moteurs El Indio de 750 ch | 310 | 1 500 | Versión transport léger du Huanquero à missions diverses, civiles et militaires. |
| CANADA | | | | | | | | | |
| CANADAI | 540 | 32,10 | 24,14 | jusqu'à 58 | 24 000 | 2 turbopropulseurs Napier Eland Mk-504 A de 3 500 ch | 530 | 2 000/3 500 | Dérivé du Convair 440 Metropolitan. Passagers et fret. Version militaire CC-109. Cabine pressurisée et conditionnée. |
| | CL-44 | 43,37 | 41,70 | | 93 000 | 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTY-12 de 5 730 ch | 645 | 4 900 | Avion-cargo dérivé du Bristol Britannia et du Canadair CL-28 Argus. Section arrière du fuselage pivotante pour le chargement. Version transatlantique en projet avec 4 turbopropulseurs Tyne de 6 445 ch, poids maximum en charge 102 000 kg, autonomie 5 500 km. |
| DE HAYILLAND | | | | | | | | | |
| | DHC-4 Caribou | 29,26 | 22,10 | jusqu'à 32 | 11 800 | 2 moteurs Pratt et Whitney R-2000 de 1 450 ch | 275 | 350/2 200 | Transport militaire à faible longueur de décollage. Version civile pour 30 passagers. |
| | DHC-3 Otter | 17,70 | 12,75 | 10 | 3 630 | 1 moteur Pratt et Whitney R-1340 de 600 ch | 200 | 1 400 | Transport léger existant aussi en version amphibie et hydravion. Train d'atterrissage fixe avec roues, flotteurs et skis interchangeables. |
| | DHC-2 Beaver | 14,64 | 9,35 | 6 | 2 295 | 1 moteur Pratt et Whitney Wasp Junior de 450 ch | 230 | 1 250 | Transport léger existant aussi en version amphibie et hydravion. Train d'atterrissage fixe avec roues, flotteurs et skis interchangeables. |
| HUSKY | | | | | | | | | |
| | F-11 | 16,70 | 11,60 | 12 | 3 300 | 1 moteur Alvis-Leonides 531/8 de 625 ch ou Pratt et Whitney R-1340 de 600 ch | 180 | 1 200 | Transport léger. Prototypes. Versions prévues avec train tricycle fixe, flotteurs ou skis. |
| CHINE | | | | | | | | | |
| | Shen Yang 1 | 12,60 | 8,80 | | 1 200 | 1 moteur M-2 FR de 160 ch | 150 | | Transport léger à usages multiples. Train fixe. Version hydravion Shanghai Hiryu. |
| ESPAGNE | | | | | | | | | |
| C.A.S.A. | 201 Alcotan | 18,40 | 13,80 | 10 | 5 500 | 2 moteurs E.N.M.A. Sirio 7 A de 500 ch | 300 | 1 000 | Transport léger. |
| | 202 Halcon | 21,60 | 16 | 14 | 7 750 | 2 moteurs E.N.M.A. Beta 9 C de 750 ch | 330 | 1 200 | Transport léger. Version avion d'affaires (8 passagers) avec moteur Wright Cyclone R-1820 de 1 300 ch, cabine conditionnée. |
| | 207 Azor | 27,80 | 20,85 | 36 | 15 000 | 2 moteurs Bristol Hercules 730 de 2 040 ch | 380 | 2 100 | Transport militaire. Cabine conditionnée. |
| ÉTATS-UNIS | | | | | | | | | |
| BOEING | | | | | | | | | |
| | Stratoliner 707-120 | 39,88 | 44,04 | 121 à 179 | 112 500 | 4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT3 C-6 de 5 902 kg | 950 | 5 360 | Long-courrier pour lignes transcontinentales. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée et conditionnée. Version 120 B avec turboréacteurs Pratt et Whitney JT3 D-1 à double flux de 7 718 kg. Version 220 avec turboréacteurs Pratt et Whitney JT4 A-3 de 7 167 kg. Version militaire KC-135 Stratotanker pour ravitaillement en vol. |
| | 707-320 | 43,40 | 45,60 | 131 à 189 | 141 000 | 4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT4 A-9 de 7 620 kg | 965 | 7 400 | Versión intercontinentale. Version 420 avec turboréacteurs Rolls-Royce Conway à double flux de 7 945 kg. |
| | 720 | 39,88 | 41,50 | 110 à 165 | 92 100 | 4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT3 C-12 de 5 902 kg | 950 | 4 800 | Versión moyen-courrier. Version 720 B avec turboréacteurs Pratt et Whitney JT3 D-1 à double flux de 7 718 kg, vitesse de croisière 1 020 km/h. |
| | 727 | 38,92 | 40,87 | 70 à 114 | 64 400 | 3 turboréacteurs Pratt et Whitney JT8 D-1 de 6 350 kg | 965 | 3 000 | Moyen-courrier en préparation avec turboréacteurs à l'arrière du fuselage. Aile en flèche à 32°. |
| CONVAIR | | | | | | | | | |
| | 880 | 36,58 | 39,42 | 88 à 110 | 86 000 | 4 turboréacteurs General Electric CJ-805-3 à double flux de 5 080 kg | 970 | 5 000 | Moyen-courrier. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée et conditionnée. Version 880 M avec turboréacteurs CJ-805-3 B de 5 285 kg. |
| | 990 | 36,58 | 42,50 | 121 | 108 500 | 4 turboréacteurs General Electric CJ-805-23 à double flux de 7 300 kg | 1 030 | 7 000 | Adaptation du Convair 880 pour les lignes américaines. Aile en flèche à 39°. Version long-courrier Coronado. |

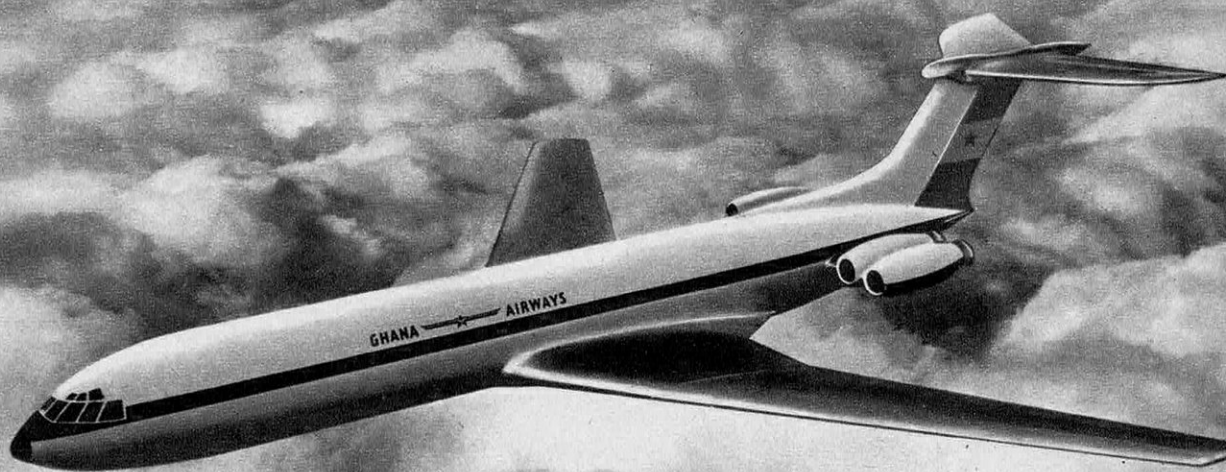
| Constructeur | Type | Envergure (m) | Longueur (m) | Nombre de passagers | Poids en char. (kg) | Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg) | Vitesse de croisière (km/h) | Autonomie (km) | Observations |
|--|------------------------------|---------------|--------------|---------------------|---------------------|---|-----------------------------|----------------|--|
| DOUGLAS | C-133 B Cargomaster | 54,80 | 47,89 | | 129 000 | 4 turbopropulseurs Pratt et Whitney T-34 de 7 500 ch | 535 | 7 000 | Long-courrier militaire, transport de fret avec rampe de chargement arrière. Peut recevoir pratiquement tous les types de véhicules militaires et loger des engins balistiques intercontinentaux. Peut être modifié pour transporter 200 hommes. |
| | DC-8 | 43,43 | 45,90 | 112 à 173 | 123 000 à 140 000 | 4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT3 C de 6 075 kg, ou JT4 A de 7 110 kg, ou Rolls-Royce Conway RCo-12 ou 15 à double flux de 8 010 ou 8 400 kg, ou Pratt et Whitney JT3 D de 8 100 kg | 950 | 8 600 | Long-courrier. Aile en flèche à 30°. Versions domestique et intercontinentale. Cabine pressurisée. |
| LOCKHEED | Jetstar | 16,36 | 18,43 | 8 | 17 500 | 4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT12 de 1 360 kg | 800 | 4 600 | Avion léger, missions diverses. Cabine pressurisée. |
| | C-130 B Hercules | 40,25 | 29,78 | | 61 200 | 4 turbopropulseurs Allison T-56 de 4 050 kg | 600 | 6 300 | Transport militaire. Existe en versions reconnaissance, tanker, ambulance. Pressurisé. Peut emporter 92 hommes équipés. |
| | SS-476 L Super-Hercules | 54,80 | 45,75 | | 140 000 | 4 turboréacteurs à double flux | 750 | 10 000 | Avion cargo militaire. Aile haute. |
| | 188 Electra | 30,18 | 31,81 | 44 à 91 | 52 600 | 4 turbopropulseurs Allison 501 D-15 de 4 050 ch | 650 | 4 500 | Moyen-courrier. Version dérivée pour la marine P3 V-1, anti-sous-marins. |
| NORTH AMERICAN | Sabreliner | 13,55 | 13,35 | 4 à 8 | 8 050 | 2 turboréacteurs Pratt et Whitney J60 P-3 de 1 360 kg | 700 | | Transport militaire. Aile en flèche à 28,5°. Versions commerciales et affaires avec turboréacteurs Pratt et Whitney JT12 A-6. Cabine pressurisée. |
| SMITH | Super 46-C | 32,94 | 23,27 | 60 | 22 800 | 2 moteurs Pratt et Whitney R-2800 de 2 100 ch | 385 | 2 750 | Transport passagers et fret. Transformation du Curtiss-Wright C-46. Aile basse. |
| GRANDE-BRETAGNE ARMSTRONG-WHITWORTH | AW-650 Argosy | 35,05 | 26,44 | jusqu'à 89 | 40 000 | 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart de 2 100 ch | 450 | 2 700 à 4 000 | Version Argosy pressurisée pour fret et passagers (jusqu'à 89). Version militaire 660 (44 000 kg) avec rampe de chargement arrière. Version 670 Air Ferry pour 8 voitures et 30 passagers sur deux ponts, non pressurisée. Version 671 Airbus pour 126 passagers sur deux ponts, non pressurisée, pour étapes courtes. |
| AVRO | 748 | 28,96 | 20,42 | 40 à 44 | 15 000 | 2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart de 1 740 ch | 426 | 1 100 à 2 900 | Transport passagers et fret, pressurisé. Series 2 avec turbopropulseurs de 2 105 ch, poids en charge 16 330 kg, vitesse de croisière 467 km/h, autonomie 1 940 à 3 150 km. Version militaire 757 comme Series 2 (poids 17 000 kg). Version affaires pour 8 à 20 passagers. |
| DE HAVILLAND | DH-121 Trident | 27,40 | 35 | 75 à 97 | 47 600 | 3 turboréacteurs à double flux Rolls-Royce RB-163 de 4 680 kg | 975 | 1 500 à 2 900 | Transport à réaction pour liaisons continentales. |
| | DH-106 Comet Series 4 | 35 | 34 | 60 à 81 | 73 400 | 4 turboréacteurs Rolls-Royce Avon Mk-524 de 4 765 kg | 805 | 5 200 | Version 4 long-courrier, assurée en 1958 le premier service transatlantique à réaction. Pressurisée. |
| | Series 4 B | 32,90 | 36 | 72 à 102 | 71 650 | (mêmes que Series 4) | 856 | 4 000 | Version 4 B moyen-courrier à fuselage allongé et envergure réduite permettant une vitesse de croisière plus élevée à altitude plus faible. Pressurisée. |
| | Series 4 C | 35 | 36 | 72 à 102 | 73 400 | (mêmes que Series 4) | 805 | 4 500 | Version 4 C intermédiaire. Pressurisée. |
| | DH-114 Heron Series 2 | 21,80 | 14,80 | 14 à 17 | 6 125 | 4 moteurs De Havilland Gipsy Queen 30 Mk-2 de 250 ch | 300 | | Transport léger, maintenant avec train tricycle escamotable. Existe en version avion d'affaires de luxe à 6 à 8 places. Version dérivée « Super-Heron » de la West Aircraft de Mexico avec 4 moteurs Lycoming de 340 ch, performances améliorées. |
| | DH-104 Dove Series 7 et 8 | 17,40 | 12 | 8 à 11 | 4 050 | 2 moteurs De Havilland Gipsy Queen 70 Mk-3 de 400 ch | 300 | 620 à 1 400 | Transport léger. La série 8 est en version avion d'affaires (désignée par Custom 800 aux États-Unis). |
| HANDLEY-PAGE | HPR-7 Dart Herald Series 100 | 28,76 | 21,92 | 33 à 44 | 18 144 | 2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart Mk-527 de 2 100 ch | 440 | 2 780 | Moyen-courrier pressurisé. Aile haute. Series 200 à fuselage allongé (22,48 m) pour 50 à 56 passagers. |
| SCOTTISH AVIATION | Twin Pioneer Series 3 | 23,32 | 13,79 | 16 à 18 | 6 600 | 2 moteurs Alvis Leonides 531 de 640 ch | 225 | 1 450 | Transport léger, passagers et fret, civil et militaire. Aile haute. Nombreuses exportations vers pays tropicaux. Existe en versions avion d'affaires. Décolle en 150 m. Train fixe. |
| SHORT | SC-7 Skyvan | 19,55 | 11,85 | 15 | 4 000 | 2 moteurs Continental GTSO-520 de 390 ch | 260 | 185 à 1 100 | Transport léger, passagers et fret, civil et militaire. Aile haute. Train tricycle fixe. Porte de chargement arrière. Prototype en construction. |
| | SC-5 Belfast | 48,15 | 40,76 | 201 | 98 000 | 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy-12 de 5 730 ch | 620 | 1 850 à 8 100 | Transport militaire lourd, personnel et fret, dérivé du Bristol Britannia avec larges portes de chargement latérale et arrière avec rampe permettant le passage aux plus lourds véhicules militaires et charges diverses, tels qu'engins balistiques Thor. Cabine pressurisée et conditionnée. |

| Constructeur | Type | Envergure (m) | Longueur (m) | Nombre de passagers | Poids en char. (kg) | Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg) | Vitesse de croisière (km/h) | Autonomie (km) | Observations |
|--------------------|--------------------|---------------|--------------|---------------------|---------------------|--|-----------------------------|----------------|--|
| VICKERS | VC-10 | 42,70 | 48,40 | jusqu'à 150 | 135 000 | 4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway RCo-42/2 à double flux de 9 185 kg | 970 | 6 400 | Long-courrier à réaction, cabine conditionnée. Réacteurs disposés à l'arrière. Prototype en construction. Version prévue pour 41 000 kg de fret, avec avant pivotant pour accès direct aux soutes. |
| | Super VC-10 | 44,50 | 60 | jusqu'à 222 | 157 000 | 4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway 7 de 10 880 kg | 925 | 7 500 | Version du VC-10 avec fuselage allongé. |
| | Vanguard | 34,40 | 37,45 | 97 à 139 | 66 500 | 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy-11 Mk-512 de 5 545 ch | 680 | 4 000 | Moyen-courrier, cabine et soutes pressurisées. |
| | Viscount 840 | 28,55 | 26,10 | jusqu'à 73 | 32 600 | 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart Mk-41 Mk-541 de 2 350 ch | 640 | 2 600 | Moyen-courrier. Version poussée du type de base 700 avec moteurs de puissance accrue et fuselage allongé. De nombreuses versions, 700, 770, 771, 800, 810 sont en service, représentant près de 500 appareils. |
| ITALIE AGUSTA | AZ-8 L | 22,50 | 19,44 | 26 | 25 000 | 4 moteurs Alvis Leonides Mk-22 de 540 ch | 370 | 2 500 | En préparation. |
| JAPON N.K.S.K.K | YS-11 | 32 | 26,30 | 52 à 60 | 22 800 | 2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart Mk-542 de 3 060 ch | 465 | 2 300 | Moyen-courrier national devant être construit par un consortium de constructeurs. Versions militaires en projet. Prototypes en construction. |
| PAYS-BAS FOKKER | F-27 Friendship | 29 | 23,10 | 40 à 44 | 16 200 | 2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-7 de 2 100 ch | 490 | 2 600 | Existe en versions civiles et militaires. Cabine pressurisée. Construit aussi aux Etats-Unis par Fairchild. |
| POLOGNE | MD-12 | 21,30 | 15,80 | 20 | 7 500 | 4 moteurs Narkiewicz WN-3 de 340 ch | 285 | 700 | Transport léger, passagers et fret. |
| SUISSE PILATUS | PC-6 Porter | 15,20 | 10,20 | 6 à 8 | 1 800 | 1 moteur Lycoming GSO-480 de 340 ch | 215 | 1 000 | Transport de fret à décollage court, avec versions à flotteurs. Existe en versions ambulances, agriculture, etc. Train fixe. |
| URSS ANTONOV | An-10 A Ukraine | 38 | 37 | 100 | 55 000 | 4 turbopropulseurs Ivchenko AI-20 de 4 015 ch | 600 | 3 000 | La version An-16 à fuselage allongé permet le transport de 130 passagers. La version militaire An-12 à rampe de chargement arrière. |
| | An-14 | 19,80 | 11 | 6 | 3 000 | 2 moteurs Ivchenko AI-14 R de 260 ch | 200 | 1 000 | Transport léger, toutes missions. Décolle et atterrit en 60 m. Construit aussi en Chine. |
| | An-24 | | | 32 à 42 | | 2 turbopropulseurs Ivchenko de 2 000 ch | 500 | 1 200 | Pour lignes d'apport. |
| | An-2 | 18,20 | 12,80 | jusqu'à 14 | 5 250 | 1 moteur ASH-62 IR de 1 000 ch | 200 | 1 200 | Biplan léger toutes missions, construit aussi en Chine. Train fixe. Décolle et atterrit en 80 m. |
| ILYUSHIN | Il-18 Moskva | 37,40 | 35,90 | 73 à 111 | 61 500 | 4 turbopropulseurs Ivchenko AI-20 de 4 015 ch | 650 | 5 000 | Peut recevoir jusqu'à 120 passagers avec aménagements spéciaux. |
| TUPOLEV | Tu-104 | 34,50 | 38,50 | 70 | 75 000 | 2 turboréacteurs Mikulin AM-3 M de 8 700 kg | 800 | 4 200 | Version civile du bombardier Tu-16. Aile en flèche à 40°. Existe en trois versions : 50, 70 et 100 passagers (fuselage allongé). |
| | Tu-110 | 37,50 | 38,30 | 50 à 100 | 80 000 | 4 turboréacteurs de 5 200 kg | 900 | 3 300 | Moyen-courrier dérivé du Tu-104 avec 4 réacteurs. |
| | Tu-124 | | | jusqu'à 68 | | 2 turboréacteurs Soloviev à double flux | 870 | 1 500 | Transport moyen. |
| | Tu-114 | 54 | 47,20 | jusqu'à 220 | 180 000 | 4 turbopropulseurs Kuznetsov NK-12 M de 12 000 ch | 740 | 14 500 | Le plus grand et le plus lourd appareil commercial, avec 4 paires d'hélices contra-rotatives. Version civile du bombardier Tu-20. Cabine pressurisée de 47 m de long et 3,70 m de diamètre. |

et de restrictions qui allaient avoir une influence sur les paramètres économiques de l'avion à réaction long-courrier. Mais ici, les gouvernements allaient être aussi affectés que les transporteurs. Évidemment, les gouvernements tentèrent de repasser ces augmentations de budgets aux transporteurs en élevant le montant des taxes d'atterrissage, les loyers, etc. Il est très difficile d'estimer la proportion de ces frais qui furent indirectement repassés à la charge des transporteurs, des politiques différentes ayant été adoptées suivant que l'on décidait de rendre un aéro-

port international rentable ou non. Des variantes existent encore selon que le transporteur attiré d'un pays est nationalisé ou privé.

Quoi qu'il en soit, les gouvernements se sont intéressés trop tard aux problèmes qu'allait soulever l'introduction de l'avion commercial à réaction, et ils n'ont donc pu intervenir à temps pour imposer certaines conditions économiques et techniques. Les services officiels, au pied du mur, ne purent que se plier aux exigences du nouveau matériel. C'est ainsi qu'il fallut d'urgence allonger les pistes et porter leur longueur à plus



↑ Vickers VC-10

Ce long-courrier britannique est actuellement en construction de série sans qu'il ait été fait de prototype. Le premier volera en 1962 et la mise en service est prévue pour 1963. Un Super VC-10 pour 222 passagers au lieu de 150 est à l'étude et doit voler sur l'Atlantique dans le courant de l'année 1965.

Douglas DC-8

Le prototype de ce quadiréacteur a volé en mai 1958. L'entrée en service régulier date de septembre 1959. Il existe en plusieurs versions, les unes, domestiques, avec réacteurs Pratt et Whitney JT 3 C ou JT 4 A, les autres, intercontinentales, avec des double flux Conway ou, plus récemment, JT 3 D.





de 3 km; il fallut aussi construire de nouveaux bâtiments pour recevoir confortablement le trafic dont on prophétisait la forte augmentation; il fallait encore installer des aides radio-radars plus perfectionnés, etc.

La réaction des gouvernements ne se fit pas attendre et, réunis à l'O.A.C.I., ils proposèrent l'adoption universelle d'une nouvelle taxe, dite d'infrastructure, qui leur permettrait de récupérer auprès des transporteurs mondiaux une partie importante des frais d'installation, de fonctionnement et d'entretien, non seulement des aéroports (déjà couverts par la taxe d'atterrissage), mais aussi des services de contrôle du trafic aérien, des télécommunications et de météo. L'I.A.T.A. représenta avec force le point de vue des transporteurs qui, économiquement parlant tout au moins, était d'une logique irréfutable: ces frais mondiaux d'infrastructure étaient estimés à 5 % du chiffre d'affaires global des transporteurs. Or, la marge bénéficiaire de ces entreprises n'atteint qu'une moyenne de 1 % de ce même chiffre d'affaires. L'important déficit ainsi

créé par cette nouvelle taxe aurait dû être comblé, sous une forme ou une autre selon les statuts de chaque compagnie, par les États. La fameuse taxe d'infrastructure fut oubliée, mais il est toujours possible qu'elle réapparaisse sous une autre formule, surtout si la situation financière des transporteurs venait à s'améliorer.

A ce jour, certains aéroports internationaux régulièrement utilisés par les quadriréacteurs long-courriers, ne sont pas encore dotés de piste suffisamment longue. Cette limitation impose des diminutions de poids au décollage qui se traduisent par une charge payante moins élevée ou une escale technique de ravitaillement intermédiaire.

Le problème du bruit

D'autres mesures, encore plus vexatoires, accablent le transport aérien à réaction; nous pensons ici plus particulièrement au problème du bruit et aux restrictions qu'il entraîne, à certains endroits tout au moins. Certains gouvernements ont cédé aux pres-



← Tupolev 104

Ce biréacteur est un moyen-courrier dont les premiers exemplaires sont entrés en service en 1956, et les plus récents emportent 100 passagers, l'Aeroflot en exploite une centaine. Le quadri-réacteur Tu-110 en dérive aussi que le Tu-124, premier appareil civil russe équipé de double-flux.

régions, des aides-radio à la navigation entraînent des déviations aux plans de vol soigneusement pré-calculés et, par l'introduction de détours, circuits d'attente et, plus grave encore, changements d'altitudes, exigent la précaution de réserves importantes de carburant. L'incidence financière de ces facteurs ne peut être négligée.

Nous ne pouvons, sans lasser le lecteur, poursuivre cette litanie des nouveaux problèmes qui ont caractérisé la mise en service des avions à réaction, particulièrement des quadriréacteurs long-courriers. Nous voudrions simplement encore mentionner au passage la question des équipages; la composition et la rémunération de ces équipages d'avions à réaction ont posé des problèmes très sérieux qui n'ont été résolus qu'après de douloureux conflits.

La leçon d'un milliard de dollars !

Nous avions avancé au début de cet article que les avions à réaction avaient été plus ou moins imposés au transport aérien par l'industrie aéronautique; imposition d'ailleurs justifiée et bien accueillie par la clientèle. Il est cependant assez piquant de constater que les finances des constructeurs, comme celles des transporteurs et des services officiels, ont souffert des corollaires économiques de cette opération révolutionnaire. En effet, à une seule exception près, et encore n'est-elle due qu'à une très importante commande militaire, aucune des firmes ayant eu l'audace de lancer la production de quadriréacteurs long-courriers n'a réussi à retirer un bénéfice de cette affaire. Si les bilans de certaines d'entre elles sont restés bénéficiaires, c'est uniquement parce que les pertes encourues dans le développement de l'avion à réaction lourd ont été amorties par les bénéfices réalisés par les autres activités.

Il y a plusieurs raisons à cet échec financier, échec d'ailleurs peut-être momentané, toutes les cartes n'ayant pas encore été jouées. Néanmoins, au stade actuel, il y a échec, et il est principalement dû au fait que les constructeurs ont été les victimes de leurs propres arguments de ventes. Pour provoquer et accélérer les commandes de la clientèle potentielle, les constructeurs s'étaient

sions des riverains des aérodromes qui se plaignaient du bruit engendré par les avions à réaction. Nous ne nous proposons pas d'épiloguer ici sur le fond du problème ou sa justification; nous nous contenterons d'enregistrer son existence et ses incidences financières. Ces limitations de bruit, donc de puissance, pénalisent très sérieusement la bonne opération des avions lourds à réaction, particulièrement si ces limitations sont combinées avec l'utilisation d'une piste de longueur insuffisante. Encore une fois, il est difficile de chiffrer les conséquences de ces limitations non prévues, mais signalons que l'atterrissage supplémentaire, qui est souvent la seule échappatoire, entraîne une taxe d'atterrissage variant, suivant la région, entre 200 et 500 dollars, des frais de « handling » variant entre 100 et 200 dollars, des consommations supplémentaires de carburant, des prestations plus longues de l'équipage, une moins bonne rotation de la machine, etc.

L'état présent des services de contrôle du trafic aérien et l'insuffisance, dans certaines

laissés aller à prophétiser une augmentation spectaculaire du trafic aérien. Il semble bien qu'ils s'y soient fait prendre eux-mêmes et, en conséquence, ont surestimé le marché offert aux quadriréacteurs. C'est ce qu'un organisme financier de Wall Street a qualifié de « leçon d'un milliard de dollars ! ».

Qu'est-ce qui a bien pu pousser plusieurs constructeurs à engager 700 millions de dollars à la conquête d'un marché représentant un total de 500 à 600 machines, soit environ 2 milliards et demi de dollars à se partager entre eux ? A un tel jeu, il devait y avoir des perdants. Il est probable que l'industrie aéronautique, du moins le secteur des constructeurs de cellules, fut prise de panique lors du revirement de la stratégie mondiale en faveur des engins balistiques. Les constructeurs voulurent probablement combler le vide laissé par les diminutions des commandes d'avions militaires par l'augmentation de la production de machines civiles.

Un marché déjà saturé

Si les commandes initiales se succédèrent rapidement, lançant les différentes productions sur une grande échelle, il y eut peu de renouvellement de commandes; c'est ainsi qu'en 1960, il n'y eut de commandes que pour 70 nouvelles unités de quadriréacteurs long-courriers. Les transporteurs, nous l'avons vu, veulent attendre le plein emploi de leur trop grande capacité; de plus, ils sont financièrement trop engagés pour envisager l'achat de nouvelles unités, même si le besoin immédiat s'en faisait sentir.

D'autres facteurs allaient encore influencer négativement la rentabilité de ces constructions : tout d'abord, le coût du développement de ces machines se révéla beaucoup plus élevé que prévu, à la suite notamment des modifications qui furent introduites à divers stades de la production. Aussi, si les clients ne manquaient pas, il ne leur était pas toujours possible de réunir les capitaux importants et indispensables à ces achats. Les constructeurs durent alors se résoudre à intervenir en avançant, souvent à des taux modestes, une partie des capitaux, mais, ce qui est beaucoup plus tragique, ils furent condamnés à accepter en paiement partiel du matériel démodé dont la valeur était fortement menacée. Il est même intéressant de constater que les constructeurs américains, parallèlement à leurs efforts de vente de leurs nouveaux avions à réaction, doivent s'efforcer de remplacer sur le marché des quadrimoteurs à pistons qui furent même quelquefois fabriqués par un de leurs concurrents !

Malgré cet exposé des facteurs négatifs, nous voudrions, en guise de conclusion, convaincre le lecteur du fait que l'avion de transport à réaction est rentable et que cette rentabilité ne pourra avoir que des effets avantageux sur la santé financière des sociétés de transport. Répétons que nous ne sommes encore qu'en pleine transition et qu'aucun jugement valable ne peut encore être porté. La situation économique de l'avion à réaction est actuellement à sa position la plus critique, elle ne pourra qu'aller en s'améliorant. L'économie particulière à l'avion à réaction est une réalité acquise; grâce à leur productivité exceptionnelle, leur rentabilité ne fait pas de doute et elle sera pleinement réalisée au fur et à mesure de l'augmentation, subite ou progressive, du trafic aérien. Les frais initiaux et les dépenses inattendues seront progressivement amortis et, s'ils retarderont peut-être un peu de nouvelles diminutions de tarifs, ils ne pourront cependant en entraver la tendance. Mais la condition du succès de l'avion à réaction est l'amortissement intégral des lourds engagements. Il faut accorder aux transporteurs le temps de souffler. Précipiter une nouvelle course au renouvellement du matériel serait courir à la faillite.

L'ombre menaçante du supersonique

Les constructeurs devraient comprendre cette condition indispensable et, au lieu de concentrer leurs efforts au développement d'une nouvelle formule supersonique, ils devraient au contraire perfectionner les avions de transport subsoniques. Il y a encore dans ce domaine un énorme travail à faire : améliorer les puissances et rendements des réacteurs, diminuer les consommations, augmenter les périodes entre révisions, perfectionner les équipements électroniques, tout particulièrement ceux qui permettront bientôt l'atterrissage automatique en toute sécurité. Tout ceci améliorera les paramètres économiques des avions à réaction actuellement en service et encore en construction. Ces perfectionnements et améliorations, techniques et économiques, permettraient l'abaissement plus rapide des tarifs, d'où augmentation du trafic et bénéfice des transporteurs. De nouvelles commandes de matériel en résulteraient certainement, ce qui permettrait enfin à l'industrie de boucler heureusement son bilan particulier à cette production. Le supersonique pourrait alors venir plus tard et être plus facilement absorbé par un transport aérien stabilisé.

Guy ROBERTY



le nouvel ORLY

CHAQUE jour, les nouveaux bâtiments d'Orly reçoivent des milliers de visiteurs.

27 000 sont venus dans les deux jours qui ont suivi leur entrée en service. Leur curiosité est attirée par la débauche d'applications révolutionnaires qui ont présidé à leur réalisation. Orly est un des aéroports les plus modernes du monde. Et certainement le premier d'Europe, encore que celui de Londres ait le mérite d'être plus grand.

Orly reste une œuvre française qui peut à juste titre flatter l'orgueil national. Il suffit pour en avoir une idée de passer en revue les principales inventions qui lui donnent son caractère exceptionnel.

L'ensemble a coûté 12 milliards d'anciens francs. Plus de cinquante entreprises y ont collaboré.

Grâce à la mobilité des cloisons, le bâtiment qui fait déjà 400 mètres de long pourra être agrandi au fur et à mesure que se développera dans les années à venir le trafic aérien et selon les exigences qu'imposeront les futurs géants de l'air. Le compartimentage intérieur lui-même pourra être transformé.

Le bâtiment conçu par l'architecte polytechnicien Henri Vicariot est une géante pièce de mécano. L'ossature est métallique, 7 800 tonnes d'acier — supérieure au poids de la Tour Eiffel. Elle est composée d'éléments préfabriqués. Les murs y sont accrochés à la manière des rideaux d'un appartement. L'acier inoxydable, l'aluminium, le polystyrène, les panneaux de Formica ont été utilisés sur une surface de 18 000 mètres

carrés, contre 10 000 mètres carrés de vitres. Les plafonds eux-mêmes sont démontables.

L'heure est indiquée par trois mille boîtiers répartis dans tous les coins des bâtiments. Le système de pendule avec aiguille a disparu. L'heure est indiquée par des chiffres à la façon des compteurs kilométriques des automobiles.

Les renseignements sont diffusés par 4 000 haut-parleurs. On en compte un, dissimulé dans les parois richement décorées, tous les cinq mètres. Ils ne fonctionnent pas tous ensemble et bruyamment, mais situent leurs informations aux zones intéressées.

Entre les différents appels, une musique douce baigne l'atmosphère.

Une salle de cinéma de 400 places a été aménagée. Personne ne s'est encore offert d'en assurer l'exploitation. Elle servira à des galas, à des congrès, à des concerts, à de grandes premières, de studio de télévision.

Le parking de 4 000 places se passe de gardiens. Au portillon d'entrée, l'automobiliste reçoit d'une machine automatique un billet d'accès. Dès qu'il l'a pris, la barrière s'ouvre. A la sortie, le prix est calculé automatiquement. Un contrôleur prélève la somme.

Automatisme et télévision

L'automatisme est appliqué d'une façon systématique. Pour assurer le passage rapide des passagers, les portes sont télécommandées. Elles s'ouvrent toutes seules au seul contact du pied sur les tapis qui en ornent le seuil et restent ouvertes le temps du passage.

Onze ascenseurs s'élèvent à la vitesse record de 6 mètres par seconde et de nombreux escaliers mécaniques desservent les cinq étages et les deux sous-sols.

La nouvelle aérogare est pressurisée de façon à faire obstacle à toute intrusion des odeurs de kérosène que dégagent les appareils à réaction au moment de la mise en marche des réacteurs.

Elle est aussi insonorisée. Il ne faut pas oublier que les avions se rangent à moins de vingt mètres de la façade qui ouvre sur l'aire du trafic. Les glaces sont donc beaucoup plus épaisses de ce côté que de l'autre. Les plafonds sont du type acoustique. De nombreuses portes sont à double battant.

Un réseau de télévision en circuit fermé permet à tous les services de l'aéroport de se tenir en permanence en liaison avec les services d'exploitation. Les informations concernant les mouvements d'avions (heures de départ ou d'arrivée, numéros des vols, destinations ou provenances) sont transmis

en permanence à l'aide d'immenses tableaux éclairés violemment où les horaires sont affichés et sur lesquels sont braquées 7 caméras, trois sur les arrivées, trois sur les départs, une sur les consignes générales. Celles-ci transmettent les images à 100 récepteurs — bientôt 200 — répartis dans les services intéressés, notamment dans les bureaux des Compagnies Aériennes. Un système de commutation centrale et un seul câble coaxial assurent la transmission. Air France possède un circuit à part composé de 4 caméras et de 25 récepteurs. Rien d'aussi complet et d'aussi fonctionnel n'avait encore été réalisé jusqu'ici dans le genre.

Lorsqu'on appelle au téléphone un chef de service fréquemment appelé à se déplacer dans l'immense bâtiment, la standardiste utilise un émetteur à ondes très courtes d'une portée de cinq kilomètres pour l'avertir. Celui-ci porte sur lui, dans sa poche, un petit vibreur qui répond à un indicatif particulier. Dès qu'il réagit, le porteur se rend au premier poste de téléphone venu et entre en contact avec le standard. 400 récepteurs de poche, alimentés par des piles d'une durée de 900 heures, ont été mis ainsi en service.

Dans la salle du premier étage — galerie marchande longue de 170 mètres, haute de 10 — des boutiques sont ouvertes. Elles occupent la partie centrale.

Au deuxième étage à l'entrée des terrasses, se trouve la chapelle. Les prêtres en transit peuvent y célébrer la messe à toute heure du jour ou de la nuit. Les compagnies aériennes en ont financé l'installation.

L'«Orly system»

Ce qui déroute le plus les voyageurs habitués à se laisser conduire est la suppression des hôtesses. Celles-ci ne viennent plus les accueillir, les grouper et leur indiquer aimablement le chemin jusqu'à l'avion. Les voyageurs s'abandonnent à un chemin semé de panneaux lumineux. Il leur suffit de suivre des couleurs qui leur sont révélées par haut-parleur. Si c'est le rouge, par exemple, le rouge les conduira du comptoir de la Compagnie où les bagages sont enregistrés et visités par la douane, à l'escalier qui conduit au premier étage, puis à la porte de la salle d'attente et finalement au poste d'embarquement. Ce système est appelé par les Anglais l'«Orly system». Il demande pour être absolument pratique une parfaite éducation des voyageurs. Après quelques mois de rodage, il permettra d'accueillir et d'orienter rapidement les 8 000 passagers quotidiens qui passeront par l'aérodrome.



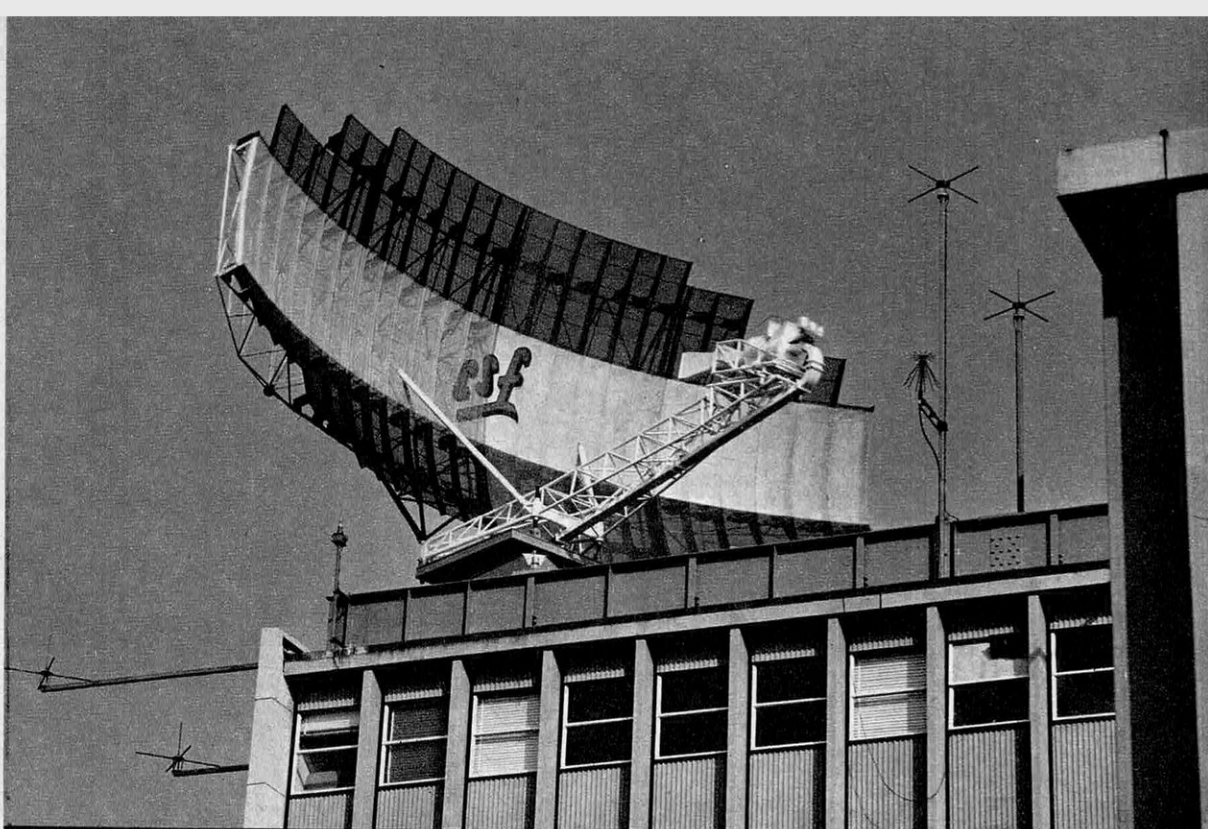
Toujours à l'avant-garde, Formica*
matériau de haut-standing
préside à la décoration
du grand Orly
avec les panneaux Formica*
et Formica*-décor

Partout, dans la première aéroport
d'Europe, 2.000 m² de revêtement FORMICA*
font apprécier chaque jour à des
milliers de voyageurs, des milliers
d'employés, l'ambiance, la couleur,
le confort de ce revêtement de qualité.
C'est la dernière performance de

 **FORMICA**
marque déposée

qualité d'abord !

* Marque déposée



Le radar de contrôle régional Nord à Orly et (ci-dessous) une salle de contrôleurs



Le contrôle de la circulation aérienne

L'ANNÉE 1919 marque le début du transport aérien public en Europe : le 5 février, une compagnie allemande inaugurait la liaison Berlin-Leipzig-Weimar ; le 8 du même mois, pour la première fois au monde, une relation internationale de transport public était assurée par Farman sur le trajet Paris-Londres avec un Goliath transportant onze passagers.

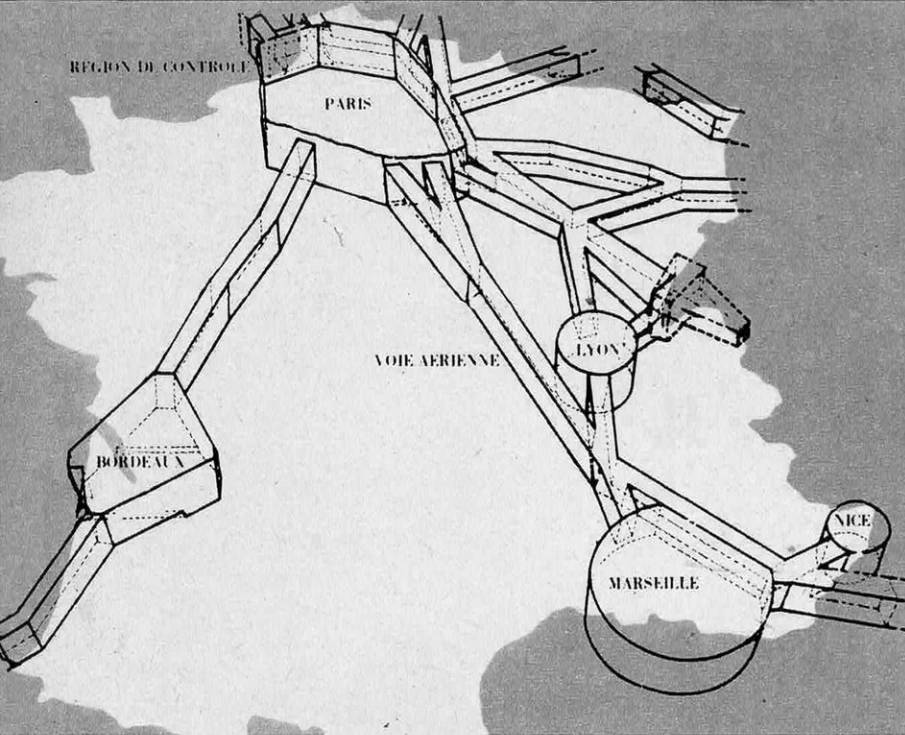
C'est alors que le Service Français de la Navigation Aérienne envisagea l'équipement d'aéroports, la création de routes aériennes, et, plein de dynamisme, définit véritablement, sous les ordres du colonel Saconney, une politique de l'aéronautique marchande. Si bien qu'en février 1920, lorsque éclata la grève des cheminots, les sacs postaux purent être acheminés de Paris à Londres, Marseille, Bordeaux, Strasbourg et quelques autres villes grâce à des transports aériens improvisés, montrant à cette occasion quels services on pouvait attendre de l'aviation de transport.

Dès le 7 octobre 1925, le « Post Office Department » des États-Unis confiait les sacs postaux à des transporteurs aériens privés ; le « Kelly Air Act » de 1925 marquait le point de départ du développement extraordinaire de l'aviation de transport aux États-Unis. L'année suivante, l'« Air Commerce Act » jetait les bases législatives de l'aviation commerciale aux U.S.A. et se fixait comme objet « d'encourager et réglementer l'utilisation des aéronefs pour le commerce ou à toute autre fin ».

Mais l'aviation commerciale n'aurait pas connu un tel succès sans une heureuse coïncidence. Pour le pilote, le besoin de communiquer avec le sol et d'obtenir les renseignements indispensables à sa sécurité s'était immédiatement fait sentir. La découverte récente de la radiotélégraphie trouvait là un nouveau champ d'application qui devait se révéler fructueux. Dès 1927, le « Bureau of Standard » installait, à Bellefonte en Pennsylvanie et à College Park au Maryland, des émetteurs-récepteurs à l'usage des navigateurs aériens.

En septembre 1929, Jimmy Doolittle accomplissait le premier décollage sans visibilité et atterrissait de même, en n'utilisant que les signaux radioélectriques émis du sol par un radiophare directionnel. Ainsi la radionavigation était-elle née presque en même temps que l'aviation commerciale elle-même.

Les années 1930 virent la mise en service d'appareils plus puissants et plus spacieux permettant aux transporteurs aériens d'assurer les premières liaisons commerciales régulières. Bien que le nombre des aéronefs fût infime, le souci des pilotes de parcourir dans le minimum de temps la distance séparant deux centres urbains concentrait déjà le trafic aérien sur des axes privilégiés ; dès 1935, le risque de collisions entre les aéronefs des compagnies concurrentes desservant Newark dans l'État de New Jersey était assez sérieux pour que, à la demande expresse



← **LES ROUTES AÉRIENNES** sont des tunnels immatériels balisés qu'emprunte tout le trafic; un contrôle serré s'exerce dans les zones terminales.

→ **LA « PORTE » DE L'AÉRODROME** est matérialisée par une radiobalise; l'avion est alors pris en charge par le contrôle d'approche d'aérodrome qui lui a imposé une altitude en fonction du nombre des appareils qu'il a déjà placés sur des circuits étagés, de 300 m en 300 m, en attente d'atterrissage. Les avions sont autorisés à perdre 300 m d'altitude chaque fois que la piste est évacuée pour un atterrissage, libérant les niveaux les plus élevés.

et instante des compagnies aériennes, le « Bureau of Air Commerce », après avoir refusé d'assurer un service de contrôle de la circulation aérienne et renvoyé dos à dos les plaignants, finit par accepter de créer le premier centre de contrôle à Newark, en décembre 1935. Au cours de l'année 1936, l'utilité d'une coordination des vols apparut d'une façon si évidente que de nouveaux centres furent créés à Pittsburgh, Detroit, Washington, Burbank et Oakland.

L'Organisation Internationale : l'O.A.C.I.

La nécessité d'uniformiser d'un pays à un autre les règles et procédures de circulation aérienne se fit sentir au cours de la seconde guerre mondiale, et, en 1945, une conférence réunit à Chicago des représentants de la plupart des pays occidentaux. Ceux-ci élaborèrent une Convention internationale dite « Convention de Chicago », qui, depuis lors, joue un rôle fondamental; elle est à la base de tous les accords intervenus entre les différents États occidentaux. Quatorze annexes — plus facilement amendables que la Convention elle-même — la complètent et traitent chacune d'un sujet particulier.

L'annexe 2 précise les *règles de l'Air*, qui sont en quelque sorte le pendant du code de la route pour les automobilistes. Ce document fixe en particulier les règles de priorité à respecter lorsque deux aéronefs se croisent

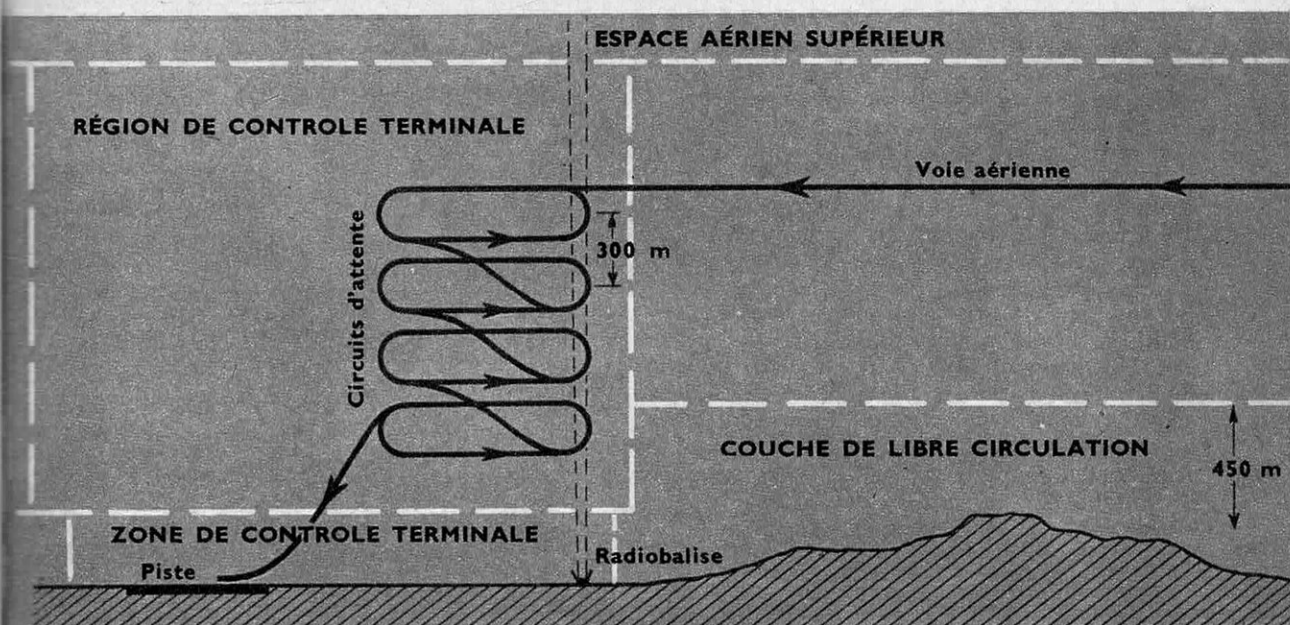
en vol à vue, par bonne visibilité. En effet, hors des espaces contrôlés dont il sera question plus loin, les aéronefs ne bénéficient pas d'une séparation entre eux assurée par un organisme au sol; l'équipage est tenu de surveiller le ciel et d'assurer sa propre sécurité. Pour employer le jargon aéronautique, sous le régime de vol V.F.R. (Visual Flying Rules), le commandant de bord est responsable des collisions en vol.

L'annexe 11 traite des services de la circulation aérienne. Par ailleurs, des documents publiés par le Secrétariat de l'O.A.C.I. (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) à Montréal fixent les procédures pour les services de la navigation aérienne: télécommunications, radiophonie, météorologie, services de la circulation aérienne, etc.

Les voies aériennes

Chaque État signataire de la Convention de Chicago s'était engagé à assurer un service de contrôle de la circulation aérienne à l'intérieur de ses limites territoriales. Mais il n'était pas pensable de surveiller la totalité du ciel et, d'autre part, le contrôle n'offrait d'intérêt que dans les régions à forte densité de trafic; on fut tout naturellement conduit à définir des espaces aériens contrôlés :

- les régions et zones de contrôle terminales, dans les environs immédiats des principaux aéroports;
- les voies aériennes, couloirs de 5 milles



marins de large (soit 4,5 km de part et d'autre de l'axe de trafic) à parois verticales, limitées inférieurement par un « plancher » qui réserve au-dessus du relief une marge de sécurité, et illimitées supérieurement.

En fait, en ce qui concerne la limite supérieure des voies aériennes, les aéronefs à hélice ne dépassent qu'exceptionnellement 6 000 m. En revanche, les avions à réaction volent entre 6 000 et 15 000 m. Si bien que l'on a adopté presque universellement l'altitude de 6 000 m à la fois comme plafond des voies aériennes et comme plancher de l'espace aérien supérieur, de création récente.

À l'intérieur des espaces aériens contrôlés, la séparation des aéronefs est assurée par les contrôleurs des Centres de Contrôle Régionaux (C.C.R.) et ceux des Tours d'aérodromes dotés d'un contrôle d'approche, ceci au profit de tous les aéronefs dont l'équipage applique les règles de vol aux instruments ou I.F.R. (Instrument Flying Rules). Ce dernier est tenu d'appliquer strictement les instructions reçues du C.C.R. par radio et il ne doit en aucun cas se livrer à un changement d'altitude ou amorcer quelque manœuvre que ce soit sans avoir au préalable obtenu son accord.

Le contrôle en route

Quel que soit le système de contrôle adopté — manuel comme actuellement ou semi-automatique dans l'avenir — les mêmes

fonctions de base doivent être assurées :

- enregistrer les positions actuelles de tous les aéronefs placés sous le contrôle ainsi que leurs prochaines heures de passage aux points de report;

- mettre en évidence, par la présentation de ces renseignements, la situation présente et future des aéronefs.

Le réseau des voies aériennes reliant les aéroports entre eux est à la base de l'actuel système de contrôle; le passage à la verticale de chaque balise ou radiophare permet au pilote de connaître sa position exacte, dont il doit aussitôt rendre compte au C.C.R. par radio, en utilisant la fréquence correspondant au secteur dans lequel il se trouve. Chaque intersection de voies aériennes est portée sur les cartes de navigation comme étant un point de report obligatoire.

Pour assurer son travail, le C.C.R. dispose d'une autre source de renseignements transmis par le service fixe des télécommunications : il s'agit des *plans de vols* que les commandants de bord sont tenus de déposer, au moins une demi-heure avant l'heure prévue pour le décollage de leur appareil, au bureau de piste de l'aérodrome de départ, qui le retransmet dans les plus courts délais à tous les centres de contrôle intéressés par le vol considéré et à l'aérodrome de destination. Le plan de vol indique, outre l'immatriculation de l'aéronef (qui lui sert également d'indicatif radio), l'aérodrome de départ et l'aérodrome de destination, les niveaux de vol

sollicités et, s'il y a lieu, l'itinéraire choisi. Au moment du décollage, la Tour transmet au pilote l'acceptation de son plan de vol, ou éventuellement les modifications imposées par le C.C.R., compte tenu des impératifs du trafic, ainsi que les consignes de décollage.

Il appartient, en effet, aux contrôleurs responsables d'un secteur de contrôle ou d'une portion de voie aérienne de déterminer si quelque changement doit être apporté au plan de vol d'un aéronef et de communiquer au pilote les instructions appropriées; pour prendre ses décisions, tout contrôleur agit en conformité avec les règles prescrivant les espacements entre aéronefs, mais il doit être capable de faire preuve de jugement et de rapidité de décision si, par hasard, il se trouve en face d'une situation imprévue.

En route, l'espacement vertical entre deux aéronefs volant dans la même voie aérienne doit être de 1 000 pieds, soit 300 m; l'espacement longitudinal entre deux aéronefs volant à la même altitude et dans le même sens doit correspondre à dix minutes de vol au moins. Si le deuxième aéronef est plus rapide que le premier, le contrôleur de la circulation aérienne doit intervenir et proposer un changement de niveau de vol à l'un des deux commandants de bord.

Ceci revient en somme à dire qu'un aéronef entraîne avec lui au cours du vol un volume de sécurité, ou « cocon », d'autant plus important qu'il vole plus vite : à 300 km/h, le cocon a 50 km de long sur 300 m de haut et évidemment 5 milles nautiques (9 km) de large; mais si la vitesse de croisière atteint 600 km/h, ce qui est courant de nos jours avec les avions à réaction, le « cocon » a une longueur de 100 km !

On s'aperçoit bien vite que l'application d'un tel critère, qui est d'usage courant actuellement, conduit pour les aéronefs rapides à une saturation du volume aérien, et ne peut être respecté.

L'avènement des avions de transport commerciaux à réaction exige donc de nouveaux moyens techniques et une nouvelle conception du contrôle de la circulation aérienne si l'on veut conserver le même degré de sécurité sans entraver le développement des services aériens.

Le contrôle d'approche

Dans les régions terminales, où les avions arrivent des différentes parties du monde en suivant les voies aériennes qui y aboutissent, le trafic est très dense; c'est le cas de la région parisienne où le Centre de Contrôle Régional

Voies aériennes et limites des régions de contrôle en France ➔

Le réseau des voies aériennes relie entre eux les aéroports commerciaux, et sur ces routes invisibles s'exerce un contrôle constant pour éviter les collisions. A chaque passage à la verticale d'une balise ou d'un radiophare, en particulier à chaque intersection de voies aériennes, les équipages doivent rendre compte au Centre de contrôle sur la fréquence de leur secteur. Ainsi est connue constamment la situation présente et future des avions et le contrôleur peut donner aux pilotes les instructions appropriées. Ceux-ci ne doivent entreprendre aucune manœuvre sans avoir l'accord du contrôleur.

Nord règle la circulation suivant des sens uniques prédéterminés et dirige chaque aéronef vers la « porte » de l'aérodrome de destination. Une radiobalise matérialise la porte de l'aérodrome, et c'est en ce point bien précis que le C.C.R. passe l'avion en compte au contrôle d'approche d'aérodrome, à l'altitude prescrite par ce dernier. En effet, si plusieurs avions se présentent simultanément à la porte alors que celui qui les précède n'est pas encore posé, ils sont passés en compte par le contrôle régional au contrôle d'approche à des niveaux de vol différents, espacés de 300 m, le niveau de vol le plus haut étant assigné au dernier avion arrivé, et des instructions sont données aux pilotes d'avoir à décrire des circuits d'attente prédéterminés à la verticale de la radiobalise (OE, par exemple, dans le cas d'Orly). A peine le premier avion a-t-il atterri que le deuxième est autorisé à quitter le circuit d'attente et à se poser à son tour, tandis que, successivement les aéronefs en attente sont autorisés à perdre 300 m d'altitude et à gagner ainsi une place dans la file d'attente tout en libérant les niveaux de vol les plus élevés pour les nouveaux arrivants :

Si la visibilité est mauvaise, l'atterrissage « aux instruments » devient inévitable; deux dispositifs aujourd'hui courants sont fréquemment utilisés complémentirement;

— L'I.L.S. (Instrument Landing System) qui émet des ondes radio captées par le récepteur de bord et qui fournissent au pilote des indications sur sa position par l'intermédiaire d'un indicateur visuel;

— Le radar d'atterrissage ou G.C.A. (Ground Control Approach) qui, grâce à un ensemble complexe d'installations au sol, situe l'avion aussi bien en altitude qu'en distance ou en site; l'opérateur annonce au pilote les corrections à faire pour placer son

avion sur la bonne trajectoire de descente, et l'atterrissage se fait correctement, même par épais brouillard. Toutefois, la visibilité au sol ne doit pas être inférieure à un « minimum opérationnel », propre à chaque type d'appareil et à chaque compagnie, et qui dépend également de l'entraînement du pilote.

Le contrôle radar régional

Aux États-Unis, depuis 1958 et à la suite d'une collision survenue à Las Vegas entre un avion de transport civil et un avion militaire, la Federal Aviation Agency est chargée de tout ce qui concerne le contrôle de la circulation aérienne, tant militaire que civile. Au mois d'octobre 1959, cette agence a entrepris une vaste expérimentation, en vraie grandeur, de circulation contrôlée par radar sur une région très étendue à partir des centres de Chicago et d'Indianapolis spécialement équipés; il est intéressant de remarquer que les tables de « plotting radar » en télévision qui équipent ces centres furent conçues et fabriquées par la Compagnie Générale de Télégraphie sans fil (C.S.F.). Les premiers résultats enregistrés à ce jour sont satisfaisants.

En France, la Direction de la Navigation Aérienne a été l'une des premières administrations nationales à entendre les avertissements des exploitants, et elle a suscité, voilà plusieurs années, la création d'un équipe-

La Tour de contrôle ➔ de l'aérodrome du Bourget

Les contrôleurs de la Tour prennent en compte les avions arrivants lorsqu'ils franchissent la radiobalise d'entrée de la zone de contrôle d'aérodrome. Ils règlent l'approche du terrain pour chaque avion. Ils orchestrent tous les mouvements au sol et dans la zone, donnent à chaque appareil partant son tour de décollage et le dirigent à l'altitude déterminée à l'avance vers la radiobalise de report où le Contrôle régional le prend à son tour en charge.

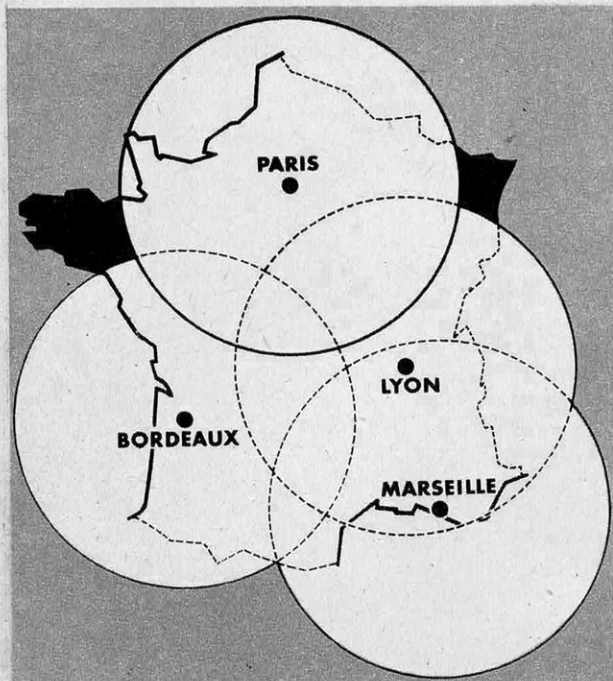
ment radar de 2 MW de crête dans la bande des 23 cm de longueur d'onde. Il peut paraître surprenant que l'Administration française, apparemment moins pressée que d'autres par les événements, puisque le ciel européen est indiscutablement moins encombré que le ciel américain, par exemple, ait tenu à fixer sans tarder sa doctrine.

Cette situation n'est pas le fait du hasard. Deux raisons au moins l'expliquent :

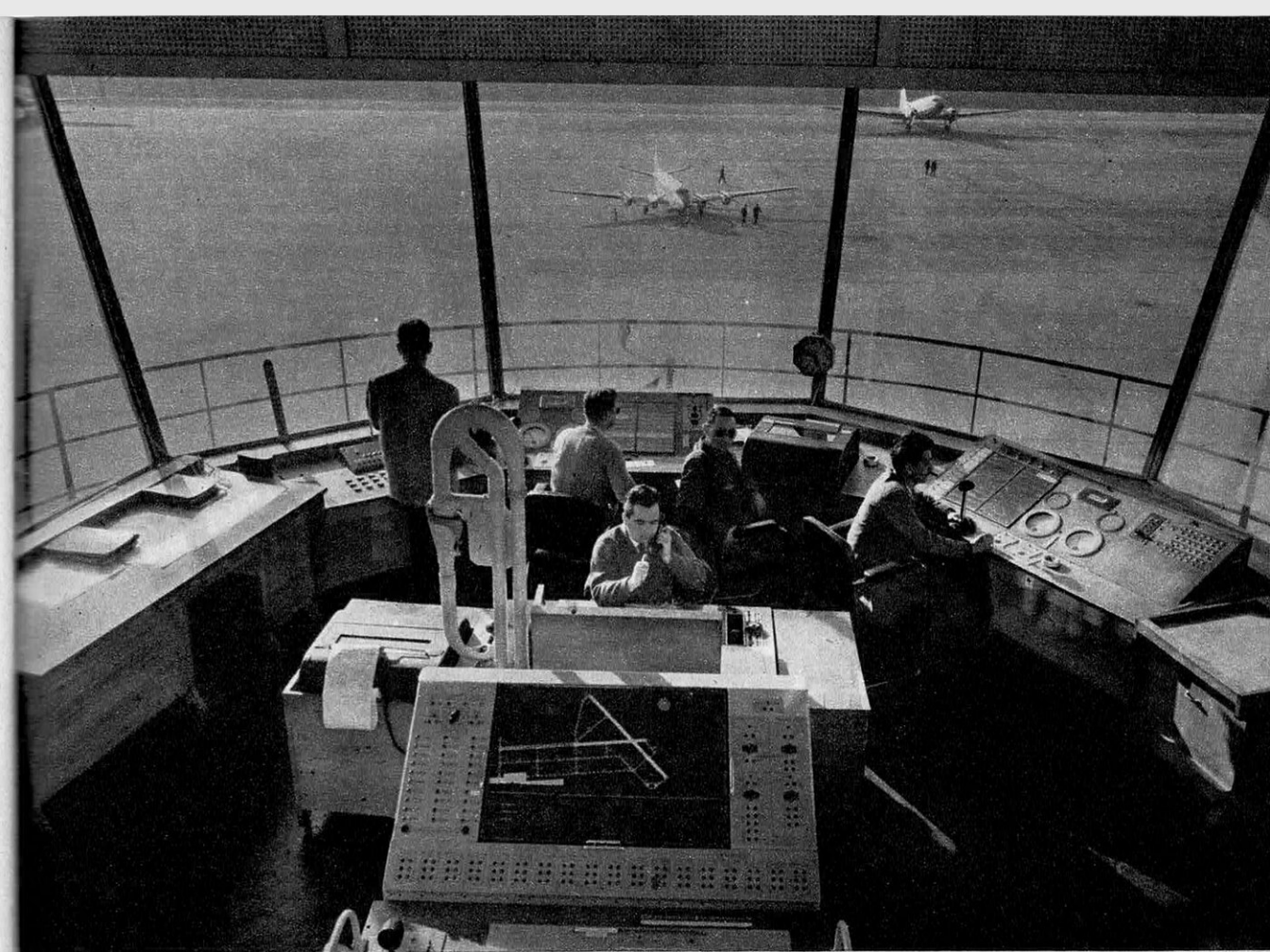
— la France porte un intérêt fondamental à l'organisation, actuellement en gestation, d'un système de contrôle de la circulation générale au-dessus de l'Europe, apportant une solution aux problèmes posés par le contrôle des vols à réaction;

— en tenant compte des avis des compagnies de transport aérien, des aéroports et des services de la navigation aérienne, la Direction de la Navigation Aérienne a, sans idée préconçue, repris à la base le problème de la circulation aérienne et l'a repensé en fonction de l'ère de la réaction, ou plus exactement en vue de la coexistence d'aéronefs dont les caractéristiques (poids, taux de montée, vitesse, altitude de croisière...), diffèrent profondément.

Les nouveaux équipements radar de la C.S.F. ont été conçus pour satisfaire, par assemblages appropriés d'un nombre limité d'éléments de base, aux besoins du contrôle régional et à ceux du contrôle d'aérodrome. Malgré leurs missions distinctes, les deux installations réalisées à Orly présentent un tel degré de parenté qu'elles ont pu inspirer l'expression « Radars type Orly ». Les performances du radar de contrôle régional Nord permettent de détecter à 90 % de probabilité une Caravelle jusqu'à 210 km



← **QUATRE RADARS RÉGIONAUX** type « Orly » de 2 MW de puissance assureront bientôt, lorsque seront placés ceux de Bordeaux, Lyon et Marseille, la couverture haute continue de tout le territoire.



environ, et un Boeing 707 jusqu'à 400 km dans les circonstances normales d'exploitation.

Des radars C.S.F. 2 MW doivent également être installés à Bordeaux, Marseille et Lyon, afin d'assurer une couverture haute, pratiquement continue, sur toute l'étendue du territoire métropolitain.

L'Eurocontrol

Aussi perfectionnés que soient les matériels techniques mis en service, ils ne pourront offrir leur pleine efficacité que si l'organisation même des organismes de contrôle des circulations aériennes civile et militaire des différents États européens est conçue à l'échelle de l'Europe.

Dans l'espace supérieur de l'Europe occidentale, les routes empruntées par les avions à turbines s'entrecroisent d'une manière qui ne correspond plus à la conception actuelle des voies aériennes. D'une part, il n'est plus possible de canaliser dans des espaces limités

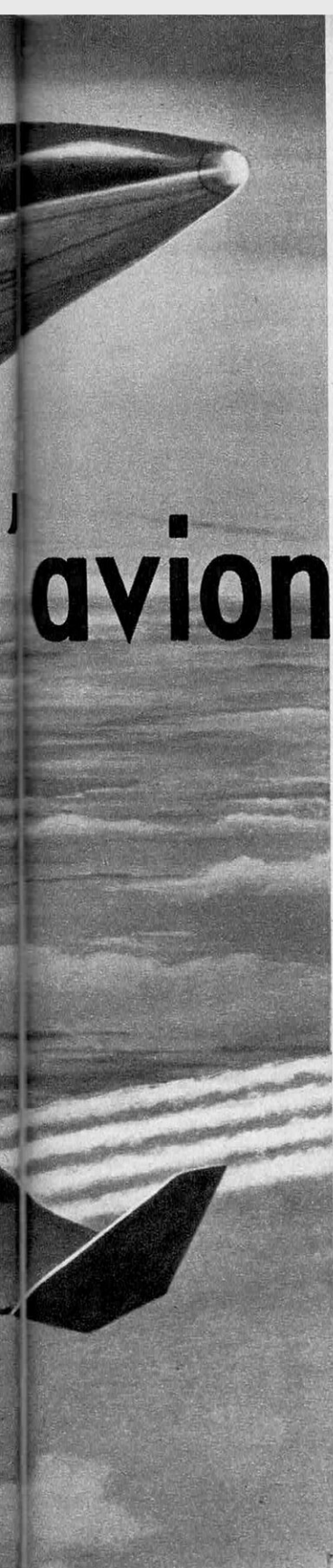
la circulation aérienne civile ni de limiter les évolutions des aéronefs de la circulation opérationnelle militaire à l'intérieur de zones réputées dangereuses aux autres utilisateurs. D'autre part, la vitesse des « jets » est telle que, même dans d'excellentes conditions de visibilité, la sécurité exige que les aéronefs soient effectivement contrôlés : le concept « voir et être vu » perd toute valeur.

Enfin, si l'on veut bien réfléchir au fait que les quadriréacteurs Boeing 707 ou DC-8 traversent certains pays européens en dix minutes environ dans leur plus grande dimension, on comprendra que les limites conventionnelles des régions de contrôle de l'espace supérieur ne peuvent plus coïncider avec les frontières politiques des États européens. La mise sur pied de l'Agence Eurocontrol, qui est en bonne voie, servira sans aucun doute non seulement les intérêts des États membres, et des Compagnies aériennes, mais d'une façon plus générale, ceux de tous les usagers du ciel de l'Europe occidentale.



Vers l'

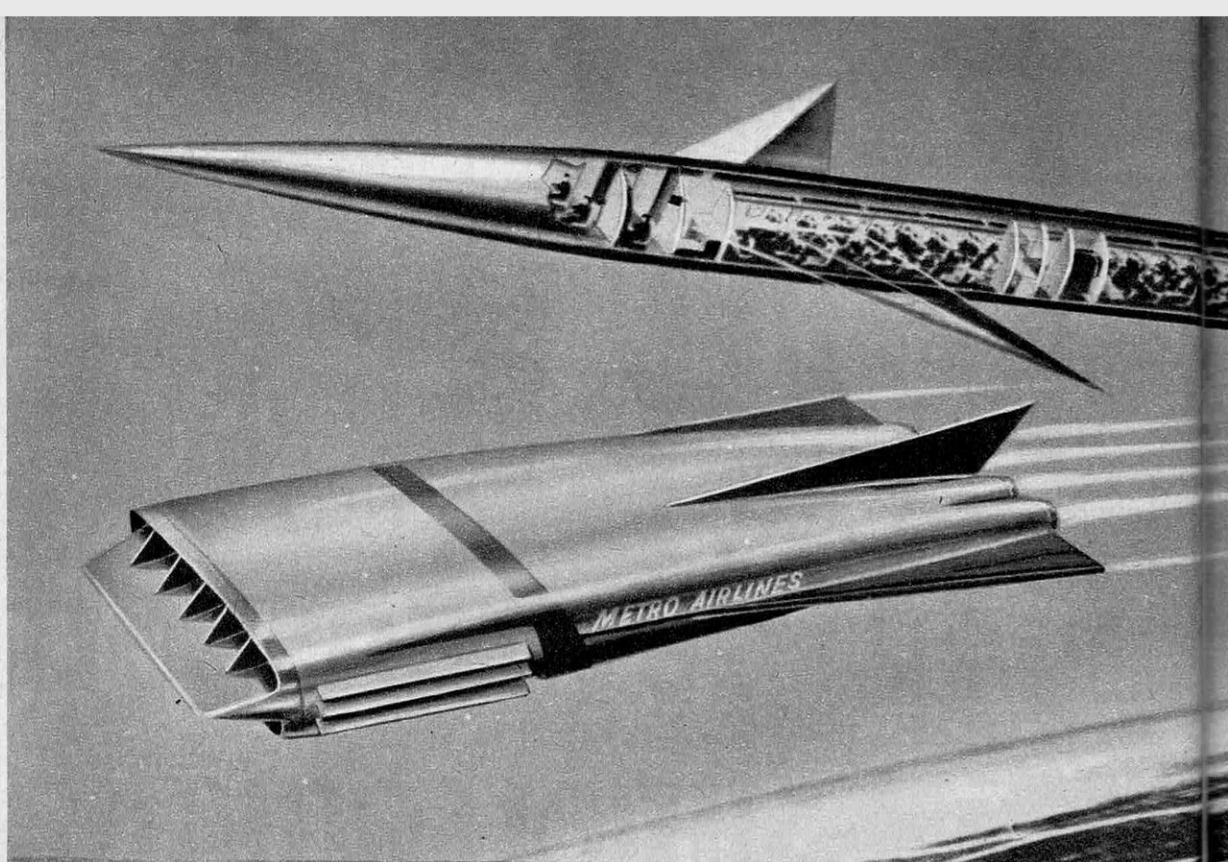
Conceptions futuristes : en bas (Convair) avion volant à Mach 5, en haut (Bell) planeur à fu



avion de transport supersonique

LA double réussite des appareils militaires à Mach supérieur à 2 et des avions de transport à réaction subsoniques devait fatalement conduire à l'idée de transport supersonique. Effectivement, de nombreux travaux de recherches ont déjà été consacrés à ce sujet tant aux États-Unis qu'en Grande-Bretagne. En France même, comme nous le verrons plus loin, des études préliminaires sont poursuivies en collaboration par Sud-Aviation et la G.A.M. Dassault.

L'attrait de la vitesse pour les passagers est tel, en effet, que, mis à part les premiers temps d'accoutumance à de nouveaux modes de locomotion, les avions supersoniques draineront la clientèle au détriment de leurs rivaux moins rapides. Mais, avant d'en arriver là, deux types de problèmes se posent, techniques et économiques. Les problèmes techniques, qu'ils concernent l'aérodynamique, la propulsion ou la fameuse barrière thermique, trouveront leurs solutions dans une adaptation de celles déjà adoptées sur les bombardiers supersoniques. Mais les problèmes économiques seront plus ardues à résoudre. Il n'est pas certain, en effet, vu le prix d'achat élevé de tels appareils et les dépenses déjà couvertes par les compagnies pour l'achat massif des Boeing 707 et autres DC-8, que la rentabilité soit assurée avant assez longtemps. D'autre part, la capacité importante de ces avions et leur fréquence de rotation rapide fera que chacun d'eux offrira sur le marché un nombre annuel de kilomètres-passagers beaucoup plus important que les avions de la génération actuelle.



Pour un même trafic, leur nombre pourra donc être plus restreint, ce qui se répercutera à nouveau sur le prix d'achat. Mais on n'arrête pas le progrès, et il est vraisemblable qu'au plus tard en 1970, l'avion de transport supersonique sera une réalité.

Le choix des formes

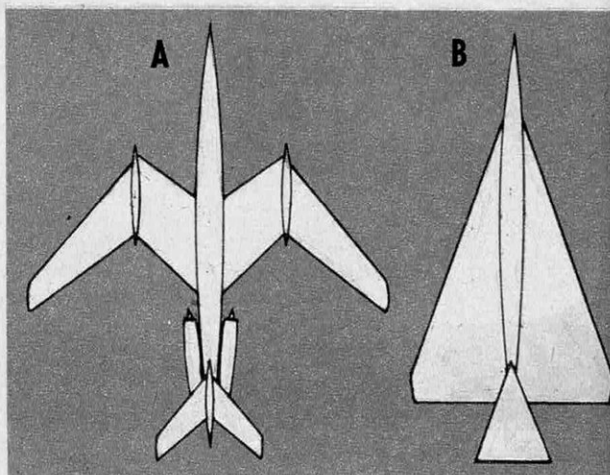
Du point de vue aérodynamique, la caractéristique essentielle du vol supersonique est l'augmentation de traînée due à la traînée

d'onde. Or, le rayon d'action et les frais d'exploitation d'un avion de transport sont particulièrement influencés par le rapport des coefficients de portance et de traînée, que l'on appelle finesse de l'avion. Pour fixer les idées, une valeur de la finesse couramment admise en subsonique est de 15. Par contre, aux nombres de Mach supérieurs à 2 (deux fois la vitesse du son), il est pratiquement impossible de dépasser 10.

Les formes les mieux adaptées devraient alors comporter de longs fuselages effilés et

Quelques formes pour les long-courriers supersoniques ➡

Les experts sont encore loin d'être d'accord sur la meilleure configuration de l'avion de transport ultra-rapide : Hawker-Siddeley a proposé pour Mach 1,2 l'aile en M avec réacteurs jumelés à l'arrière (A) et aussi, pour Mach 2, l'aile en delta extrêmement mince (B) ; le projet Handley-Page pour Mach 2,5 est du type « canard » (C), celui de Rolls-Royce du type VTOL (D) ; les projets Bristol à 1 ou 2 fuselages combinent turbo et statoréacteurs (E, F) ; l'avion du Docteur Wallis (G) prendrait deux aspects, ailes en queue d'hirondelle pour le vol aux grandes vitesses et étalées aux basses vitesses.



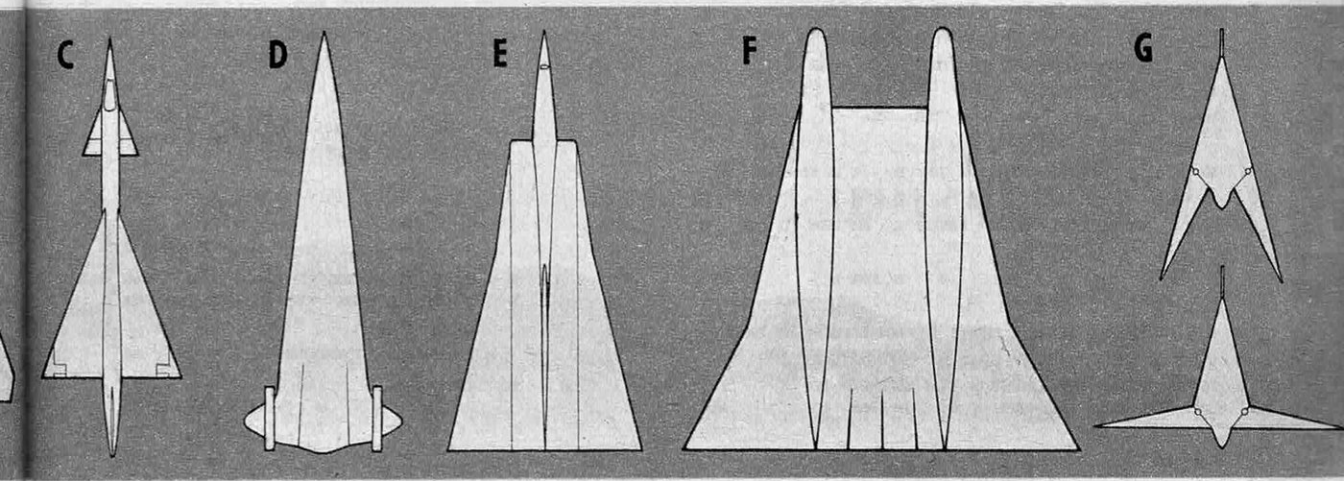


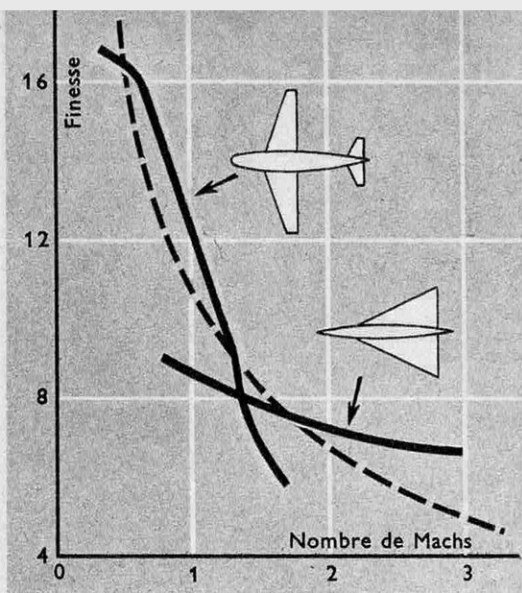
**Deux suggestions de Lockheed pour Mach 3 à 7.
L'appareil sans aile serait à décollage vertical.**

des ailes en delta de forte flèche. L'empennage serait alors du type « canard », c'est-à-dire placé à l'extrémité avant du fuselage de manière à faciliter l'équilibre longitudinal de l'avion. Toutefois, en raison de la longueur du fuselage, il sera impossible de décoller et d'atterrir aux fortes incidences habituelles aux ailes en delta, car cela nécessiterait une hauteur de train d'atterrissage absolument prohibitive. Il en résulte que les vitesses d'approche et d'atterrissage seront assez élevées, car l'on sait que les coefficients de por-

tance d'une aile en delta aux incidences faibles ou modérées ne sont pas très grands, et qu'il est difficile de produire une hypersustentation efficace.

Un ingénieur anglais, le docteur B. N. Wallis, a trouvé une solution originale à ce problème dans le principe de la flèche variable, et a établi un avant-projet, dénommé « Swallow ». Aux basses vitesses, les ailes à forte flèche pivotent vers l'avant de telle sorte que leur bord de fuite devient perpendiculaire à l'axe de fuselage; aux vitesses





← **LA FINESSE D'UN AVION** varie beaucoup avec le nombre de Mach, surtout pour la configuration classique, moins pour l'aile en delta de forte flèche. La courbe en tirets représente la finesse nécessaire pour un même coût d'exploitation sur 4 500 km.

supersoniques, au contraire, la forme en plan serait en queue d'hirondelle.

En règle générale, les avions de transport supersoniques seront plus grands et plus lourds que leurs homologues subsoniques, car, pour un rayon d'action donné, ils devront emporter plus de carburant; on peut estimer qu'un avion transportant 100 passagers pèsera environ 200 tonnes.

Le problème de l'échauffement

Dès que l'on dépasse un nombre de Mach de 2, le problème prépondérant devient celui de l'échauffement cinétique. Or, on peut déjà admettre que le futur avion de transport supersonique devra, pour des raisons de rentabilité, voler en croisière au delà de ce nombre de Mach fatidique, les projets actuels tournant autour de 2,5 à 3. À de telles vitesses, la température du revêtement dépasse 150°C, et l'emploi d'alliages légers devra être proscrit, à moins d'avoir recours à des procédés de refroidissement. L'acier et le titane prendront alors logiquement la suite comme matériaux structuraux, mais au détriment du prix global de l'appareil. Un matériau qui semble promis au meilleur avenir est le nid d'abeilles, qui a d'ailleurs déjà été utilisé sur le B-58 « Hustler ». On réalise maintenant couramment des blocs de nid d'abeilles de grandes dimensions en acier, voire en inconel.

Outre la tenue de la structure, un autre point est à considérer : le conditionnement d'air. Il est admis dans les normes de l'aviation commerciale que la température à l'intérieur de la cabine ne doit pas dépasser 24°C et la température de la paroi 32°C.

Deux solutions pourront être utilisées, soit revêtir la paroi interne d'une couche de matériau isolant tel que la fibre de verre (mais l'épaisseur de cette couche devrait atteindre plusieurs centimètres), soit faire circuler de l'eau à l'intérieur d'une double paroi. On ne peut, en effet, songer à utiliser l'air extérieur à l'avion, qui est à la même température. Le choix sera fait en définitive suivant les poids respectifs de chacune de ces solutions et il semble, du moins jusqu'à un nombre de Mach de 2,5, que ce soit la seconde qui soit la meilleure.

La pressurisation de la cabine, d'un autre côté, pose des problèmes de résistance de la structure, la croisière devant s'effectuer à une altitude d'au moins 18 000 m pour des raisons d'économie de combustible évidentes, et la pression à rétablir dans la cabine pour que le confort des passagers ne soit pas diminué étant celle correspondant à une altitude de 2 500 m. Cette différence entre les pressions interne et externe soumettra la structure de la cabine à des efforts importants, et, pour réduire les risques de rupture, le nombre des ouvertures dans la coque devra être réduit au minimum. Ceci entraînera la suppression des hublots qui, d'ailleurs, ne présenteraient pas un grand intérêt, vu l'absence de paysage extérieur. Chaque passager aura cependant à sa disposition un écran de télévision individuel branché sur une caméra commune donnant une image du milieu extérieur. Des projets très audacieux prévoient même de supprimer les pare-brise de la cabine de pilotage, ce dernier se faisant également par l'intermédiaire d'une caméra de télévision.

Quel sera le propulseur le mieux adapté ?

Les études effectuées au cours des dernières années chez les constructeurs de moteurs montrent que l'éventail des propulseurs aptes au vol supersonique est très large. Seule, l'hélice est irrémédiablement condamnée.

Jusqu'à un nombre de Mach de 2,5, le turboréacteur pur demeure la solution optimale. Ces réacteurs devront avoir un taux

LE NIVEAU DU BRUIT perçu au sol lors du passage d'un avion volant à une vitesse supersonique (ici Mach 3) est difficilement tolérable sauf pour des altitudes de vol élevées. Les différences de pression dues aux ondes de choc sont chiffrées en kg/m^2 .

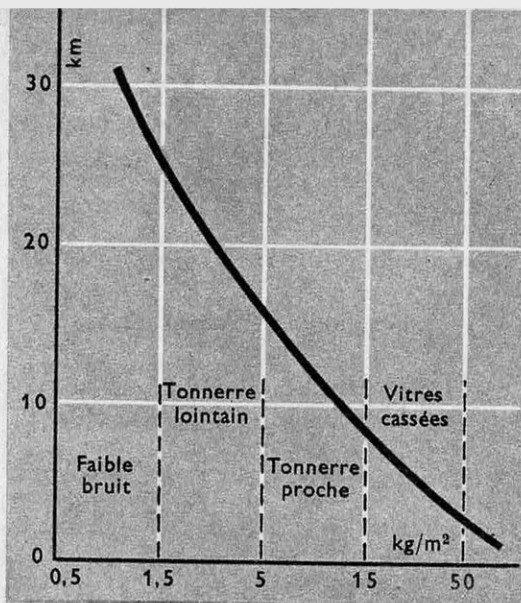
de compression modéré du fait de la compression purement aérodynamique due à la vitesse de vol, mais la température des gaz admissible à la turbine devra être la plus élevée possible, ce qui suppose le recours à des métaux très réfractaires, pour les ailettes.

L'efficacité de la prise d'air jouera un rôle prépondérant dans la rentabilité. Pour obtenir la meilleure récupération de pression quelle que soit la vitesse de vol, il est probable qu'il faudra adopter une entrée d'air à géométrie variable, consistant en un corps central dont l'angle au sommet serait modifié par un système de réglage automatique. Il en va de même, d'ailleurs, pour la tuyère d'éjection. En effet, aux grandes vitesses, celle-ci doit pouvoir donner un rapport de détente d'environ 12/1, ce qui suppose une forme convergente-divergente. Mais aux faibles vitesses d'atterrissage et de décollage, où le rapport de détente n'a besoin d'être que de 2 à 3, de telles formes conduiraient à des pertes importantes.

Le turbo-statoréacteur

Si l'on veut dépasser Mach 2,5, les avantages des statoréacteurs doivent être pris en ligne de compte, mais comme leur poussée est pratiquement inexistante aux faibles vitesses, ils devront être associés à un turbo-réacteur classique en un combiné turbo-statoréacteur analogue à celui mis au point par Nord-Aviation pour le Griffon. Le turboréacteur peut être alors spécialement adapté au vol à faible vitesse et fonctionner à un régime réduit lorsque le statoréacteur est allumé. Le type de réacteur convenant le mieux à un tel programme d'emploi pourrait être le réacteur à double flux dont la faible consommation aux basses vitesses est un des principaux atouts.

Nord-Aviation préconise même d'appliquer la postcombustion au flux secondaire en dirigeant celui-ci vers le conduit du statoréacteur où il se mélange avec le flux d'air de ce dernier. Le poids spécifique d'un tel ensemble combiné serait particulièrement faible vis-à-vis de tous les autres moteurs et la vitesse à laquelle il pourrait fonctionner n'est pas limitée et peut dépasser largement Mach 3.



Le bruit et les bangs soniques

Pour des avions de transport, l'un des problèmes techniques qui prend le plus d'importance en exploitation est celui du bruit produit au voisinage des zones habitées. Il peut se décomposer en deux éléments : le bruit dû aux moteurs et celui dû aux ondes de choc se déplaçant avec l'avion aux vitesses supérieures à la vitesse du son.

Les études effectuées au cours de ces dernières années sur les silencieux de turbo-réacteurs et qui ont permis de réduire à un niveau acceptable le bruit des Boeing 707 et Douglas DC-8 montrent que, moyennant quelques progrès techniques, l'insonorisation partielle des moteurs supersoniques pourra être obtenue. Le premier facteur de bruit pourrait donc être négligé, mais il n'en est pas de même du second.

On sait en effet que les ondes de choc issues d'un avion au cours d'un palier supersonique entraînent des variations de pression extrêmement intenses au sol. L'organisme américain de recherches aéronautiques et spatiales, le N.A.S.A., s'est livré à une étude théorique du problème que traduit la figure ci-dessus. On constate que, pour un avion volant à Mach 3, les dégâts causés pour une altitude de croisière inférieure à 11 000 m sont prohibitifs et ne pourront être tolérés ; le plan de vol devra donc comporter une montée à vitesse subsonique jusqu'à 11 000 m, sauf si l'avion vole au-dessus de régions inhabitées ou d'océans. L'inconvénient de cette méthode est d'accroître la consommation de carburant totale de quelques tonnes. Les études du N.A.S.A. ont également montré que le niveau de bruit varie peu avec les

dimensions ou le dessin de l'avion et qu'il augmente comme la racine quatrième du nombre de Mach, donc est peu influencé par la vitesse, une fois que l'on est en régime supersonique.

Les facteurs économiques

L'aspect technique du problème étant maintenant connu, il faut tenir compte des facteurs économiques pour réaliser un appareil qui ait des chances d'être rentable. La première chose qui apparaît est qu'il existe une vitesse optimale qu'il serait excessivement coûteux de dépasser. Si l'on trace en effet, pour différents rayons d'action, la courbe donnant le temps de vol en fonction de la vitesse de croisière, on constate qu'elle tend rapidement vers une asymptote. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'au fur et à mesure que la vitesse croît, l'importance de la montée et de la descente par rapport au temps total du voyage est de plus en plus importante. Comme nous l'avons déjà signalé, cette vitesse maximale se situe aux alentours de Mach 3, certains constructeurs se limitant même dans leurs projets à Mach 2,5.

La vitesse de l'avion joue également sur le nombre de voyages que celui-ci pourra effectuer sur un parcours déterminé, et par là même sur le nombre d'avions qui seront nécessaires pour absorber le trafic. Compte tenu de ce que les passagers n'aiment pas partir ou arriver à destination dans le milieu de la nuit, on arrive à la conclusion que, sur le parcours Paris-New York, l'augmentation de la vitesse de Mach 2 à Mach 3 ne permet pas d'accélérer la rotation des avions. A partir de tels diagrammes et en extrapolant le taux actuel d'accroissement du trafic de passagers, les économistes du transport aérien ont calculé que, vers les années 70, le nombre d'avions suffisant pour absorber la totalité du trafic sur les lignes long-courriers du monde entier devrait varier entre 150 et 300. Par suite, les frais d'achats des appareils seront très élevés, et ceci n'autorisera pas la fabrication de plus de deux ou, au maximum, trois appareils différents. Ceci explique que dans chaque pays, y compris les États-Unis, les constructeurs d'avions travaillent en collaboration et qu'ils mettront leur potentiel industriel en commun pour réaliser celui des avant-projets qui aura été retenu par leurs gouvernements respectifs.

D'autre part, des estimations ont déjà été effectuées pour les frais d'exploitation directs et indirects, en comptant l'amortissement sur

une période de dix ans. Ils peuvent se résumer dans le tableau ci-dessous :

| | |
|---------------------|--------|
| Combustible | 50,4 % |
| Amortissement | 19,2 % |
| Matériel | 15,1 % |
| Assurance | 9 % |
| Équipage | 6,3 % |

En tenant compte des diverses causes d'incertitude, on peut chiffrer ces frais d'exploitation entre 0,13 et 0,22 NF par mille-passager, la limite supérieure correspondant à peu près au double des frais d'exploitation des avions à réaction subsoniques actuels.

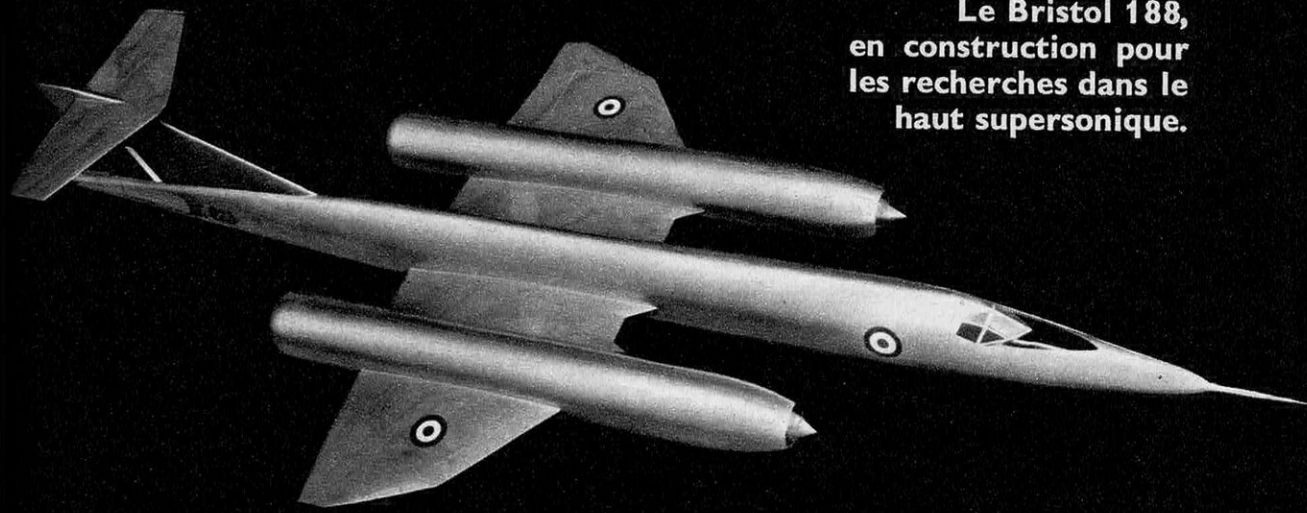
Enfin, un problème qui relève à la fois du domaine de l'exploitation et de celui de la technique est le contrôle du trafic. Il est certain que les précautions à prendre pour éviter les accidents doivent croître considérablement avec la vitesse. En particulier, l'espace entourant un avion en mouvement et dans lequel il ne doit se trouver aucun autre avion varie comme le cube de la vitesse. En outre, la consommation de carburant sera telle qu'il faudra éviter au maximum les attentes à l'atterrissage et les détournements. Des systèmes de localisation très précis, capables de fournir aux contrôleurs de la circulation un plan de position complet des avions circulant dans leur zone, devront être mis au point. Le système Loctrac proposé par les sociétés I.B.M. et Lockheed pourrait satisfaire à ces conditions; il consiste à faire émettre par les avions des signaux codés qui seraient reçus à la fois par plusieurs stations au sol et retransmis par ces stations à une station centrale qui localiserait ainsi tous les avions circulant dans la zone.

Les projets en cours

Bien qu'aucune réalisation, même partielle, n'ait encore vu le jour, le problème de l'avion supersonique de transport a donné lieu à de nombreuses études au stade de l'avant-projet. Nous avons déjà considéré la solution proposée par le Dr Wallis en Angleterre, et qui est patronnée par la Société Vickers. Bristol, de son côté, envisage un avion en double delta, de forte flèche centrale, qui serait propulsé par un combiné turbo-statoréacteur intégré à la structure. La caractéristique essentielle de cet avion serait la grande dimension de sa prise d'air située au milieu de deux pointes latérales de fuselage contenant les passagers. Handley-Page, enfin, a fixé son choix sur un delta pur avec petite gouverne « canard » delta à l'avant du fuselage.

Aux États-Unis, toutes les grandes sociétés ont évidemment des projets d'avions de transport supersoniques dans leurs cartons, mais

**Le Bristol 188,
en construction pour
les recherches dans le
haut supersonique.**



peu de renseignements ont transpiré. Republic, Boeing et Lockheed semblent toutefois suivre la même voie qu'Handley-Page, c'est-à-dire l'aile en delta placée tout à l'arrière d'un fuselage très effilé. Par contre, une expérience très intéressante vient d'être proposée par Convair pour obtenir des données pratiques relatives au transport supersonique, à partir du bombardier B-58 à aile en delta. Le programme d'essais comporte trois phases. Dans la première, un B-58 non modifié effectuerait des vols commerciaux types sur des routes réelles, à des vitesses comprises entre Mach 1,5 et Mach 2; on obtiendrait ainsi des renseignements sur un certain nombre de problèmes: grondements soniques, contrôle du trafic, etc. La seconde phase consisterait à fixer sous le fuselage du B-58 une nacelle capable de contenir cinq passagers et toute une instrumentation d'essai; elle permettrait d'observer les réactions des passagers dans les conditions inhabituelles d'une cabine de transport supersonique. Le B-58 ainsi modifié pourrait voler l'an prochain. Enfin, dans la dernière phase, on réaliserait à une douzaine d'exemplaires une version de transport du Hustler, qui serait propulsée par quatre Pratt et Whitney J 58, de 13 500 kg de poussée chacun, sans post-combustion et pourrait emporter 52 passagers. Sa structure serait en aluminium, par opposition avec celle en acier inoxydable du B-70, et il pourrait atteindre Mach 2,4. D'après Convair, il pourrait voler en 1963.

Par rapport au B-58 actuel, les modifications porteraient sur le remplacement du fuselage de bombardier relativement court par un long fuselage effilé, et sur l'adjonction d'un empennage horizontal pour faciliter la solution des problèmes de stabilité et de contrôle. La cabine comportera deux rangées de sièges seulement, séparées par un couloir central. Convair estime que les frais d'exploitation directs ne dépasseront pas 0,13 NF par mille-passager, soit la limite inférieure des prévisions relatives aux futurs avions supersoniques. Il reste à attendre les résultats de cette expérience dans la mesure où elle sera agréée par les autorités de l'aviation civile américaine.

En France, enfin, Dassault et Sud-Aviation ont mis leurs connaissances en commun pour établir un projet sur lequel peu de renseignements ont transpiré jusqu'ici, mais qui pourrait avoir une voilure en delta dérivée de celle du Mirage IV.

Telle est la situation actuelle du transport aérien supersonique. Elle est pratiquement la même que celle des avions de transport à réaction subsoniques peu avant 1950. Or, moins de dix ans plus tard, un tel avion était devenu une réalité. On peut attendre la même évolution pour le liner supersonique, et dans cet espoir donnons-nous rendez-vous pour le Salon de 1971 où l'avion commercial à Mach 2,5 pourrait faire une de ses premières apparitions publiques.

Jacques SPINCOURT

L'AVIATION





FRANÇAISE

AVEC un chiffre d'affaires qui fut pour 1959 de l'ordre de 220 milliards et un volume d'exportations qui a atteint 1 142 588 643 NF en 1960, l'industrie aéronautique se place dans le lot de tête des grands secteurs de l'activité nationale. Un point, surtout, est à retenir : le montant des exportations de l'année dernière a été près de deux fois et demie supérieur à celui de 1959, qui était lui-même en progression très nette sur les années précédentes.

Ces chiffres suffisent à donner la mesure de l'effort de commercialisation qui a été celui de l'industrie aéronautique française durant ces dernières années. Cet effort, qui porte aujourd'hui ses fruits, et dont la poursuite doit assurer l'avenir, a eu pour cadre une situation rendue délicate par les fluctuations budgétaires, les remaniements de la politique militaire, l'évolution des programmes de fabrication.

L'année 1958 avait été marquée par une assez forte réduction d'activité des sociétés de construction aéronautique, réduction qui a atteint 6 % par rapport à 1957 et s'est traduite par une diminution des plans de charge entraînant celle des effectifs. En dépit des craintes que l'on pouvait

légitimement avoir, l'année 1959 fut un peu plus favorable.

La transition 1959-1960 fut cependant difficile, notamment dans le domaine des fabrications militaires, car plusieurs chaînes, réduites en volume du fait des compressions budgétaires, arrivèrent simultanément à expiration. Ce fut le cas pour le « Super-Mystère », le « Vautour » et le Fouga « Zéphyr », tandis que la production du « Noratlas », réduite en cadence, ne devait de se poursuivre au ralenti qu'à une commande de rallonge de 15 exemplaires.

Ces fabrications ont été relayées par l'entrée en chaîne de nouveaux matériels comme le « Mirage III », la mise en production d'autres types (« Étendard IV M ») et enfin le lancement de tranches supplémentaires de « Noratlas » et de « Magister ». Des ruptures de charge parfois assez longues se produisirent néanmoins, avec tous les inconvénients graves que cela présente.

Dans le même temps, plusieurs programmes industriels d'envergure furent lancés. Portant sur des prototypes et pré-séries d'appareils assez importants, ils ont représenté un volume de travail suffisant pour pallier partiellement les fins de chaînes. C'est le cas du « Mirage IV », du cargo franco-allemand « Transall » et du patrouilleur naval de l'O.T.A.N. Bréguet « Atlantic ».

Cependant nous ne parlons ici que des matériels militaires. Or l'un des traits caractéristiques de ces deux dernières années aéronautiques a justement été la prise de conscience par nos industriels que leur sauvegarde ne pouvait résider, en fait, que dans les productions civiles. Ce revirement ne porte actuellement ses fruits qu'en ce qui concerne la « Caravelle », mais d'autres programmes sont en cours dont nous parlerons plus loin.

Toujours est-il qu'en 1961 l'industrie aéronautique française a vu remonter ses effectifs à 83 000 personnes et ses 2 millions de mètres carrés de surface couverte abritent plus de 30 000 machines-outils sur lesquelles 6 400 000 heures de travail sont effectuées chaque mois.

Perspectives d'avenir

La situation de notre industrie aéronautique paraît donc, au travers de ces chiffres, comme très rassurante. En fait, si elle est moins défavorable qu'on pouvait le craindre il y a deux ans, elle n'est pas aussi forte qu'on l'imaginerait à première vue.

L'avenir de nos usines d'aviation dépend essentiellement de deux débouchés pour leur

production : la « loi-programme » militaire d'une part, et les exportations d'autre part. Si la première, qui couvre les besoins militaires pour cinq ans et assure par conséquent le plan de charge partiel de nos usines pour le même laps de temps, a été votée par le Parlement, les exportations vont se trouver en face d'une opposition d'autant plus vigoureuse que les industries aéronautiques étrangères sont devant la même situation que la nôtre : diminution des commandes militaires et obligation corrélative de développer les ventes d'avions civils.

Il ne faut certes pas minimiser l'importance des exportations de matériels militaires qui tendent d'ailleurs à progresser depuis quelques mois, mais néanmoins, dans ce domaine, l'activité des entreprises françaises est liée directement au budget de la Défense Nationale. Du volume de ces crédits dépendent l'orientation des études, l'ampleur des fabrications et, dans une certaine mesure, les programmes d'équipement des constructeurs.

Aucune industrie plus que l'industrie aéronautique n'a besoin de plans de travail à longue échéance et la « loi-programme » militaire prend sous cet aspect une valeur énorme pour nos constructeurs d'avions qui, forts de la première expérience fructueuse du plan quinquennal de 1950, demandaient depuis longtemps la mise sur pied d'un nouveau programme de cinq ans.

Entrainant un meilleur emploi des crédits et améliorant le climat psychologique de nos entreprises, la loi-programme aura certainement aussi une influence bénéfique sur le développement des exportations, étant, aux yeux de nos futurs clients, le gage d'une continuité dans le développement des matériels qu'elle englobe.

La loi-programme militaire

Telle qu'elle fut soumise au vote du Parlement, la loi-programme militaire intéresse évidemment les trois Armes. Il est tout aussi évident que nous ne l'étudierons ici que dans sa partie aéronautique, d'ailleurs la plus importante sinon dans son montant du moins par ses conséquences.

Il est superflu sans doute de rappeler ici que la base de la loi-programme est la constitution d'une force française de dissuasion dont les éléments essentiels sont des charges atomiques et leurs « vecteurs », avions d'abord, engins ensuite.

À l'exception des sommes prévues pour la poursuite du développement des « Mirage III », « Mirage IV » et « Atlantic », la loi-programme

ne comporte pas de montant annuel réservé aux études, ce qui bien entendu ne signifie pas un ralentissement de celles-ci, comme nous le verrons plus loin.

La mission prioritaire de la force de dissuasion comporte la production de cinquante bombardiers à Mach 2 « Mirage IV A » dont un certain nombre seront équipés en ravitailleurs pour leurs « collègues » offensifs. A un stade ultérieur, ces appareils auront pour successeur un engin balistique de moyenne portée pour lequel des études sont activement menées.

La force d'intervention recevra, au titre de la loi-programme, 270 « Mirage III », qui viendront s'ajouter aux 100 appareils inscrits à des budgets antérieurs.

Sont aussi prévus 70 Fouga « Magister » constituant vraisemblablement la fin de la série, ainsi que 220 hélicoptères de différents modèles et tonnages, « Alouette II », « Frelon » et « Sikorski H-34 » de Sud-Aviation.

Enfin, l'Armée de l'Air doit aussi recevoir 80 avions de transport léger, d'un type encore non précisé, et c'est d'ailleurs là les derniers crédits non attribués de la loi-programme. Ce poste devrait fournir un successeur aux bimoteurs de coopération que l'Armée de l'Air utilise actuellement en Algérie et dans les pays de la Communauté.

L'Aéronavale n'est évidemment pas oubliée. Aux 50 « Étendard IV M » d'ores et déjà commandés pour l'armement du porte-avions Clemenceau, la loi-programme ajoute 50 autres machines dont une partie « grées » pour la reconnaissance photographique. En outre, elle prévoit le financement de 27 exemplaires du patrouilleur anti-sous-marins Breguet « Atlantic », les autres exemplaires de série devant être financés par les autres pays faisant partie du groupe assurant la construction de cette machine.

En dehors de la loi-programme, les besoins français d'avions militaires font l'objet d'un plan à long terme qui comprend notamment les crédits nécessaires à l'étude, à la réalisation des prototypes et au début de la fabrication du cargo franco-allemand « Transall », ainsi qu'à la poursuite des travaux théoriques et pratiques sur différents projets d'avions d'intervention à décollage et atterrissage verticaux.

Il est à noter que la loi-programme n'englobe pas la totalité des crédits alloués à l'« Air ». Ainsi elle n'inclut pas les engins air-air et air-sol à courte portée, non plus que les réparations, autant d'activités qui représentent un potentiel d'heures de travail important.

Le grand reproche que l'on puisse faire à

la loi-programme est de ne pas comporter de poste fixe annuel pour les études nouvelles, à l'encontre de ce qui avait été fait lors du premier plan quinquennal. La conséquence est que les crédits d'études, comme les opérations non programmées, seront à la merci des aléas de la conjoncture budgétaire, d'où une impossibilité quasi certaine de pouvoir assurer un niveau d'activité constant aux bureaux d'études.

Cependant, et exception faite de cette critique, la loi-programme et le plan à long terme qui lui est associé ont pour notre industrie aéronautique une importance qu'il ne faut pas minimiser. Ils sont pour elle la certitude de pouvoir compter, addition faite des crédits venant du Ministère des Travaux Publics pour les matériels civils, d'environ 2 milliards de NF de crédits par an au cours des 5 prochaines années.

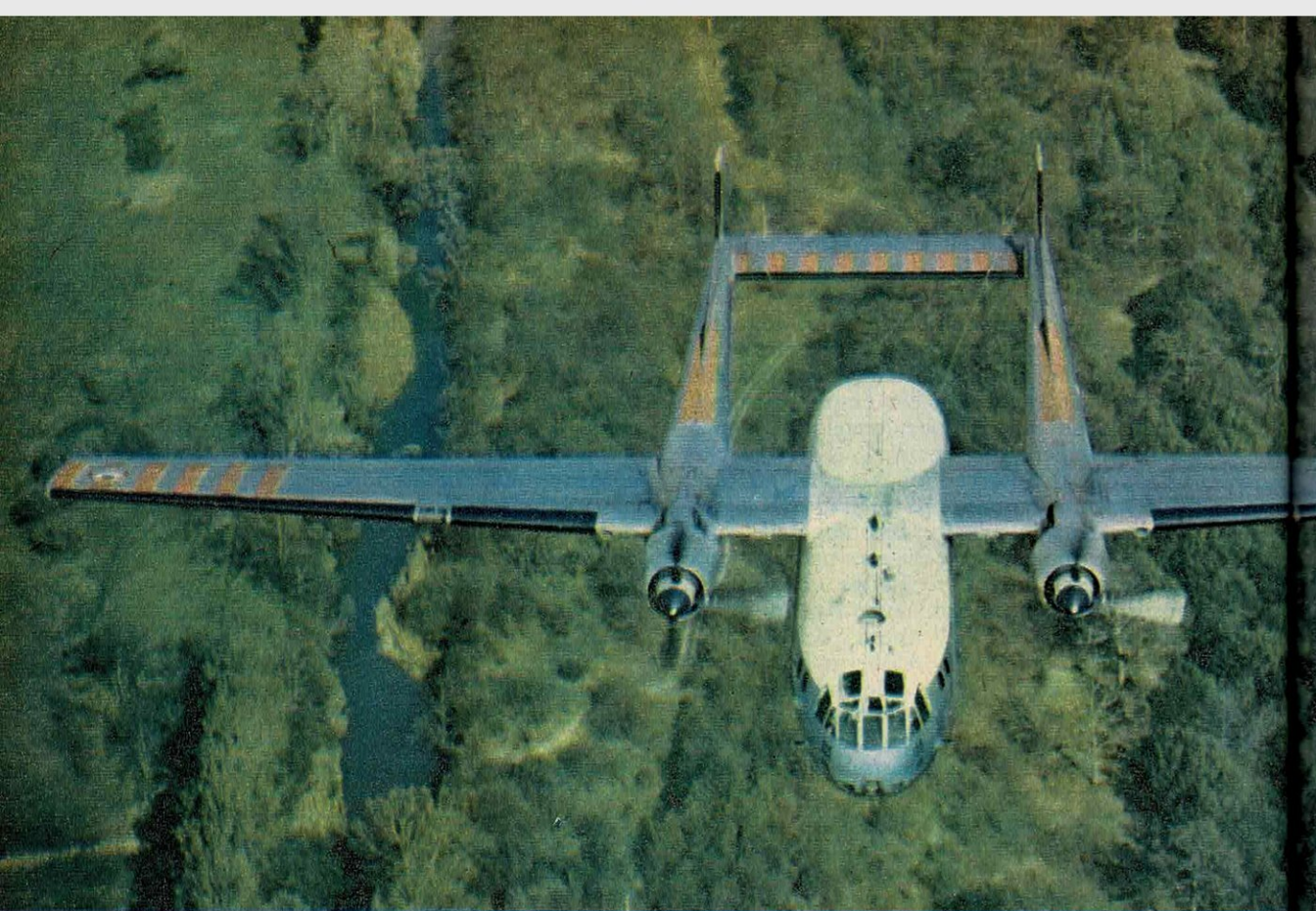
Il y a bien longtemps que nos industriels n'avaient pas eu devant eux un avenir aussi clairement délimité.

Les exportations

La seconde chance de survie de l'industrie aéronautique française réside dans ses exportations. Grâce à un effort d'adaptation et d'organisation remarquable, dont beaucoup ne la croyaient plus capable, endormie qu'elle était dans le régime facile des commandes d'État, elle est parvenue à se hisser au rang de brillant troisième exportateur mondial de produits aéronautiques. Nous avons donné, au début de cette étude, les chiffres relatifs à l'année 1960, et il faut bien convenir qu'ils sont saisissants. Trop peut-être car, au risque de paraître pessimiste, nous n'hésiterons pas à écrire qu'ils cachent peut-être des lendemains moins enchanteurs.

Pourtant l'année 1961 a débuté par le double coup de tonnerre de la commande du « Mirage III » par l'Australie et de sa sélection par la Suisse. Succès remarquables qui établissent à l'échelle mondiale la renommée de ce qui passe pour être le meilleur avion de combat actuel. Pourtant de nouveaux contrats de « Caravelle » sont venus s'ajouter aux précédents... Pourtant aussi d'autres ventes sont en perspective...

Dans le même temps, malheureusement, la concurrence se fait plus vive. Les exportations sont devenues, pour tous les pays producteurs d'avions, une question de vie ou de mort. Après avoir réorganisé son industrie, la Grande-Bretagne s'apprête à partir à l'assaut des marchés mondiaux avec un regain de dynamisme, principalement dans le domaine des avions civils. Aux États-Unis, où



Le Noratlas, transport civil et militaire construit aussi en Allemagne



Le bimoteur de transport léger Max Holste Super-Broussard



Le biplace d'entraînement Fouga Magister

Le quadriplace de liaison MS 760 Paris à deux turboréacteurs





Le « Broussard », transport léger prévu pour des terrains sommairement aménagés

l'industrie aéronautique était, jusqu'à présent, plus indépendante de son gouvernement que celles de France et de Grande-Bretagne, la situation est analogue. Elle est même plus défavorable encore pour les importateurs d'avions depuis que des mesures assez draconiennes de sauvegarde du dollar ont été prises. Assurés de voir leurs ventes nationales protégées, les constructeurs américains peuvent consacrer des moyens renforcés à la prospection des marchés extérieurs. Jouant habilement de tous les atouts techniques, commerciaux et politiques, ils parviennent à s'imposer sur le marché européen contre des matériels continentaux. Nous pensons évidemment ici à la commande du F-104 par l'Allemagne, la Belgique, la Hollande et l'Italie, et aussi à celle du futur moyen-courrier Boeing 727 par la Lufthansa.

Un concurrent dangereux pour la « Caravelle »

Ce dernier choix surtout est lourd de conséquences. Il ne faut pas oublier, en effet, que la majeure partie de nos exportations aéronautiques portent actuellement sur la « Caravelle » et ses dérivés. Or le Boeing 727 compromet gravement l'avenir commercial de notre moyen-courrier, surtout aux U.S.A.

On fit grand bruit, et cela se conçoit bien, autour de l'accord Douglas-Sud Aviation. Plein de promesses, il devait assurer à la « Caravelle » des débouchés importants sur le continent nord-américain. Il est bien certain que l'on entoure de la plus grande discrétion l'évolution des relations Sud Aviation-Douglas, et ce silence rend difficile un bilan des résultats acquis. Ce que l'on peut constater, c'est que, d'une part, aucune commande

n'est venue s'ajouter à celle de United Airlines, et que, d'autre part, cette société n'a jamais levé l'option qu'elle détient sur 20 « Caravelle », bien que l'échéance initiale soit passée depuis plusieurs mois. A ce statu-quo sont venues s'ajouter la percée du Boeing 727 et les restrictions d'exportations de dollars qui, si elles ne sont pas officielles, n'en existent pas moins.

Il faut noter cependant que General Electric poursuit systématiquement les essais de sa « Caravelle III » équipée de turboréacteurs CJ-805 à soufflante, et il est vraisemblable qu'elle ne se livrerait pas à une expérimentation aussi coûteuse avec le seul espoir, d'ailleurs léger, de procéder à la modification ultérieure des appareils de United Airlines.

Le grand danger pour notre « Caravelle » demeure donc le triréacteur de Boeing, auquel sa percée en Europe et la présence de ses aînés, les 707 et dérivés, aux quatre coins du monde ouvrent de larges horizons. Certes, cet appareil ne sortira que dans deux à trois ans, mais, à cette époque, il bénéficiera de tous les enseignements techniques apportés, entre autres, par quatre années de service des « Caravelle ». Pour lutter à armes égales, la « Caravelle » doit suivre une évolution accélérée qui lui permette d'augmenter sa vitesse de croisière et sa capacité. M. Hérel, qui demeure optimiste, avance que le 727 est un appareil à haute densité pour parcours assez brefs. C'est indéniable, mais il ne faut pas oublier avec quelle souplesse les avions s'adaptent aux réseaux auxquels on les destine, le constructeur ne reculant devant aucune modification. Et il serait étonnant que Boeing, pour vendre quelques avions de plus, recule devant une augmentation du rayon d'action si on la lui demande.

On ne doit pas oublier non plus que, de son côté, l'Angleterre ne demeure pas inactive. Dans ses ateliers, De Havilland a constitué des équipes qui travaillent jour et nuit sur le prototype de son « Trident ». La British Aircraft Corporation, pour sa part, aurait décidé de pousser au maximum le développement de son « bébé-Caravelle » BAC-107. On dit même qu'un accord aurait été passé par les deux grands « ténors » de l'industrie britannique, la B.A.C. et le groupe Hawker-Siddeley, accord selon lequel l'un renoncerait au concurrent du « Trident » qu'il avait en projet, tandis que l'autre abandonnerait son concurrent du BAC-107.

Ces considérations nous emmènent apparemment très loin de notre sujet, et néanmoins elles en sont très proches. Nous attendons d'elles qu'elles aident le lecteur à comprendre sur quelle toile de fond nos industriels de l'aéronautique vont avoir à développer leurs exportations civiles.

Pour en revenir à la « Caravelle », quel que soit l'avenir de la coopération Sud Aviation-Douglas, de nombreux débouchés lui restent ouverts, surtout si l'on tient compte des possibilités des nouvelles versions en cours de développement sur lesquelles nous donnerons des détails dans une autre partie de cette étude. La discrétion de Sud Aviation quant à ses pourparlers fait que l'on ignore à peu près totalement quels sont les ordres sur le point d'aboutir. On a parlé cependant d'une commande des Japan Airlines, d'une autre de la Real brésilienne, et il est certain que de nombreuses sociétés américaines desservant

le réseau intérieur pourraient être intéressées par un moyen-courrier éprouvé dont la mise en service serait réalisable bien avant celle du Boeing 727.

Nos hélicoptères, engins, moteurs sur les marchés extérieurs

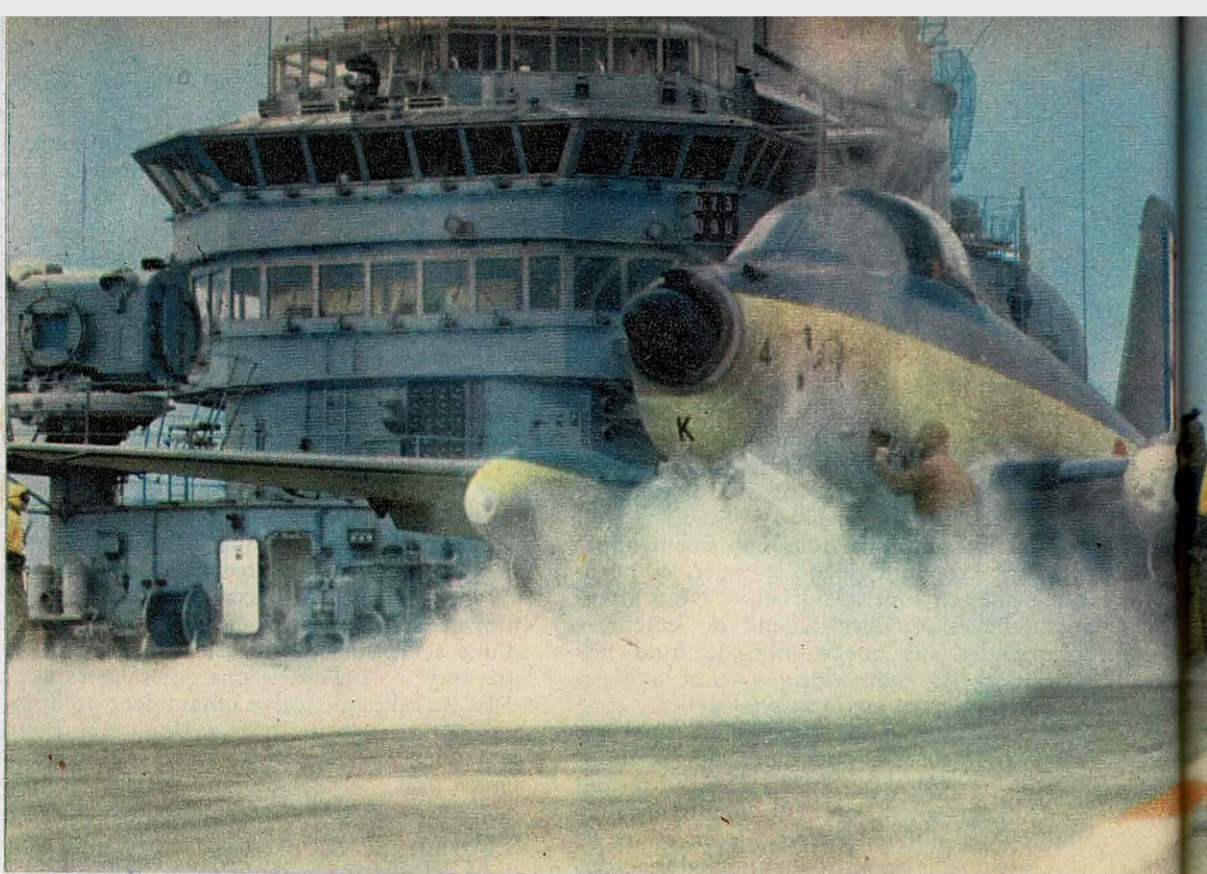
Il en est de même en ce qui concerne les hélicoptères. Grâce à la présence des turbines Turbomeca de petite puissance, la France a pu prendre une avance considérable en ce qui concerne les machines de faible tonnage. L'« Alouette II » ne se connaît pas encore de concurrent commercialisable de par le monde, ce qui explique son succès extraordinaire. Mais, là aussi, la concurrence va devenir plus vive car, en Grande-Bretagne notamment, les moyens spécialisés ont été regroupés au sein d'une seule société qui est ainsi à même de présenter à sa clientèle une gamme très large dans laquelle on trouve notamment un appareil concurrent de nos « Alouette ». Pourtant les perspectives demeurent excellentes grâce aux nombreux marchés ouverts par les productions actuelles de Sud Aviation.

Le troisième domaine dans lequel l'industrie française s'est acquis une place de choix est celui des engins de faible tonnage, anti-chars et cibles. En 1960, les exportations ont atteint 145 137 064 NF et prennent la seconde place après les cellules (736 221 606 NF). Elles intéressent dans leur quasi totalité les SS-10 et SS-11 de Nord Aviation, mais il est vraisemblable que d'autres types d'engins

SUITE PAGE 60

Le Breguet 1150 « Atlantic », patrouilleur et anti-sous-marins de l'Aéronavale





Le Breguet 1050 Alizé anti-sous-marins quelques secondes avant l'envol



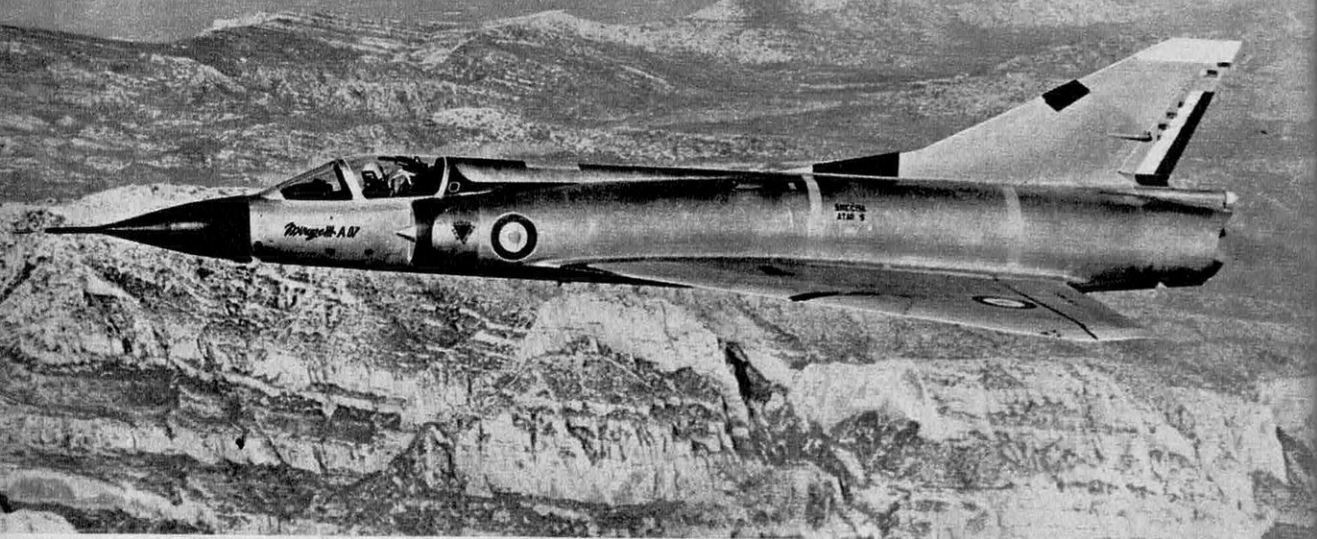
Le Dassault Étendard IV M, monoplace embarqué d'interception et d'attaque



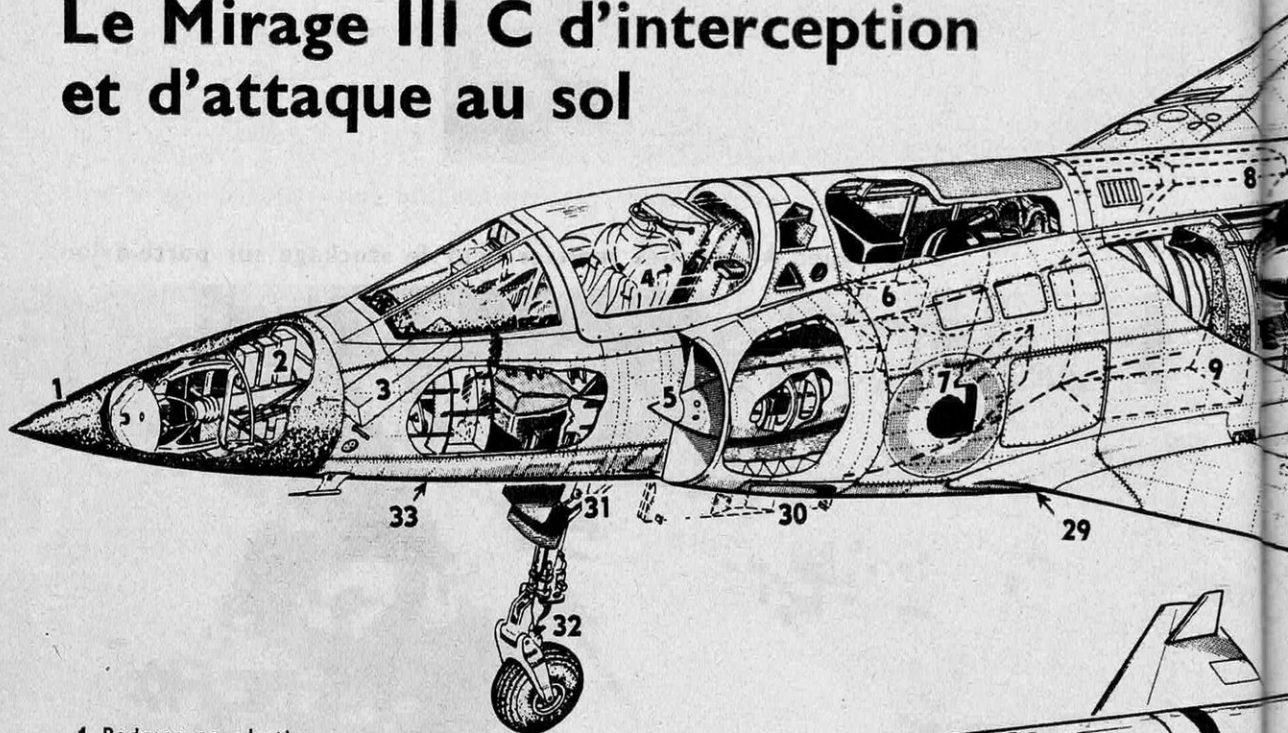
**Deux avions
de combat
qui équipent
les porte-avions
français**

Le Breguet Alizé, ailes repliées pour le stockage sur porte-avions



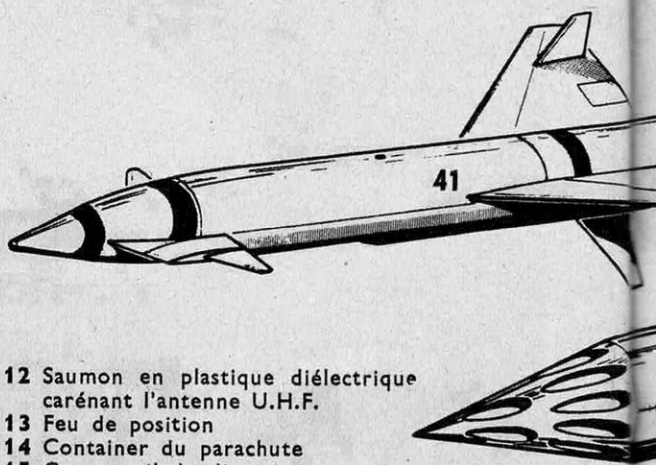


Le Mirage III C d'interception et d'attaque au sol



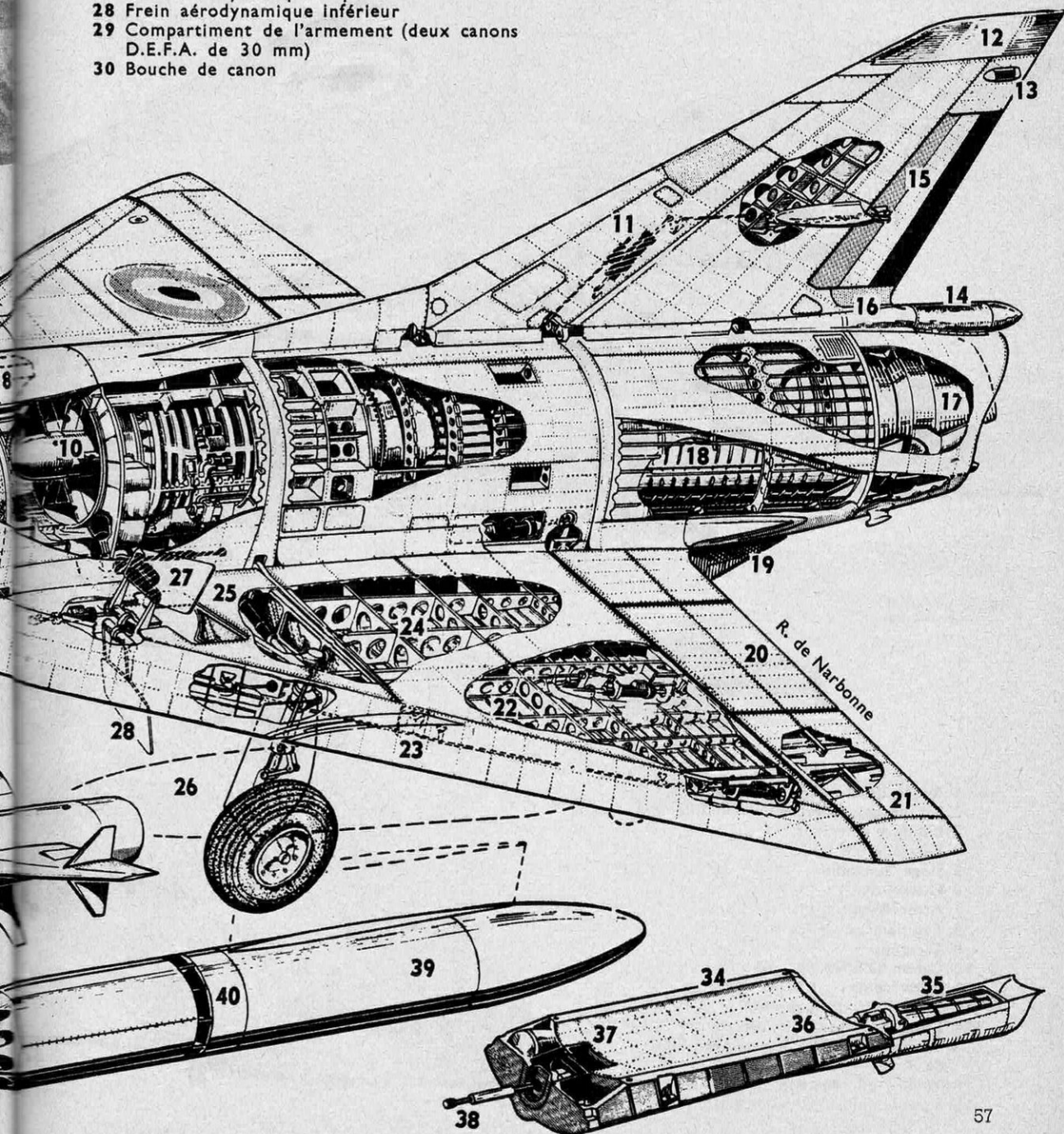
- 1 Radome en plastique
- 2 Radar d'interception, de contrôle de tir et de navigation
- 3 Scope du radar sur une console centrale
- 4 Siège éjectable
- 5 Cône d'entrée d'air ajustable
- 6 Compartiment radio-électrique comprenant les équipements de navigation, bombardement, conditionnement d'air, pilotage automatique, télécommande des engins
- 7 Entrée d'air auxiliaire avec ressort taré
- 8 Réservoirs souples de fuselage (côté droit)
- 9 Réservoirs (côté gauche)
- 10 Réacteur S.N.E.C.M.A. « Atar 9 C »
- 11 Vérin hydraulique de la direction

- 12 Saumon en plastique diélectrique carénant l'antenne U.H.F.
- 13 Feu de position
- 14 Conteneur du parachute
- 15 Gouvernail de direction
- 16 Radar passif arrière



- 17 Tuyère de postcombustion à paupières
- 18 Canal de postcombustion
- 19 Réservoir de carburant auxiliaire (à l'emplacement du moteur-fusée S.E.P.R. 841)
- 20 Élevon interne
- 21 Élevon externe
- 22 Réservoir intégral
- 23 Point d'attache des charges extérieures
- 24 Réservoir intégral
- 25 Vérin hydraulique de l'atterrisseur principal
- 26 Réservoir pendulaire
- 27 Frein aérodynamique supérieur
- 28 Frein aérodynamique inférieur
- 29 Compartiment de l'armement (deux canons D.E.F.A. de 30 mm)
- 30 Bouche de canon

- 31 Vérin de l'atterrisseur avant
- 32 Roue avant orientable à basse pression
- 33 Phares d'atterrissage rétractables
- 34 Moteur-fusée S.E.P.R. 841
- 35 Chambre de combustion
- 36 Réservoir du moteur-fusée
- 37 Turbo-pompe
- 38 Arbre d'entraînement de la turbo-pompe
- 39 Lance-roquettes-réservoir Dassault JL-100
- 40 Éjection des gaz de combustion des roquettes
- 41 Engin Matra R. 511



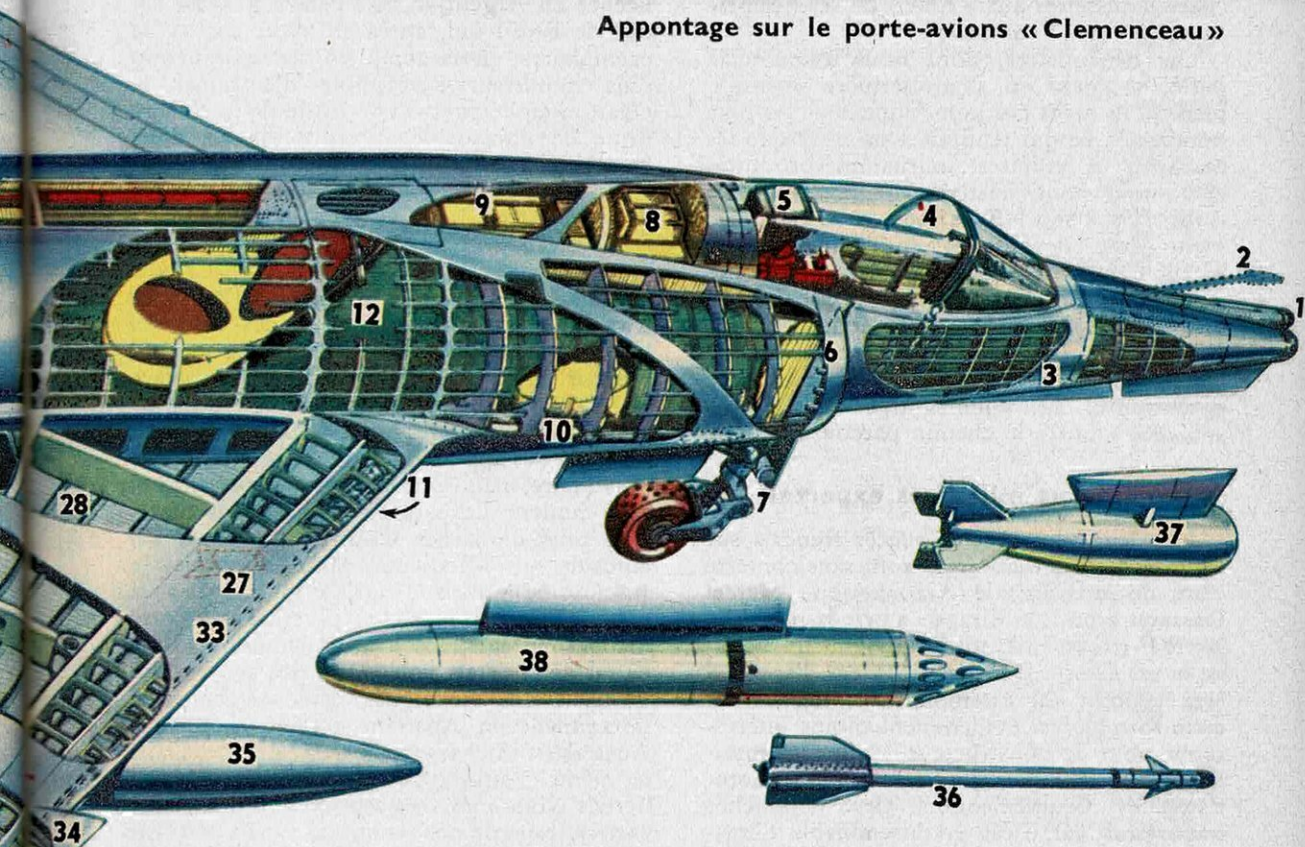
L'« Étendard IV M », appareil supersonique pour porte-avions



- 1 Radar de tir G.A.M.D. « Aïda ».
- 2 Perche escamotable de ravitaillement en vol.
- 3 Blindage inférieur.
- 4 Verrière éjectable.
- 5 Siège éjectable.
- 6 Entrée d'air.
- 7 Atterrisseur avant.
- 8 Équipement radio.
- 9 Oxygène.
- 10 Canon D.E.F.A. de 30 mm.
- 11 Aéro-freins.
- 12 Réservoirs de carburant.
- 13 Démarreur à air du réacteur.
- 14 Réacteur S.N.E.C.M.A. « Atar 8 » de 4 400 kg de poussée.
- 15 Tuyère du réacteur.
- 16 Servo-commande de direction.



Appontage sur le porte-avions « Clemenceau »



- | | |
|--|---|
| 17 Recouvrement plastique d'antenne. | 29 Aileron. |
| 18 Gouvernail de direction. | 30 Partie repliable de la voilure. |
| 19 Logement du parachute. | 31 Feux de navigation. |
| 20 Feu arrière de navigation. | 32 Tubes Pitot. |
| 21 Mécanismes de la section variable de la tuyère. | 33 Becs basculants. |
| 22 Crosse d'appontage. | 34 Becs basculants à épaulements. |
| 23 Réservoir d'huile. | 35 Réservoir supplémentaire extérieur de carburant. |
| 24 Vérin de la crosse d'appontage. | 36 Engin air-air « Sidewinder ». |
| 25 Volet de courbure. | 37 Bombe de 250 kg. |
| 26 Atterrisseur principal. | 38 Lance-roquettes. |
| 27 Crochet droit de catapultage. | 39 Engin air-air Nord-Aviation 5.103 ou 5.104. |
| 28 Caisson de voilure-réservoir. | |

connaîtront une grande diffusion ces prochaines années dans le cadre des exportations du système d'armes «Mirage III».

Si nous poursuivons l'examen de la répartition de nos exportations aéronautiques, nous trouvons ensuite les moteurs, en ordre décroissant. Premier exportateur, Turbomeca qui a poursuivi l'équipement des Fouga «Magister» et Morane «Paris» produits sous licence, tout en diffusant de nombreuses pièces de rechanges à tous les utilisateurs d'avions ou d'hélicoptères équipés de turbines Turbomeca, et ils commencent à être nombreux sur les cinq continents. Vient ensuite évidemment la S.N.E.C.M.A. qui, outre des moteurs «Hercules» destinés aux «Noratlas» allemands, a expédié vers Israël les pièces détachées nécessaires aux «Atar» de ses «Super-Mystère» et «Vautour».

Les hélicoptères, dont nous avons déjà parlé, viennent en avant-dernière position, bien qu'ils aient été numériquement les plus nombreux, ce qui tendrait à prouver que les machines à voilures tournantes produites chez nous sont relativement bon marché. Avec 73 858 860 NF en 1960, cette catégorie vient juste devant les équipements avec 72 500 938 NF. Ce dernier chiffre prend toute sa valeur si l'on rappelle qu'il y a seulement dix ans les avions français étaient invendables... à cause de la mauvaise qualité de leurs équipements et de l'absence de services après-vente. Le volume des exportations actuelles montre le chemin parcouru.

Matériels militaires exportés

Les deux plus récents succès français sur les marchés internationaux sont sans conteste ceux de la Générale Aéronautique Marcel Dassault dont le «Mirage» a pris sa revanche sur le F-104 en enlevant la décision en Australie et en Suisse. Dans les deux cas, l'appareil sera produit ou assemblé sous licence. Si cette formule est évidemment moins intéressante pour le constructeur qu'une exportation pure et simple, elle garantit à nos motoristes et équipementiers des débouchés importants, car il est invraisemblable d'imaginer qu'une production sous licence intégrale puisse être entreprise. Il en va évidemment de même en ce qui concerne les engins air-air et air-sol faisant partie du système d'armes.

Dans le domaine militaire toujours, un autre succès important a été l'acquisition de 15 Breguet «Alizé» par la Marine indienne. Cet appareil, qui intéressait plusieurs autres pays possesseurs de porte-avions de moyen tonnage, a vu sa diffusion réduite par la ces-

sion, pour des sommes symboliques, de bi-moteurs Grumman de la Marine américaine. Ce fut notamment le cas du Brésil, qui a reçu aussi des chasseurs embarqués de type démodé, ce qui bouche un marché auquel l'«Étendard IV M» pouvait prétendre. La transformation du seul porte-avions australien en porte-hélicoptères est venue encore restreindre le potentiel d'exportation de ce monoplace d'attaque.

Il serait injuste de ne pas signaler ici les succès remportés par Morane-Saulnier avec son «Paris», en Amérique du Sud notamment. Les exportations sont en effet plus de deux fois supérieures à la commande française qui, on doit le rappeler, fut réduite pour des questions de budget. Assemblé sous licence en Argentine, le «Paris» a aussi séduit le Brésil qui, après en avoir acquis 30 exemplaires, envisagerait un ordre beaucoup plus important susceptible d'entraîner la création en ce pays d'une filiale de la célèbre firme de Puteaux. Le Pérou, de son côté, en a aussi acheté un petit nombre.

De nouveaux avions légers de classe internationale

Mais il est un dernier domaine où la France n'avait connu jusqu'ici que des résultats limités, et qui va prendre une grande extension à partir de cette année, principalement grâce à Morane-Saulnier : celui de l'aviation légère. Jusqu'à présent, notre production s'était limitée à des appareils dont l'éloge n'est certes plus à faire, mais dont la fabrication en bois et toile limitait l'expansion en face des matériels plus modernes d'outre-Atlantique. En lançant son «Rallye», Morane-Saulnier a suscité une immense vague d'intérêt qui s'est matérialisée par plusieurs centaines de commandes enregistrées avant même que l'appareil définitif ait volé. Déjà des accords industriels ont été signés dans divers pays, notamment en Australie où De Havilland-Australasia se chargera de l'assemblage. Dans le même temps, d'autres avions légers modernes sont nés, susceptibles d'une belle carrière hors de nos frontières car ils peuvent soutenir la concurrence de ce qui se fait aux États-Unis. Nous pensons, entre autres, au Wassmer «Super IV» et surtout au Gardan «Horizon».

Parmi les autres prototypes français qui, industrialisés, pourraient être de bonnes cartes sur le marché mondial, il faut citer les Breguet 941/942 à décollage court, le Holste «Super-Broussard», le Dassault-Sud «Communauté» et peut-être le SIPA «Présence», ou l'un de ses concurrents, si cette catégorie

d'appareils trouve le soutien officiel qui permettra sa matérialisation. Sans oublier évidemment le Potez-Air Fouga 840 dont la formule a soulevé un grand intérêt.

Ce rapide panorama, qui résume les grandes lignes des résultats obtenus à l'exportation par nos constructeurs, met en valeur les nombreuses cartes qui nous restent à jouer dans les années à venir. Leurs indéniables qualités ne seront pas superflues pour leur permettre de s'imposer face à une concurrence sans cesse plus acharnée.

La France et la coopération internationale

Il est un aspect des activités de l'industrie aéronautique qui s'est développé à grande échelle ces deux dernières années : la coopération internationale.

On peut, schématiquement, diviser ces accords internationaux en deux groupes : ceux représentant un apport unilatéral de l'étranger et ceux qui matérialisent une coopération réelle. A dessein, pour ne pas trop nous étendre, nous ne nous attarderons pas sur les multiples accords d'assistance technique que plusieurs firmes françaises ont signés avec certains de leurs homologues étrangers.

Parmi les accords d'« importation », le plus important sans doute est celui qui a vu la United Aircraft américaine prendre une participation minoritaire au capital de la S.N.E.C.M.A. L'accord d'association comporte une aide technique réciproque et une licence de fabrication au profit de la S.N.E.C.M.A. de tous les moteurs et turbines de Pratt & Whitney. C'est ce qui a permis à la société française de reconvertir une partie de ses ateliers pour l'entretien et la réparation des réacteurs Pratt & Whitney en service dans les avions civiles et militaires européennes.

Il nous entraînerait trop loin, ici, de donner le détail des accords de collaboration divers qui ont été établis. Disons cependant que la société américaine qui a le plus investi en France est United Aircraft qui, outre la S.N.E.C.M.A., s'est intéressée à différentes autres entreprises, d'équipements notamment. Cessna, de son côté, a pris une importante participation au capital de la Société Nouvelle des Avions Max Holste.

Au titre des échanges de collaboration, on doit mentionner les accords S.F.E.R.M.A.-Beech pour la modernisation de différents matériels et notamment du petit bimoteur « Baron ». Le remplacement à Bordeaux de ses moteurs à pistons par des turbines

« Astazou » a fait de cet avion le « Marquis » (noblesse oblige). En principe, il pourrait être construit en France pour le compte de Beech, mais, dans l'état actuel des choses, seule la S.F.E.R.M.A. a lancé un programme industriel. A ce sujet, peut-être doit-on rappeler la malheureuse opération dont Morane-Saulnier fut la victime en concédant à Beech la licence de son « Paris », opération qui n'avait d'autre but, de la part de la société américaine, que d'étouffer la diffusion d'un avion qui aurait, d'un coup, déclassé tous les autres quadriplaces existants. Comme Beech poursuit l'étude de conversions de ses avions avec des turbines américaines, on peut craindre qu'il n'y ait, là aussi, une arrière-pensée de la part du partenaire américain.

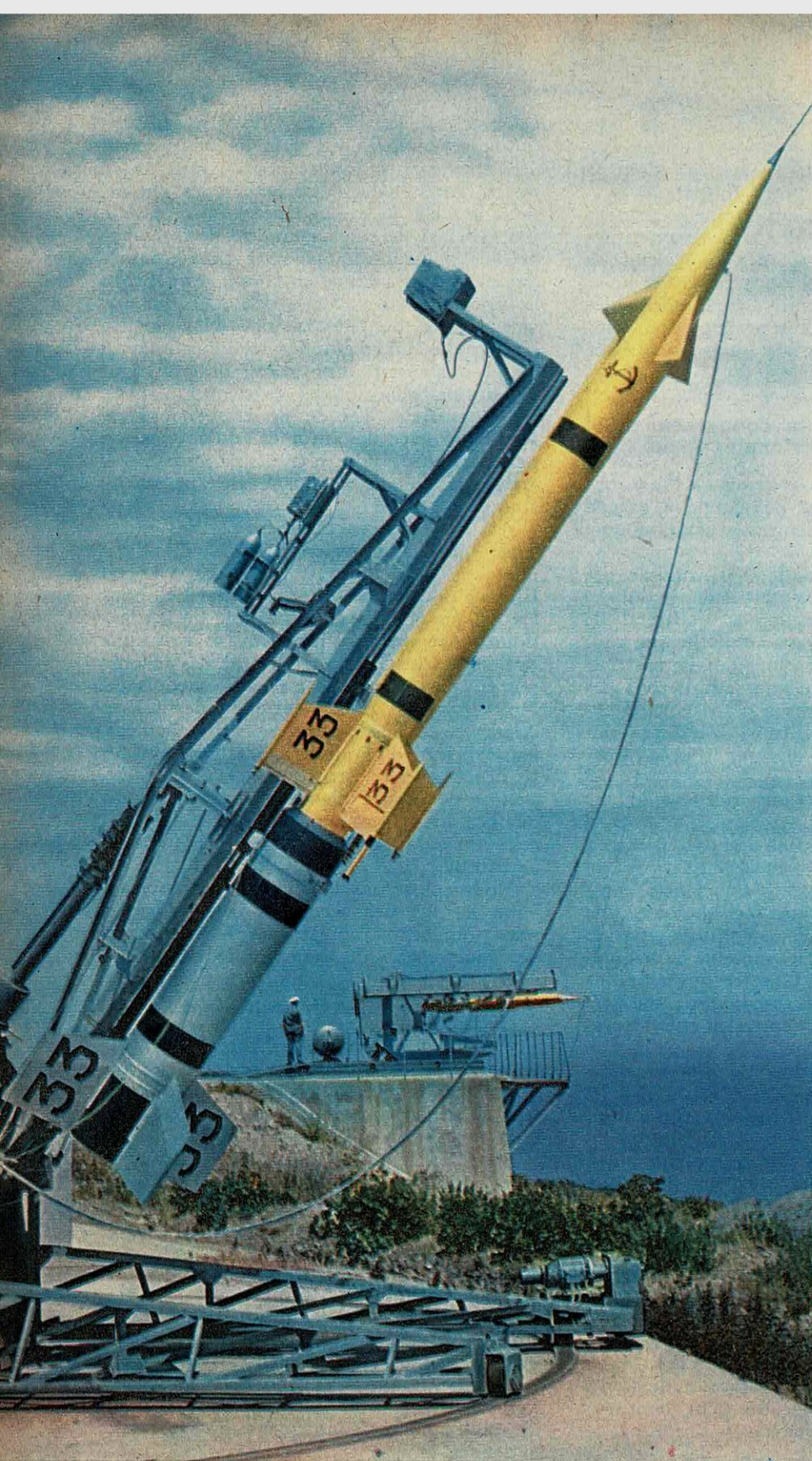
Au titre des licences cédées par des industriels français, pour en rester aux U.S.A., rappelons les options prises par General Electric pour les SS-10 et 11 et par Bell pour les CT-20 et CT-41. De ce côté de l'Atlantique, Armstrong-Whitworth a pris une option sur le CT-41, tandis que des accords ont été passés entre la S.A.A.B. suédoise et Nord Aviation pour l'entretien des CT-20 en service en Suède et pour, éventuellement, leur fabrication. Pour ce qui est des avions, la licence de construction du « Magister » a été cédée à la Finlande et à Israël, tandis que des discussions sont en cours concernant celle du « Mirage III », avec la Suisse et l'Australie.

Nous épuiserons la question en rappelant enfin les licences accordées dans plusieurs pays pour des turbomachines Turbomeca et des équipements de toutes catégories.

Les matériels militaires

L'éventail des avions de combat français en essais ou en production se limite à trois types : le monoplace polyvalent « Mirage III », le bombardier bisonique « Mirage IV » et le chasseur embarqué « Étendard IV ».

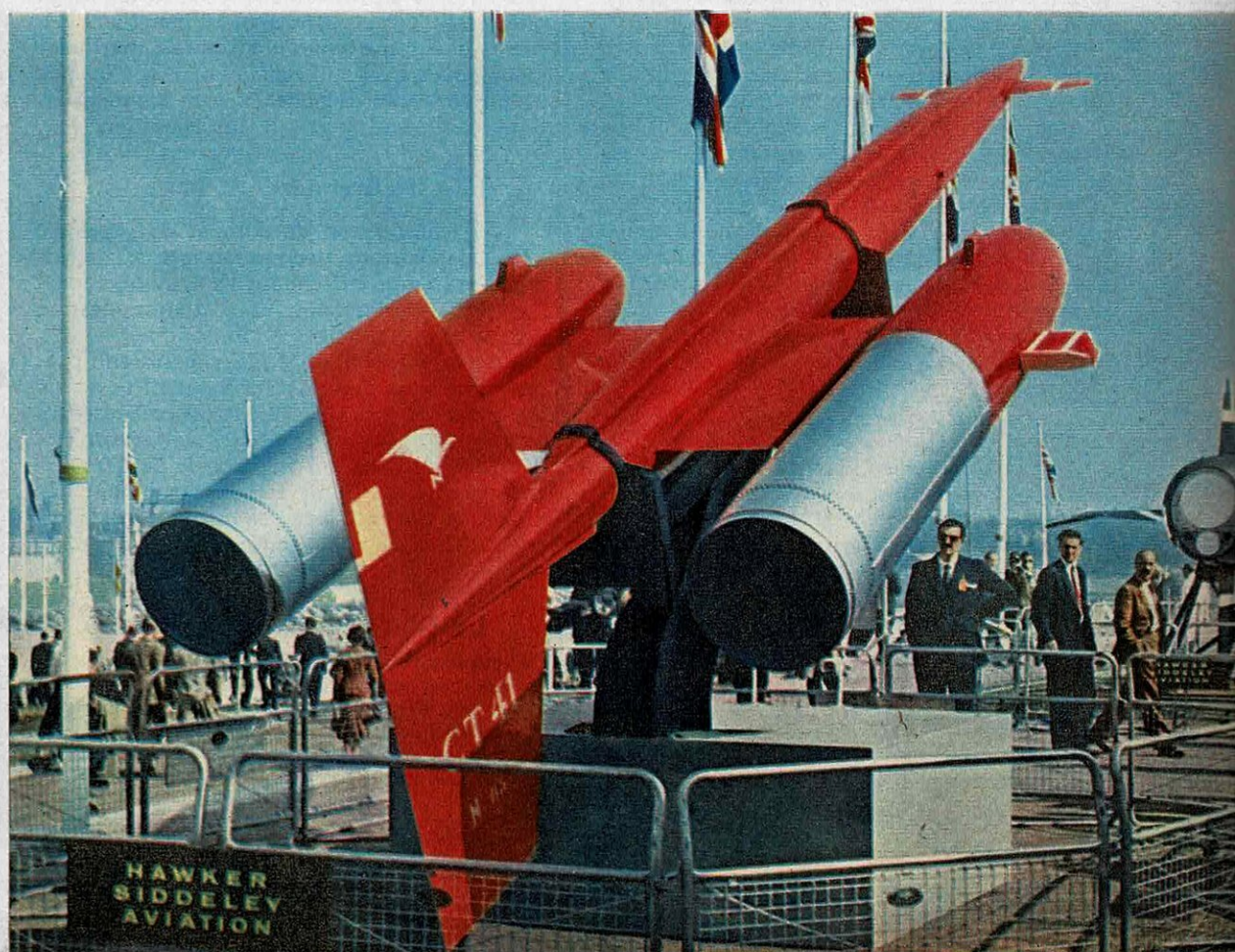
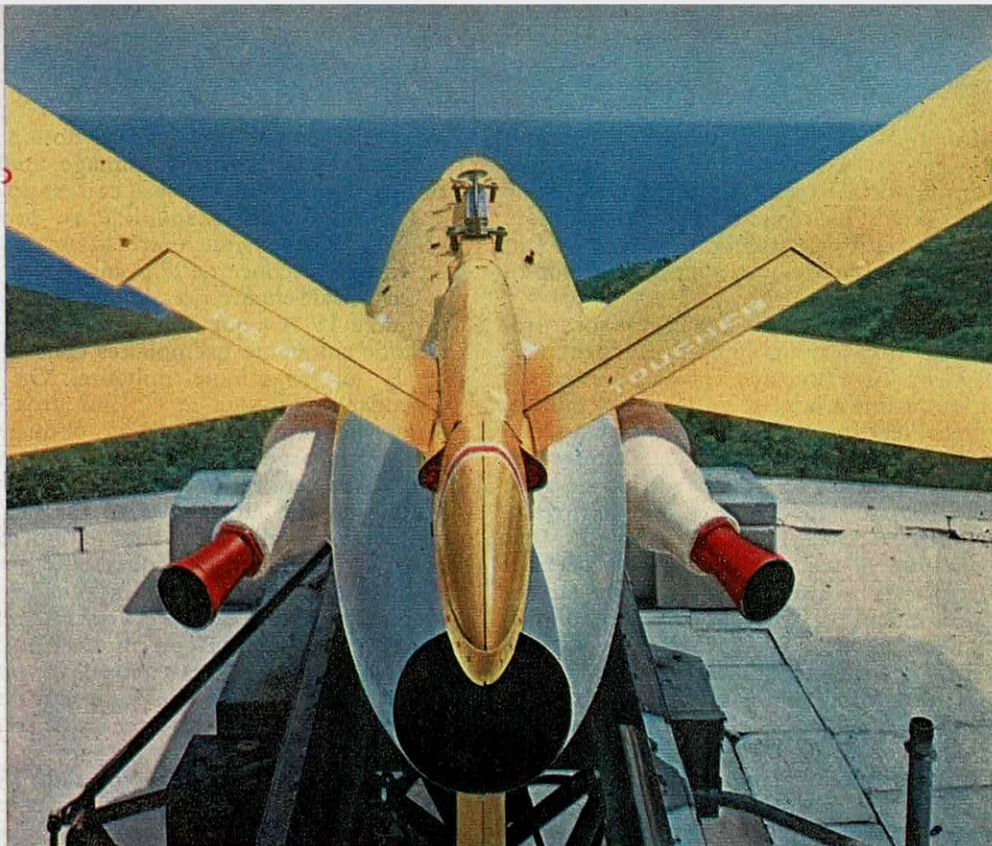
Lancé en série à 430 exemplaires actuellement, dont 370 pour la France, le « Mirage III » doit à ses qualités de s'être trouvé plusieurs fois sur les marchés mondiaux opposé au monoplace de combat le plus prestigieux du monde, mais non le meilleur, le Lockheed F-104 « Starfighter ». Jusqu'ici des considérations politiques avaient valu la victoire au Lockheed, que ce soit au Japon, au Canada, en Allemagne ou au Benelux. Aujourd'hui deux pays moins « engagés », la Suisse et l'Australie, se sont décidés en faveur du Dassault pour le rééquipement de leurs forces aériennes.



Le Nord CT 20, →
engin-cible
à turboréacteur
Marboré II,
vitesse 950 km/h

Le Nord CT 41, →
engin-cible
à statoréacteurs
pour nombres de
Mach de 1,5 à 2,5

← Le Masurca,
engin antiaérien
de la Marine,
avec fusée à poudre
à deux étages



Monoplace à aile en delta, le Dassault « Mirage » est le seul avion à Mach 2 capable d'utiliser normalement des pistes de fortune courtes et sommairement préparées. La fusée d'appoint qu'il peut recevoir en plus de son réacteur lui confère une souplesse d'emploi sans égale.

Plusieurs versions du « Mirage » sont prévues. Le « B » est un biplace qui peut être utilisé comme avion de combat mais qui est surtout destiné à la prise en main des pilotes, pouvant recevoir le même armement ainsi que le moteur-fusée. Le « C », monoplace polyvalent, est en somme la version de série du « A » de pré-série dont 10 furent construits. Une autre version annoncée est le « D » qui devrait être la seconde produite en série et pourrait être utilisée pour l'attaque au sol en profondeur et la reconnaissance photographique.

L'une des caractéristiques les plus intéressantes du « Mirage » est sa facilité d'adaptation. C'est d'ailleurs elle qui est responsable en grande partie de ses succès. Six hommes, en trois minutes, peuvent transformer un « Mirage » en configuration « interception » à haute altitude en appareil de chasse d'armée, c'est-à-dire avec armement de canons et engins air-sol, réservoirs pendulaires de voilure et fusée remplacée par un réservoir supplémentaire.

La fusée S.E.P.R. du « Mirage III » forme en effet un tout facilement amovible. D'une poussée de plus de 1 500 kg, elle lui permet d'atteindre normalement des altitudes de l'ordre de 30 000 m et d'y conserver toutes ses qualités de vol. Sous la poussée conjointe de sa fusée et de son « Atar 9 C », le « Mirage III C » de série disposera donc d'une poussée totale voisine de 8 000 kg, du même ordre que son poids moyen en configuration d'interception rapprochée. Il n'est pas étonnant dès lors que sa vitesse ascensionnelle soit supérieure à 200 m/s.

Le « Mirage IV »

Autre membre de la série des « Mirage », le « IV », bombardier à Mach 2, sera le véhicule opérationnel des charges atomiques françaises. Extrapolation aérodynamique du « III », le « Mirage IV », tel qu'il existe actuellement, devait être la maquette volante d'un appareil beaucoup plus lourd, presque deux fois plus grand, équivalent en quelque sorte du « Hustler » du Strategic Air Command américain. Ce biplace trisonique de 50 à 60 tonnes se serait appelé « Mirage IV B » et aurait été propulsé par deux Pratt et Whitney J-75 construits par la S.N.E.C.M.A. En

réalité, la constitution d'une flotte, même réduite, d'avions de ce tonnage était bien au delà des moyens français, et c'est pourquoi le « IV B » a été abandonné au profit du « IV A » qui se situe entre le prototype et lui en ce qui concerne le poids.

On ne sait encore rien de très précis sur ce « Mirage IV A » qui doit faire l'objet d'une série de cinquante exemplaires dans le cadre de la loi-programme militaire. On pense cependant qu'il sera 12 % plus gros que le prototype actuel, ce qui lui donnerait un poids en charge de l'ordre de 34 tonnes. Sa propulsion sera assurée par deux « Atar 9 J » à compresseur en acier et titane. La post-combustion s'allumera automatiquement à Mach 1,4, donnant une poussée de 7 500 kg au niveau de la mer. Selon les plans actuels, le premier prototype du « IV A » devrait voler à la fin de cette année, suivi d'un second appareil à quelques mois. Trois avions de pré-série seront livrés en 1963 ainsi que sept de série, 22 sortant l'année suivante et le reste en 1965.

Le seul vice connu du « Mirage IV » est son rayon d'action insuffisant. Les chiffres varient trop selon les sources pour que nous prenions le risque d'en donner un ici. Toujours est-il qu'une partie des 50 avions prévus sera équipée en ravitailleurs pour les appareils offensifs. L'armement prévu à l'heure actuelle consiste en une charge atomique partiellement noyée dans le fuselage, mais il n'est pas invraisemblable de penser qu'un engin balistique aéroporté pourrait lui succéder.

L'« Étendard IV M »

Le dernier avion de combat de première ligne français en production est le monoplace embarqué « Étendard IV », avion supersonique d'interception et d'attaque destiné à l'armement des porte-avions.

Le prototype du « IV M » effectua son premier vol le 21 mai 1958 et il fut suivi de six appareils de pré-série. Le troisième d'entre eux est équipé d'un Rolls-Royce « Avon 51 » de 5 080 kg, en lieu et place de l'« Atar 8 ». Il comporte aussi un système de soufflage des volets, ce qui raccourcit sa distance au décollage d'une manière appréciable. Sur terre,

Le transport léger Potez 840 ➔

Ce quadriturbopropulseur rapide (sa vitesse de croisière est voisine de 500 km/h) est destiné à assurer des liaisons sur étapes courtes et moyennes (1 500 km). Suivant la disposition des sièges, il peut transporter 16 à 24 passagers dans une cabine pressurisée. Il peut être aménagé en avion d'affaires.

l'appareil ne roule que 400 m à pleine charge. Quant au septième appareil construit, il est « gréé » en version de reconnaissance photographique avec caméras dans le nez et le fuselage et porte la dénomination « Étendard IVP ». La Marine Nationale a passé commande de 100 « Étendard », en deux tranches de cinquante exemplaires, dont un certain nombre de « IVP ».

Passons maintenant aux appareils de transport, de police d'outre-mer et de servitudes.

La série des 248 « Noratlas » touche malheureusement à sa fin. Malheureusement, car cet appareil aurait mérité d'être poussé industriellement beaucoup plus loin. Les 15 exemplaires supplémentaires commandés par la Défense Nationale et les 6 pour le Portugal vont permettre de faire « vivre » la chaîne jusqu'en 1962 et d'accueillir éventuellement quelques commandes nouvelles.

Le point important de ces deux dernières années a été la mise en chantier effective des prototypes du cargo franco-allemand C-160 « Transall », conçu sur un plan de charge commun de l'Armée de l'Air, de la Luftwaffe et de la Force aérienne italienne.

Trois prototypes sont en construction, un

en France chez Nord-Aviation et deux en Allemagne chez Weser Flugzeugbau et Hamburger Flugzeugbau. Il sera construit en série par les mêmes partenaires.

Ouvrons une parenthèse pour parler de deux appareils destinés à l'Aéronavale et qui sont des avions de combat bien qu'ils ne puissent être classés au nombre des matériels de première ligne. Nous voulons parler des Breguet 1050 « Alizé » et 1150 « Atlantic » spécialisés dans la lutte anti-sous-marine.

Le Breguet 1050, issu du « Vultur » de 1950, a été construit sur mesure pour pouvoir être utilisé sur les porte-avions légers de combat de la classe « Clemenceau » tout en pouvant apponter sur le « flat top »-école « Arromanches ». Plusieurs nations maritimes secondaires possédant des navires semblables, on pouvait s'attendre à un certain nombre d'exportations. Nous avons exposé plus haut les raisons pour lesquelles un seul des contrats espérés s'est finalement matérialisé, celui de l'Inde, portant sur 12 exemplaires.

Quant au 1150 « Atlantic », il répond à un programme beaucoup plus ambitieux puisqu'il doit remplacer les P2V « Neptune » en service en Europe. Choisi sur plan à la suite



AVIATION FRANÇAISE

| CONSTRUCTEUR | ENVER- GURE (m) | LON- GUEUR (m) | POIDS TOTAL (kg) | MOTEURS (PUISSANCE OU POUSSÉE AU DÉCOLLAGE) | VITESSE MAX. OU DE CROIS. (km/h) | OBSERVATIONS | CONSTRUCTEUR | ENVER- GURE (m) | LON- GUEUR (m) | POIDS TOTAL (kg) |
|--|-----------------------|----------------------|------------------------|--|--|---|---|-----------------------|----------------------|------------------------|
| ALPAVIA Jodel D-117 | 8,22 | 6,50 | 617 | 1 moteur Continental C-90 de 95 ch | 195 | Jodel D-117 grand tourisme, biplace, aile basse, train fixe. Autonomie 1 170 km. | JURCA MJ-2 Tempête | 6 | 5,70 | 400 |
| BREGUET 1050 Alizé | 15,60 | 13,70 | 8 200 | 1 turbopropulseur Rolls-Royce Dart RDA-7 de 1 975 ch | 520 | Triplace anti-sous-marins pour porte-avions. Bombes, roquettes, engins Nord SS-11. Autonomie 2 500 km. | LEGRAND-SIMON LS-60 | 9,70 | 5,92 | 650 |
| 1150 Atlantic | 37,90 | 27,25 | 41 000 | 2 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTY-20 de 6 000 ch | 615 | Appareil de reconnaissance et anti-sous-marins pour l'Aéronavale. Équipage 12 hommes. Fuselage à double bulbe; pont supérieur pressurisé, armement à la partie inférieure. Autonomie 12 heures. Premier prototype pour 1961. | MAX HOLSTE MH-1521 Broussard | 13,75 | 8,60 | 2 500 |
| 940 Intégral | 18 | 15 | 7 300 | 4 turbines libres Turboméca Turmo I de 400 ch | 280 | Avion expérimental à voilure soufflée. Aile haute. Train fixe. Décollage en 60 m, atterrissage en 35 m. | MH-260 Super-Broussard | 21,85 | 17,71 | 9 800 |
| 941 | 23,20 | 22,73 | 20 500 | 4 turbines libres Turboméca Turmo III D de 1 250 ch | 400 | Version de série du précédent. Transport passagers et fret. Version civile 942 pressurisée, pour jusqu'à 55 passagers (longueur 23,40 m). Version militaire pour 40 hommes équipés avec rampe de chargement arrière. Autonomie 2 250 km. | MIGNET HM-351 | 10 | 5,35 | 608 |
| 945 | 20,35 | 16,60 | 10 000 | 2 turbines libres Turboméca Turmo III D de 1 250 ch | 400 | Transport léger. Les deux turbines entraînent 4 hélices. Version militaire. Décolle en 100 m sur l'herbe et atterrit en 60 m. Autonomie 1 500 km. | MORANE-SAULNIER MS-880 Rallye | 9,56 | 6,88 | 740 |
| CENTRE-EST Jodel DR-1050 Ambassadeur | 8,72 | 6,50 | 750 | 1 moteur Continental O-200 A de 100 ch | 205 | Tourisme 3 à 4 places. Version du Jodel DR-100. Aile basse. Train fixe. Double commande. Autonomie 1 050 km. | MS-760 Paris | 10,15 | 10,22 | 3 850 |
| G.A. M. DASSAULT Étendard IV M | 9,60 | 14,35 | 10 400 | 1 turboréacteur S.N.E.C.M.A. Atar 8 de 4 400 kg | M = 1,1 | Monoplace d'interception et d'attaque au sol pour porte-avions. Ailes en flèche à 45°. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit blindé, pressurisé et conditionné. 2 canons D.E.F.A. de 30 mm, roquettes, bombes, engins air-air ou air-surface Nord 5103 et Sidewinder. Plafond 15 500 m. | NORD-AVIATION 2501 Noratlas | 32,50 | 22 | 20 600 |
| Mirage III C | 8,22 | 13,85 | 10 000 | 1 turboréacteur S.N.E.C.M.A. Atar 9 C de 6 400 kg avec postcombustion et une fusée détachable S.E.P.R. de 1 680 kg | M = 2,15 | Monoplace polyvalent d'interception à haute altitude et d'attaque au sol. Peut utiliser des terrains sommairement aménagés. Ailes en delta à 60°. Siège éjectable Martin-Baker. 2 canons D.E.F.A. de 30 mm, bombes, engins air-air M.A.T.R.A. engins air-surface Nord 5103 ou 5401. Plafond 25 000 m. Version III D pénétration ou reconnaissance lointaine. | 3202 | 9,50 | 8,14 | 1 220 |
| Mirage IV | 11,84 | 23,45 | 30 000 | 2 turboréacteurs S.N.E.C.M.A. Atar 9 de 6 800 kg avec postcombustion | M > 2,2 | Prototype d'un bombardier supersonique biplace à ailes en delta, qui pourra porter une bombe nucléaire et atteindre Mach 3 avec des turboréacteurs Atar 9 J de 7 500 kg. | 3400 | 13,10 | 8,45 | 1 350 |
| ÉTUDES AÉRONAUTIQUES ET COMMERCIALES Jodel D-127 | 8,20 | 6,36 | 510 | 1 moteur Continental A-65 de 65 ch | 180 | Biplace léger de tourisme. Version améliorée du Jodel D-112. Peut être construit par amateurs. Train fixe. Autonomie 600 km. Version D-128 avec moteur Continental de 90 ch, vitesse 210 km/h, autonomie 900 km. | 1500 Griffon I et II | 8,10 | 15,72 | 6 800 |
| GARDAN GY-80 Horizon | 9,70 | 6,54 | 1 000 | 1 moteur Lycoming O-320 de 150 ch | 250 | Quadruplace de tourisme. Aile basse. Autonomie 1 100 km. | C-160 Transall | 40 | 31,10 | 44 500 |
| GATARD Statoplan AG-02 Poussin | 6,40 | 4,40 | 280 | 1 moteur Volkswagen adapté de 25 ch | 160 | Monoplace de tourisme ultra-léger pouvant être construit par des amateurs. Aile basse. Train fixe. Autonomie 375 km. | PIEL CP-30 Emerald | 8,30 | 6,12 | 500 |
| Statoplan AG-03 Hirondelle | | | 550 | 1 moteur de 90 ch | | Biplace léger de tourisme. Aile haute. Autonomie 600 km. | POTETZ P-840 | 19,40 | 15,60 | 8 100 |
| JODEL D-9 Bébé | 7 | 5,45 | 270 | 1 moteur Volkswagen de 26 ch | 150 | Monoplace léger de tourisme pour construction par amateurs. Aile basse. Train fixe. Peut être équipé de divers moteurs. Autonomie 450 km. Versions diverses en Italie, Allemagne et Espagne. | POTETZ-AIR-FOUGA CM-170 R Magister | 12,15 | 10 | 3 165 |
| D-11 | 8,20 | 6,20 | 485 | 1 moteur Salmson de 45 ch | 170 | Biplace léger de tourisme avec double commande, pouvant être aussi construit par des amateurs. Peut être équipé de divers moteurs. Autonomie 600 km. Versions diverses en Italie, Allemagne et Espagne. En dérivent le D-111 avec moteur Minié de 75 ch et le D-112 avec moteur Continental de 65 ch. Voir aussi Alpaivia, Centre-Est Aéronautique, Études Aéronautiques et Commerciales, Société aéronautique Normande et Wassmer. | POTETZ-HEINKEL CM-191 | 12 | 10 | 3 700 |

| POUR OT | MOTEURS PUISSANCE OU POUSSÉE AU DÉCOLLAGE | VITESSE MAX. OU DE CROIS. (km/h) | OBSERVATIONS |
|------------|--|--|--|
| 40 | 1 moteur Continental A-65 de 65 ch | 170 | Monoplace léger de tourisme pour construction par amateurs. Aile basse. Train fixe. Version avec moteur Continental de 90 ch. |
| 60 | 1 moteur Continental C-90 de 90 ch | 170 | Biplane léger de tourisme avec double commande. Prototype. Aile haute. Train fixe. Autonomie 800 km. |
| 50 | 1 moteur Pratt et Whitney R-985 de 450 ch | 245 | Transport 6 places ou frêt. Aile haute. Train fixe. Autonomie 1 200 km. Version agriculture adaptée en Grande-Bretagne. |
| 80 | 2 turbopropulseurs Turboméca Bastan IV de 1 000 ch | 380 | Transport léger passagers (23) ou frêt. Aile haute. Cabine conditionnée. Autonomie 1 500 km. Version 262 avec cabine pressurisée. |
| 60 | 1 moteur Continental C-90 de 90 ch | 170 | Biplane léger de tourisme avec double commande. Biplan avec ailes en tandem repliables permettant le remorquage sur route. Aile avant à incidence variable. Train fixe. Autonomie 800 km. |
| 70 | 1 moteur Continental de 90 ch | 170 | Triplane léger de tourisme avec double commande. Train fixe. Autonomie 800 km. Version Super-Rallye avec moteur Continental de 145 ch. Versions en préparation avec moteurs de 160 et 200 ch (4 places). |
| 80 | 2 turboréacteurs Turboméca Marboré III de 400 kg | 640 | Biplane d'entraînement ou quadriplace de liaison. Aile basse. Cabine pressurisée et conditionnée. En version d'appui tactique pourrait emporter 1 canon de 30 mm, roquettes, bombes. Plafond 10 000 m. Autonomie 2 000 km avec réservoirs supplémentaires. |
| 60 | 2 moteurs S.N.E.C.M.A. Hercules de 2 040 ch | 360 | Transport militaire ou civil (jusqu'à 45 passagers). Construit aussi en Allemagne fédérale. Aile haute. Versions 2502, 2504 et 2507 avec turboréacteurs supplémentaires Turboméca Marboré de 400 kg en bouts d'ailes pour décollage. Version 2508 avec 2 moteurs Pratt et Whitney R-2800 de 2 500 ch et turboréacteurs en bouts d'ailes. |
| 220 | 1 moteur Potez 4 D-34 de 260 ch | 200 | Biplane d'entraînement. Aile basse. Train fixe. Autonomie 1 000 km. |
| 350 | 1 moteur Potez 4 D-34 de 260 ch | 180 | Biplane d'observation pour l'artillerie. Aile haute. Train fixe. Décolle en moins de 100 m. Autonomie 1 000 km. |
| 800 | 1 turboréacteur S.N.E.C.M.A. Atar 101 E-3 de 3 000 kg et 1 statoréacteur concentrique | M 2 | Monoplace expérimental. Aile en delta à 60°. |
| 500 | 2 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy-20 de 6 020 ch | 500 | Cargo moyen construit en coopération avec l'Allemagne fédérale et pouvant utiliser des terrains sommairement aménagés. Peut recevoir 2 turboréacteurs supplémentaires Rolls-Royce RB 153 de 1 800 kg. Porte de chargement arrière. Autonomie 4 500 km. |
| 500 | 1 moteur Continental A-65 de 65 ch | 180 | Biplane léger de tourisme construit aussi par les Ateliers Aéronautiques de la côte d'Emeraude, Scintex-Aviation et Société Ouest Constructions Aéronautiques et pouvant aussi l'être par des amateurs. Construit en Espagne et en versions dérivées en Grande-Bretagne (Linnét) et en Afrique du Sud (Aeriel MK-11). Aile basse. Train fixe. Double commande. Autonomie 800 km. Versions 301 A avec moteur Continental de 90 ch et 302 avec moteur Salmson de 90 ch, à performances améliorées. |
| 100 | 4 turbopropulseurs Turboméca Astazou de 530 ch | 500 | Transport léger pour liaisons régionales (16 à 24 passagers) ou avion d'affaires. Aile basse. Cabine pressurisée. Autonomie 2 000 km. |
| 180 | 2 turboréacteurs Turboméca Marboré II A de 400 kg | 720 | Biplane d'entraînement. Version Zéphyr pour porte-avions. Construit aussi en Allemagne, Israël et Finlande. Cockpit pressurisé et conditionné. 2 mitrailleuses de 7,5 mm, roquettes, bombes ou engin air-sol. Nord 55-11. Version 170-3 avec turboréacteurs Marboré VI de 480 kg. |
| 700 | 2 turboréacteurs Turboméca Marboré VI de 480 kg | 660 | Quadriplane de liaison et d'entraînement. Cabine pressurisée et conditionnée. Double commande. Autonomie 2 000 km. |

d'un concours de l'O.T.A.N., il sera, comme le « Transall », construit en coopération par plusieurs pays européens. Son équipage de 12 hommes en moyenne aura à sa disposition les équipements radioélectroniques et les armes anti-sous-marins les plus évolués. Comme nous l'avons dit, une commande de 27 exemplaires est prévue dans le cadre du plan quinquennal.

Le choix d'un successeur aux Dassault 315 et Centre 702 de liaison et de police d'outre-mer, qui était déjà latent il y a deux ans, n'a toujours pas évolué, si ce n'est par la disparition d'un des concurrents en puissance, le « Voltigeur » de Sud-Aviation, cette société et Dassault ayant passé un accord pour la concentration de leurs moyens sur un même appareil, en l'occurrence le « Communauté-Spirale ». De toute manière, l'avion choisi, même s'il s'agit d'un Dassault, n'aura rien à voir avec le MD-410 actuel.

De l'« Épervier » de Morane, il n'est plus question. Il représentait pourtant un besoin, et c'est si vrai que des biplaces d'entraînement North-American T-28 ont été acquis aux surplus de l'U.S. Air Force. Convoyés en France par mer, ils sont modernisés et armés par Sud-Aviation dans son usine de St-Nazaire. Dans le même temps, leur moteur d'origine est remplacé par un groupe plus puissant. Devenu le « Fennec », cet appareil, dont 135 unités seront mises en service, donne, paraît-il, toute satisfaction à ses utilisateurs en Afrique du Nord.

De même, pour remplacer les Republic P-47 « Thunderbolt », 83 avions d'assaut embarqués Douglas « Skyraider » AD-4 ont aussi été acquis outre-Atlantique. Puissant et bien armé, cet appareil, une fois remis en état par la S.F.E.R.M.A., constitue une arme d'appui terrestre redoutable.

Les appareils d'entraînement et de servitudes

En ce qui concerne les avions d'entraînement et de servitudes, aucune machine nouvelle n'a fait son apparition depuis deux ans. Tandis que Holste continuait à livrer ses « Broussard » à la cadence de 7 unités par mois, aucune commande française nouvelle n'est venue s'ajouter aux 338 unités en carnet. La série en cours porte sur 414 unités, dont 70 pour l'exportation et 6 pour les utilisateurs civils. De son côté, Fouga, ayant terminé la livraison des 30 « Zéphir » commandés par la Marine Nationale, a poursuivi la production des « Magister » à raison de 5 unités par mois. Au total, 315 appareils sont en commande, dont 195 pour la Dé-



l'Alouette II

Les « Alouette » de Sud-Aviation

Avec ses « Caravelle », les « Alouette » sont un autre grand succès de Sud-Aviation. La famille comprend : l'Alouette II ou SE 3 130 qui trouve son utilisation dans l'Armée de terre, dans la Marine (photo de gauche) et dans le civil ; ses records ne se comptent plus ; récemment elle s'est posée sur le Mont-Blanc et ses missions de sauvetage en mer ou en montagne sont devenues classiques ; l'Alouette III ou SE 3 160 (en haut, à droite), qui est elle aussi à turbine, développement de l'Alouette II, dispose de sept places au lieu de deux et convient pour tous usages civils ou militaires ; la super-Alouette ou Frelon SE 3 200 (en bas à droite) qui dispose de trois turbines peut emporter trois tonnes de charge utile ou 20 passagers ; elle doit être utilisée comme anti-sous-marins.

fense Nationale et 120 pour l'exportation. Dans ces chiffres n'est pas comprise la fin de série de 70 unités prévue dans le cadre de la loi-programme, et il n'est pas invraisemblable de penser que de nouvelles commandes d'exportation puissent intervenir d'ici la fin de la production. Dans le même temps, Morane-Saulnier poursuivait sans éclat, à raison de 4 unités mensuelles, la construction de son « Paris » qui, si l'on se base sur le rapport des commandes étrangères aux commandes nationales, représente le plus grand succès commercial français d'après-guerre. En effet, sur les 137 appareils prévus à la fin de juin 1960, 40 seulement étaient destinés aux forces françaises. Tous les autres appareils sont destinés à des clients étrangers, civils et militaires. L'Argentine en a assemblé 48 unités dans ses ateliers de Cordoba, et l'on prêterait au Brésil l'intention de faire de même avec une série de 100 appareils.

Les hélicoptères

Il est un domaine où notre industrie aéronautique avait, aux lendemains de la Libération, un retard plus lourd que dans aucun autre : celui de l'hélicoptère.

Aujourd'hui, la France est l'un des premiers, si ce n'est le premier producteur d'hélicoptères européen. L'« Alouette II » est elle-même très vraisemblablement une fois de plus championne du monde, étant l'hélicoptère qui a été construit en plus grand nombre.

A l'heure où nous rédigeons ces lignes, une série de 750 SE-3 130 est lancée et l'on ne désespère pas de doubler le cap des mille unités. La cadence mensuelle est de 16 unités et il est à noter qu'ici aussi les commandes étrangères dépassent les commandes nationales, ces dernières se montant à 334 appareils militaires et une quarantaine de civils.



l'Alouette III



le Frelon

La politique de développement du département « Hélicoptères » de Sud-Aviation est double dans le domaine des machines légères : d'une part préparer des appareils extrapolés de l'« Alouette II », d'autre part étudier des moyens de « revaloriser » les « Alouette II » livrées.

La première machine issue de l'« Alouette II » a été l'« Alouette III ». De conception générale identique à celle de son prédécesseur, cet hélicoptère en est une extrapolation avec une cabine de plus grande capacité, une puissance accrue et un équipement amélioré. Les aménagements normaux sont pour six personnes et leurs bagages mais, en version militaire, avec les portes enlevées, l'« Alouette III » peut emporter jusqu'à huit hommes équipés.

Par ailleurs, Sud-Aviation a fait voler au début de cette année une nouvelle version de l'« Alouette II » sur laquelle l'« Artouste » est

remplacée par un « Astazou II » dont la consommation spécifique est beaucoup plus réduite, ce qui permet d'accroître le rayon d'action sans autre modification. L'« Astazou » pouvant se monter en lieu et place de l'« Artouste » sans complication, les utilisateurs d'« Alouette » auront là une excellente possibilité d'ajouter quelques qualités supplémentaires à une machine qui en a déjà de nombreuses. Certains ensembles mécaniques « Alouette III » pourront aussi être substitués à leurs homologues d'origine.

Les avions de transport civils La « Caravelle »

La « Caravelle » est le seul avion de transport civil en production de série en France, si l'on excepte le « Noratlas » dont quelques exemplaires civils ont été exportés. La France a fait un choix heureux pour refaire son en-

AVIATION FRANÇAISE (suite)

| CONSTRUCTEUR | ENVERGURE (m) | LONGUEUR (m) | POIDS TOTAL (kg) | MOTEURS (PUISSANCE OU POUSSÉE AU DÉCOLLAGE) | VITESSE MAX. OU DE CROIS. (km/h) | OBSERVATIONS | CONSTRUCTEUR | ENVERGURE (m) | LONGUEUR (m) | POIDS TOTAL (kg) |
|--|------------------|-----------------|------------------------|---|--|---|----------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|
| SOCIÉTÉ AÉRONAUTIQUE NORMANDE | | | | | | | SUD-AVIATION | | | |
| Jodel DR-100 Ambassadeur | 8,75 | 6,51 | 750 | 1 moteur Continental C-90 de 90 ch | 195 | Triplace de tourisme. Aile basse. Train fixe. Autonomie 1 000 km. | SE-210 Caravelle | 34,30 | 32,01 | 47 000 |
| Jodel D-140 Mousquetaire | 10,22 | 7,90 | 1 200 | 1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch | 230 | Quadriplace de tourisme. Aile basse. Train fixe. Autonomie 1 200 km. | SE-3130 Alouette II | | 9,70 | 1 600 |
| SCINTEX | | | | | | | SE-3160 Alouette III | | 10,12 | 2 100 |
| Rubis ML-145 | 10,25 | 7,75 | 1 060 | 1 moteur Continental ou Lycoming de 180 ch | 230 | Quadriplace de tourisme. Double com- mande. Cabine conditionnée. Autonomie 1 370 km. | SA-3210 Frelon | | 17 | 11 500 |
| S.F.E.R.M.A. | | | | | | | WASSMER | | | |
| Marquis | 11,53 | 7,73 | 2 310 | 2 turbopropulseurs Turboméca Astazou de 440 ch | 430 | Avion d'affaires 4 à 5 places, adapté du Beechcraft Baron. Autonomie 1 300 km. | D-120 Paris-Nice | 8,22 | 6,36 | 650 |
| S.I.P.A. | | | | | | | WA-40 Super IV Pariou | 10 | 7,60 | 1 200 |
| 272 Présence | 17,40 | 13,90 | 4 870 | 2 turbopropulseurs Turboméca Astazou II de 562 ch | 400 | Transport léger pour 12 à 16 passagers ou frêt. Aile basse. Cabine pressurisée. Autonomie 2 500 km. | | | | |
| S.R.C.M. | | | | | | | | | | |
| 153 Joigny | 8,35 | 6,40 | 1 050 | 1 moteur Lycoming O-320 de 150 ch | 285 | Tourisme 3 à 4 places. Aile basse. Dou- ble commande. Autonomie 1 500 km. Prototype. | | | | |

trée sur les marchés internationaux et on peut espérer que la renommée du moyen-courrier de Sud-Aviation rejaillira sur toutes les autres machines que nous aurons dans l'avenir à proposer aux utilisateurs des cinq continents.

A la mi-mars, 116 appareils étaient en commande et des options pour 29 autres étaient annexées à ces contrats. Selon la politique de Sud-Aviation, qui est de ne révéler que les contrats signés, on ignore exactement les perspectives de vente de la « Caravelle ». Elles ne sont pourtant pas douteuses et l'appareil franchira sûrement le cap des 220 unités qui marquera le passage de la chaîne du négatif au positif, financièrement parlant. Le dernier bruit en date, qui court avec beaucoup de persistance, est celui d'une commande de 20 unités pour la K.L.M.

L'une des grandes chances commerciales de la « Caravelle » est de pouvoir très aisément être modifiée quant à son groupe de propulsion ou à ses paramètres économiques. Elle peut ainsi s'adapter ou, éventuellement, être adaptée à un grand nombre de réseaux. D'autre part, son avenir à long terme est assuré par de multiples versions.

Le premier modèle de la « Caravelle » à entrer en service a été le « I », et il a maintenant derrière lui plus de deux années de trafic sans aucun accident qui lui soit imputable. Sa robustesse a au contraire été prouvée de manière péremptoire lorsqu'un appareil d'Air Algérie, abordé en plein vol par un avion léger, fut « trépané » sur près du tiers de la longueur de son fuselage. En dépit de quoi l'équipage put le ramener au sol, puis jusqu'à l'aérogare d'Orly. Réparé, il a

repris ses vols il y a quelques mois. Cette première version dispose de deux « Avon RA-29 Mk 522 » de 4 767 kg, pèse 43 500 kg au décollage et peut parcourir 1850 km à 734 de moyenne.

Propulsée par deux « Avon Mk 527 », la « Caravelle III » est la version livrée à partir du 35^e avion de la série. Sa puissance accrue (2 x 5170 kg) a permis de porter le poids limite à 45 tonnes et la vitesse à 775 km/h sur 2 280 km.

Commandée par la Sabena, la « Caravelle VI » a bénéficié d'un nouvel accroissement de poussée puisque ses « Avon Mk 531 » donnent chacun 5 535 kg. Son poids total atteint 47 tonnes, sa vitesse de croisière 797 km/h et sa distance franchissable 2 670 km.

La « Caravelle VI R » est destinée à United Airlines qui en a commandé 20 avec option sur 20 autres. Elle est à peu de chose près identique à la « VI » à l'exception de ses réacteurs, des « Avon Mk 533 », à déviateurs de jet, donnant 5715 kg au décollage.

En juillet 1960, une « Caravelle » a été livrée à General Electric qui la destinait à recevoir des réacteurs CJ-805-23 à turbo-soufflante arrière. Ainsi équipée, elle a commencé ses essais le 29 décembre. En série, cette version prendra le nom de « Caravelle VII ». Elle est évidemment plus spécialement destinée au marché américain, mais il n'est pas douteux que ses caractéristiques économiques pourraient séduire d'autres exploitants. Les Japan Airlines, notamment, auraient montré un certain intérêt à son égard. La « VII » présente en effet, à égalité de puissance, un rayon d'action amélioré de 20%. De plus, le niveau sonore est diminué, ce qui permet

| MOTEURS (PUISSANCE OU POUSSÉE AU DÉCOLLAGE) | VITESSE MAX. OU DE CROIS. (km/h) | OBSERVATIONS |
|---|--|--|
| 2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA-29 de 5 535 kg | 800 | Moyen-courrier. Aile basse en flèche à 20°, 64 à 80 passagers. Version avec turboréacteurs à double flux General Electric CJ-805-23 ou Rolls-Royce RB-141. Autonomie 2 700 km. |
| 1 turbine libre Turboméca Artouste II de 400 ch | 170 | Hélicoptère 5 places tous usages. Construit aussi aux États-Unis (Republic) et en Suède (Saab). Rotor à 3 pales de 10,20 m de diamètre. Autonomie 600 km. |
| 1 turbine libre Turboméca Artouste III B de 500 ch | 190 | Version extrapolée du précédent. 6 passagers, 8 hommes de troupe équipés ou fret divers. Rotor de 11 m de diamètre. Autonomie 550 km. |
| 3 turbines libres Turboméca Turmo III de 750 ch | 220 | Hélicoptère lourd anti-sous-marins. Version civile pour 20 passagers. Rotor à 5 pales de 18,90 m de diamètre. |
| 1 moteur Continental C-90 de 95 ch | 190 | Biplace de tourisme, version de luxe du Jodel D-112. Train fixe. Double commande. Autonomie 1 000 km. |
| 1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch | 260 | Quadriplace de tourisme. Versions de luxe Baladou et Sancy. Aile basse. |

de réduire la pente au décollage et, par conséquent, d'accroître la charge. Dernier point enfin, le fuselage est allongé d'un mètre. Sans attendre de commande, Sud-Aviation a mis plusieurs appareils de ce type en construction, assurée de ce que des délais de livraison réduits séduisent toujours l'acquéreur éventuel. Quant à la « Caravelle VIII », ce serait une contrepartie européenne de la précédente, équipée de réacteurs Rolls-Royce RB-141 à double flux. Le stade connu suivant, le « X », serait un appareil équipé de Pratt et Whitney JT 8D à soufflante, produits sous licence par la S.N.E.C.M.A. On a aussi parlé d'un « Bébé-Caravelle » à fuselage raccourci, ainsi que d'un « stade XIV », fruit de la collaboration Sud-Douglas, cette dernière société fournissant une voilure plus fine, au Mach limite augmenté. Cet avion serait destiné à des étapes de 3 250 à 3 500 km.

Le « Super-Broussard »

Il est un autre matériel de transport français, d'une classe très différente, que nous considérerons comme en production puisque les travaux sont en cours depuis plusieurs mois. Il s'agit du « Super-Broussard » dont la construction en série est dévolue à Nord-Aviation en coopération étroite avec Max Holste. On ignore le volume de la série lancée, mais il a d'ores et déjà été annoncé que 17 avions voleront en 1962 et qu'à partir de janvier 1963 la cadence de 4 par mois sera tenue.

Avec le « Super-Broussard », l'industrie française a eu sans doute pour la première fois la satisfaction de voir un de ses avions

commerciaux commandé à l'étranger avant même qu'il n'entre en production de série. C'est que le « Super-Broussard » a la chance d'appartenir à une catégorie où il a très peu de concurrents. Il est sans doute l'appareil qui se rapproche le plus de ce fameux successeur du DC-3 que de nombreux constructeurs prétendent pouvoir fournir.

Le « Super-Broussard », avec sa capacité de 17 à 23 passagers et sa charge utile de l'ordre de 2 tonnes, est le type même de l'avion d'apport. Il sera proposé en deux versions, pressurisé (MH-262) ou non (MH-260), la première comportant un fuselage circulaire. Sans dispositifs aérodynamiques compliqués, il décolle à pleine charge en environ 400 m et peut se contenter de pistes de fortune.

Avions légers

Voilà un domaine où la France, après avoir sommeillé longtemps, semble enfin se réveiller. Il y a deux ans déjà, l'industrialisation apparaissait, mais elle n'était encore que du gros artisanat. Les appareils produits, avions de grandes qualités, n'en demeuraient pas moins construits en bois, ce qui avait pour conséquence de réduire leurs possibilités d'exportation. Trait caractéristique de l'évolution suivie : l'apparition de machines entièrement métalliques qui vont faire l'objet d'une production de masse réellement industrielle.

La gamme française est très large, comprenant au moins deux biplaces construits en grande série, deux triplaces et deux quadriplaces. Nous ne parlons ici que des avions en bois et toiles, mais il faudra d'ici quelques semaines leur adjoindre un bi-triplace et un quadriplace métalliques.

Numériquement parlant, ce sont encore les Jodel qui tiennent la vedette puisque 5 versions sont construites. Voici quelles sont les productions pour chaque type, le chiffre entre parenthèses indiquant le nombre livré au 1^{er} janvier : D-120, 500 (424); DR-100, 90 (35); DR-1050, 250 (200); D-140, 100 (50).

Un autre appareil qui a connu un beau succès est le Piel « Émeraude », commercialisé par Scintex. Sur la chaîne de 250 lancée actuellement, 190 étaient livrés au début de l'année.

Deux autres quadriplaces sont, l'un lancé en série, l'autre sur le point de l'être. Il s'agit du Wassmer « Super IV » dont le fuselage est en tubes d'acier et l'aile en bois, et le Scintex M. 145 « Rubis » entièrement en bois. Une première tranche de 100 « Super IV » est actuellement lancée et sort à la cadence de 6 unités par mois. Quant au « Rubis », il n'a



pas encore volé, mais une série de 50 est elle aussi lancée.

Ces deux avions, cependant, vont avoir affaire à très forte partie car Morane-Saulnier d'une part et Gardan de l'autre vont lancer sur le marché leurs « Rallye » et « Horizon » entièrement métalliques.

Le « Rallye » a été proposé en plusieurs versions qui se distinguent par leur puissance. L'acquéreur peut choisir actuellement entre 90, 100 et 145 ch. Il est significatif de noter que c'est la dernière version (Super-Rallye) qui a retenu le plus grand nombre de suffrages. Une version quadriplace à puissance accrue (MS-890) est en préparation.

Au moment où nous écrivons, Morane a reçu plus de 250 commandes fermes, dont plus de la moitié de l'étranger. Chose curieuse, une dizaine d'entre elles viennent des États-Unis où le « Rallye » coûterait moins cher que son plus proche concurrent autochtone. Ce n'est évidemment qu'un tout petit début puisque la montée de cadence mensuelle va défier toute concurrence, passant de 16 unités en mai à 20 en juin pour atteindre son plafond de 30 en juillet.

Sur son GY-80 « Horizon », Yves Gardan a appliqué lui aussi des méthodes de fabri-

cation révolutionnaires, mais il est allé techniquement plus loin, le dotant d'un atterrisseur tricycle escamotable, alors que celui du « Rallye » est fixe. C'est, du point de vue de la structure, un appareil assez extraordinaire. Les ensembles secondaires ont été standardisés au maximum : tous les bords de nervure d'aile sont identiques, de même pour les éléments de volets et les ailerons, la dérive et les deux moitiés du gouvernail de profondeur.

Avec ces deux appareils, les quadriplaces déjà sur le marché, ou sur le point d'y entrer comme le « Rubis », vont avoir de redoutables concurrents. Par contre, notre industrie va trouver à l'exportation de nouveaux débouchés.

Les engins

En matière d'engins, la France avance peut-être lentement, mais sûrement. Certes, les productions françaises en ce domaine n'ont rien de bien spectaculaire et la plus grosse de nos fusées, « Véronique », n'est qu'un joujou à côté des géants américains et, plus encore, russes. Mais ayant su limiter ses ambitions à des engins de volume réduit, elle est parvenue à se tailler une place de choix dans les

← **LE CENTRE-EST AMBASSADEUR** est un tri-quadruplace léger de tourisme extrapolé du Jodel D-II et dont la vitesse de croisière dépasse 200 km/h. Il est construit en série à raison de douze appareils par mois.



LE MORANE-SAULNIER RALLYE → est un triplace léger de tourisme entièrement métallique dont la construction est lancée en très grande série. Il est équipé d'un moteur de 90 ou 100 ch. La version Super-Rallye dispose de 145 ch.



LE S.R.C.M. 153 JOIGNY, → dont le premier prototype a volé en mars 1960, est un tri-quadruplace léger de tourisme construit en bois et doté d'un train tricycle escamotable. Sa vitesse de croisière élevée dépasse 285 km/h. Autonomie 1 500 km.

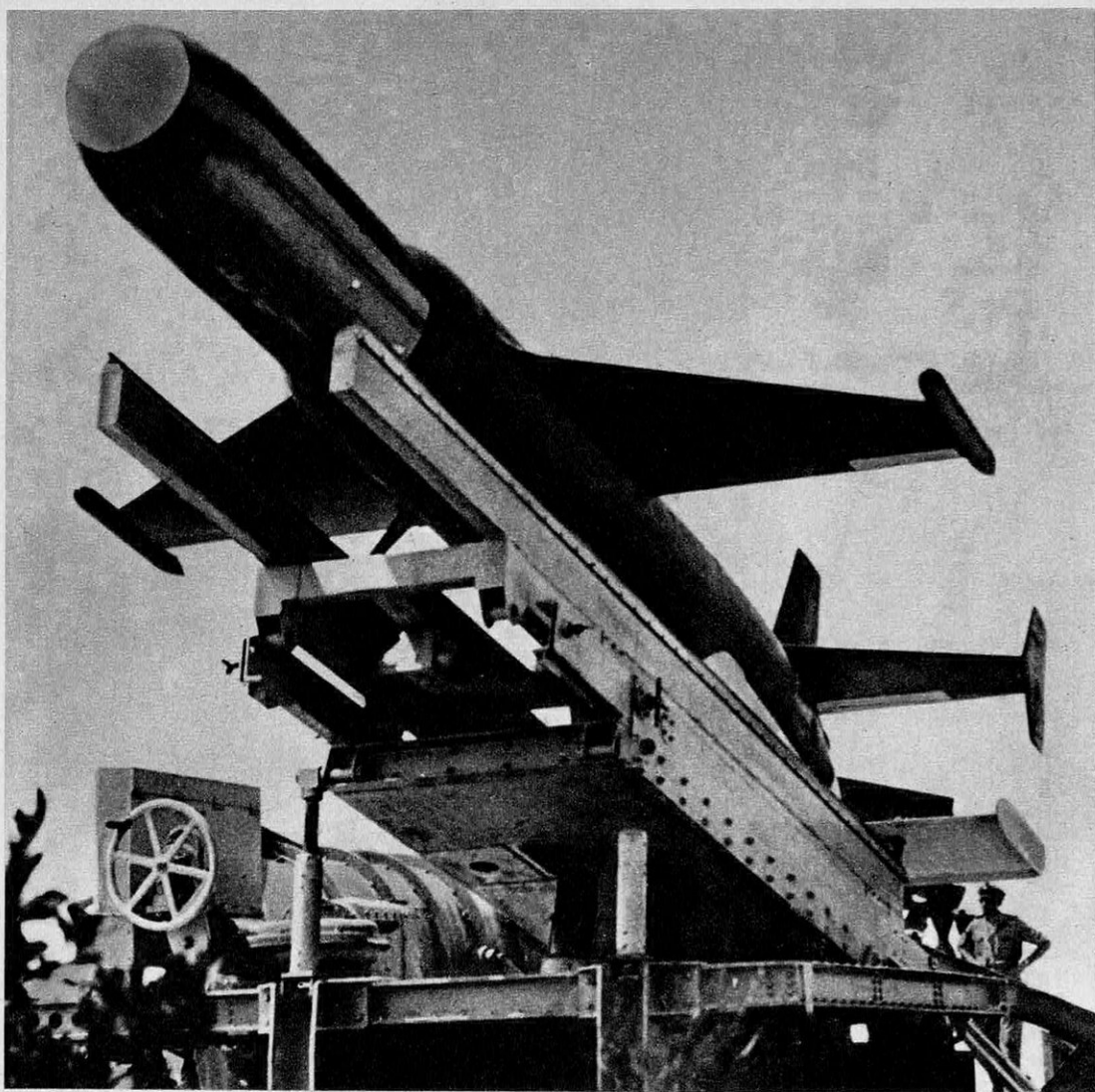
diverses catégories que ses ingénieurs ont travaillées.

Les deux engins-cibles CT-10 et CT-20 sont en pleine production. A la fin de juin dernier, 758 étaient en commande et quittaient les chaînes à la cadence de 7 à 10 unités par mois. Tous deux ont été exportés en Europe et la licence de fabrication du CT-20, ou du moins son option, a été cédée à Bell aux U.S.A. et à S.A.A.B. en Suède. La dernière production de Nord dans ce domaine des cibles téléguidées est le CT-41 à stato-réacteurs, qui dépasse largement Mach 2,4.

Nord Aviation s'est acquis une réputation mondiale avec ses anti-chars filoguidés SS-10 et SS-11, aujourd'hui suivis du SS-12 de plus grande portée. Les SS-10 et 11, économiques et efficaces, peuvent pratiquement être considérés comme des armes standards de l'O.T.A.N. puisque les armées de pratiquement tous les pays de l'Alliance en sont équipées, à l'exception de la Belgique qui a commandé un autre anti-char de même formule, utilisé pour l'entraînement en France, l'« Entac » de la D.E.F.A. Même l'Allemagne et surtout les États-Unis ont sélectionné les SS-10 et 11, ce qui est évidemment la plus belle des références. En outre la General

Electric a pris une option sur la licence pour le cas où ces engins seraient sélectionnés pour l'armement de toute l'U.S. Army et non plus seulement de ses troupes en Europe.

Outre plusieurs engins expérimentaux, Nord-Aviation produit des engins air-air et air-sol. L'une des caractéristiques de sa production est la polyvalence de ses cellules qui s'adaptent aisément aux rôles d'air-air ou d'air-sol, au prix de modifications des équipements de téléguidage. L'engin de base de cette famille est le N. 5103 ou AA-20 (air-air 20) qui fut le premier engin français aéroporté opérationnel. La même cellule, avec un système de guidage modifié et une charge militaire plus importante, devient l'AS-20 (air-sol 20) utilisé par l'Armée de l'Air et Israël, et qui a été sélectionné pour l'armement des chasseurs-bombardiers légers Fiat G-91 construits pour l'Italie et l'Allemagne. Il se peut d'ailleurs qu'il soit construit sous licence dans ce dernier pays. Reprenant la cellule de son sol-air A.C.A.M., abandonné il y a deux ans, et qui n'était elle-même qu'une extrapolation de celle du 5103, Nord a produit l'AS-30, actuellement en essais et dont on pense qu'il pourrait recevoir une tête atomique.



L'engin anti-sous-marins « Malafon », torpille sur un planeur avec fusées à poudre

Le second producteur français d'engins est la Matra, société qui, depuis l'abandon de son sol-air R-422, s'est spécialisée dans les air-air à guidage par infrarouge notamment. Sa première production de série a été le R-511 qui équipe actuellement notre chasse et notamment les « Vautour » de chasse de nuit qui en emportent quatre. Son successeur, actuellement en cours d'essais, est le R-530 à guidage infrarouge.

Les autres constructeurs d'engins en France sont Sud-Aviation, Latécoère, l'O.N.E.R.A. et la Direction des Études et Fabrications d'Armement, sans parler bien entendu de la S.E.R.E.B. qui a la responsabilité du balistique français de moyenne portée.

La seule production de série de Sud-Aviation est aussi le seul engin sol-sol fran-

çais connu, d'ailleurs largement dépassé, le SE-4200 « Casseur » à statoréacteur, radio-commandé du sol. Construit en série de 100 exemplaires, il sort des usines de Cannes à la cadence de 7 unités par mois. Sa présence solitaire au titre des engins sol-sol prouve une carence très grave qui conduit à s'en remettre à des engins américains.

Latécoère travaille pour la Marine. Construit en petite série pour l'entraînement des équipes de tir, le « Malaface » (MARINE Latécoère surFACE-surfaCE) a laissé la place au « Malafon » anti-sous-marins, d'une formule originale. Il s'agit en fait d'une torpille enfilée dans le corps d'un planeur lancé par des fusées à poudre. Celles-ci consumées, le planeur poursuit son plané à 100 m d'altitude, guidé par le navire lanceur. A la verti-

cale de l'objectif sous-marin, un parachute s'ouvre qui freine le planeur, ce qui a pour effet de dégager la torpille qui poursuit alors sa route sous l'eau. Le « Malafon » est destiné en premier lieu à l'armement du « La Galissonnière », mais il équipera certainement d'autres navires. Sa portée est de 11 km.

Comme engins sol-air, ou plutôt navire-air, la Marine a produit, dans le cadre de son arsenal de Ruelle, l'engin d'entraînement « Maruca » (MARine RUElle Contre Avions) et le « Masurca » (MARine SURface Contre Avions) qui, lui, doit être opérationnel sous peu. Volant à plus de Mach 2, cet engin doit abattre tout ce qui se trouve dans un rayon de 30 km autour du navire lanceur.

La D.E.F.A., outre l'« Entac » (ENgin Tactique Anti-Char) dont nous avons déjà dit un mot, et depuis l'abandon du sol-air « Parca » (Projectile Autopropulsé Radioguidé Contre Avions), n'est responsable que de la fusée « Véronique », à laquelle la France doit d'avoir fait ses premiers pas dans l'espace. Plusieurs versions en ont été construites, dont le plafond est passé de 65 à 200 km. La D.E.F.A. participe aussi au programme des fusées de recherches « Monica ».

L'O.N.E.R.A. enfin, a tiré un très grand nombre de fusées de tous genres, toujours à des fins expérimentales. Nous mentionnerons seulement la fusée « Antarès » lancée l'année dernière des îles du Levant et qui a été le premier engin français à quatre étages.

La Société d'Études et de Recherches pour les Engins Balistiques, plus connue sous le nom de S.E.R.E.B., a été constituée par les plus grandes firmes françaises d'aéronautique et d'électronique pour entreprendre l'étude du sol-sol balistique stratégique destiné à porter nos charges nucléaires et inscrit au programme de cinq ans. On ne sait rien de cet engin si ce n'est que sa portée sera de l'ordre de 2 500 km et qu'il utilisera des carburants solides.

Les groupes propulseurs

La principale entreprise française spécialisée est la S.N.E.C.M.A. Ses productions les plus célèbres sont évidemment les réacteurs « Atar » qui, dans leurs premières versions, équipent le « Vautour » et le « Super Mystère ». Les versions les plus récentes, « Atar 8 » et « 9 » assurent la propulsion des Dassault « Étendard IV M » et « Mirage III ». Dans le cadre du programme français de moyen-courrier supersonique, l'étude d'un réacteur M-35 destiné à des vitesses de l'ordre de Mach 2,5, est en cours. En étude aussi, avec la collaboration de Turbomeca, un réacteur

vertical de sustentation. D'autre part, dans le cadre des accords avec Pratt et Whitney, des études ont lieu sur le réacteur à soufflante JFT-10, plus spécialement destiné aux avions militaires à décollage vertical.

Au titre des moteurs à pistons, la S.N.E.C.M.A. termine la série des « Hercules » destinés aux « Noratlas » et procède, lors des révisions, à la transformation des moteurs 12 S et 12 T de puissance accrue.

Le second motoriste français est actuellement la dynamique société Turbomeca dont les productions connaissent un succès mondial et sont construites sous licence en Angleterre et aux États-Unis. Plus de 2 000 exemplaires du turboréacteur « Marboré » ont été produits rien qu'en France. Pour les hélicoptères « Alouette », la société a poursuivi la fabrication de son « Artouste II C » et entrepris celle du III B. Elle a poursuivi le développement de son « Bastan » et développé à ses frais le remarquable petit « Astazou » de 562 ch, unique en son genre. Enfin, elle a continué la mise au point de son « Turmo III » dont la version C est destinée à des hélicoptères et la D aux Bréguet à aile souflée.

Hispano-Suiza a vu son activité se réduire considérablement ces deux dernières années en ce qui concerne les moteurs. Une certaine reprise a été provoquée par la mise en production des moteurs-fusées SEPR 844 destinés aux « Mirage », et elle va s'accroître lors de l'entrée en chaîne du « Tyne » destiné au « Transall » et à l'« Atlantic ». Puisque nous venons de mentionner SEPR, disons que cette société produit toujours plusieurs types de fusées solides destinées à la propulsion d'engins ou utilisés comme accélérateurs.

Potez, enfin, termine la série de ses 4 D-34 utilisés sur les Nord 3202 et 3400 de l'A.L.A.T. et a entrepris celle des 4 E 20 de 90/105 ch destinés à l'aviation légère. La cadence est de 20 par mois.

Les équipements

Les équipements prennent désormais une telle place dans les avions qu'un panorama de l'industrie aéronautique serait incomplet si nous ne les mentionnions pas. Les fabricants d'équipements sont quelque 200, employant environ 25 000 personnes, et dont le chiffre d'affaires est de l'ordre de 800 millions de NF. Il serait vain d'essayer de donner ici un panorama, même succinct, des productions de ces multiples sociétés. Il nous suffira de dire qu'elles couvrent la totalité des équipements nécessaires au fonctionnement des avions modernes civils et militaires, ainsi que

Les turbines légères Turbomeca de grande diffusion mondiale

La plupart des productions Turbomeca sont construites actuellement sous licence en Grande-Bretagne par Blackburn, et certaines aux États-Unis, en Espagne et même en Yougoslavie. On voit ici le turboréacteur Marboré dans sa version VI destinée aux Morane-Saulnier Paris II et III. Le turbopropulseur Astazou II de 562 ch équipe en particulier le Potez 840 et le Sferma Marquis, et le Bastan IV de 1 000 ch le Super-Broussard. Le Turmo III C est du type turbine libre et est destiné à la version de série de l'hélicoptère Frelon de Sud-Aviation. L'Artouste II C propulse l'hélicoptère Alouette II; sa version III B de plus de 500 ch est montée sur l'Alouette III.

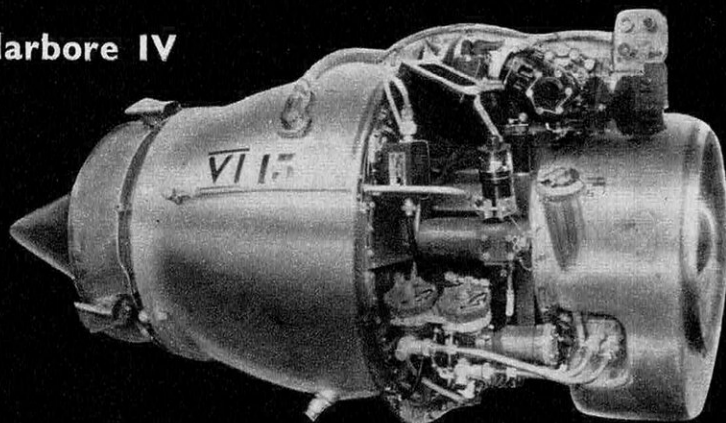
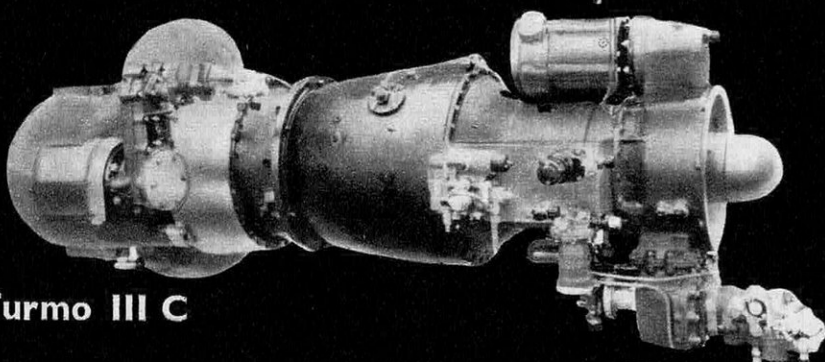
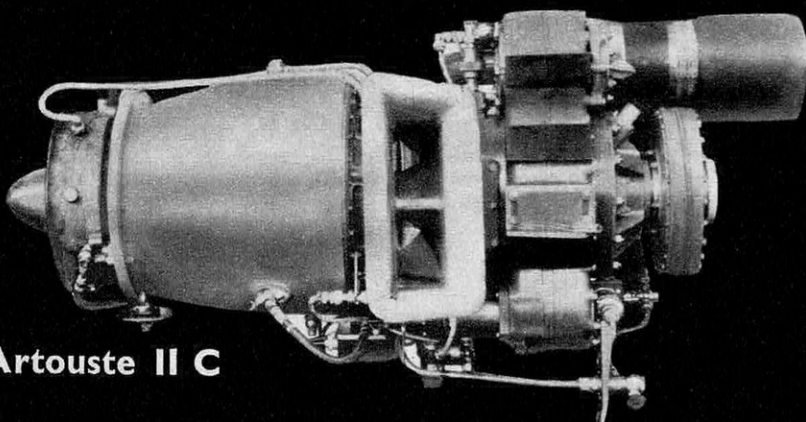
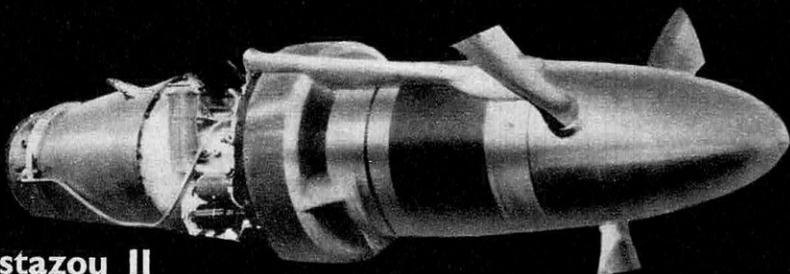
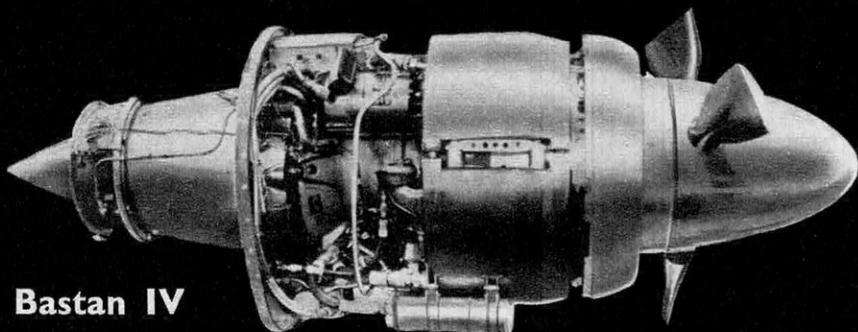
Bastan IV

Astazou II

Artouste II C

Turmo III C

Marbore IV



TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS FRANÇAIS

| CONSTRUCTEUR ET TYPE | COMPRESSEUR | CHAMBRE DE COM- BUSTION | TUR- BINE | POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch) maximum | POIDS (kg) | OBSERVATIONS |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------|---|---------------|---|
| NORD ST-600 Sirius | | | | 6 000 kg à Mach 2 | 170 | Statoréacteur pour engins volant à Mach 2,7. |
| S.N.E.C.M.A. | | | | | | |
| Atar 8 | axial 9 étages | annulaire | 2 étages | 4 400 kg | 1 040 | Turboréacteur, équipe Dassault Étendard-IV M. |
| Atar 9 | axial 9 étages | annulaire | 2 étages | 6 000 kg | 1 350 | Turboréacteur, version du précédent avec postcombustion, équipe Mirage-IV. Versions 9 C de 6 400 kg de poussée à Mach 1,4 (Mirage-III C), 9 D de 6 800 kg de poussée à Mach 1,4. |
| TURBOMÉCA | | | | | | |
| Palas | centrifuge 1 étage | annulaire | 1 étage | 160 kg | 69 | Turboréacteur construit aussi sous licence en Grande-Bretagne (Blackburn). |
| Marboré II | centrifuge 1 étage | annulaire | 1 étage | 400 kg | 140 | Turboréacteur construit aussi sous licence aux Etats-Unis, en Espagne et en Yougoslavie. Equipe : Potez-Air-Fouga CM-170 R Magister, Morane-Saulnier MS-760 Paris. Version Marboré VI de 480 kg de poussée, équipe : Potez-Air-Fouga 209, Morane-Saulnier Paris II et III, Potez-Heinkel 191. |
| Astazou II | axial 1 étage + centrifuge 1 étage | annulaire | 3 étages | 562 ch | 123 | Turbopropulseur, équipe : Potez P-840, SIPA-272 Présence, Sferma Marquis, Pilatus Porter. Existe en version turbine libre, 554 ch, 212 kg. |
| Bastan IV | axial 1 étage + centrifuge 1 étage | annulaire | 3 étages | 1 000 ch | 188 | Turbopropulseur, équipe : Dassault MD-415 Communauté, Max Holste MH-260 Super-Broussard. |
| Turmo III | axial 1 étage + centrifuge 1 étage | annulaire | 2 + 1 étages | 1 000 ch | 188 | Turbine libre construite aussi sous licence en Grande-Bretagne (Blackburn) pour l'hélicoptère Kaman K-17 et une version du Westland Wasp. Versions III C2 et D2 de 1 300 et 1 335 ch. Le modèle Turmo II équipe le Breguet 940 Intégral. Le modèle III D2 équipe les Breguet 941 et 942. Le modèle III C2 équipe le Frelon. |
| Artouste III B | axial 1 étage + centrifuge 1 étage | annulaire | 2 + 1 étages | 550 ch | 130 | Turbine libre construite aussi sous licence en Grande-Bretagne (Blackburn). Equipe SE-3160 Alouette III. L'Artouste II C de 480 ch équipe SE-3130 Alouette II. |
| Palouste IV | centrifuge 1 étage | annulaire | 2 étages | débit 1 140 g/s | 93 | Turbogénérateur, équipe l'hélicoptère Djinn. Construit aussi sous licence en Grande-Bretagne (Blackburn) et aux Etats-Unis (Continental). |

des engins évidemment. De nombreuses licences ont été cédées en Europe, en Angleterre, voire aux U.S.A., ce qui donne la juste mesure de la qualité et de la vitalité de cette industrie méconnue.

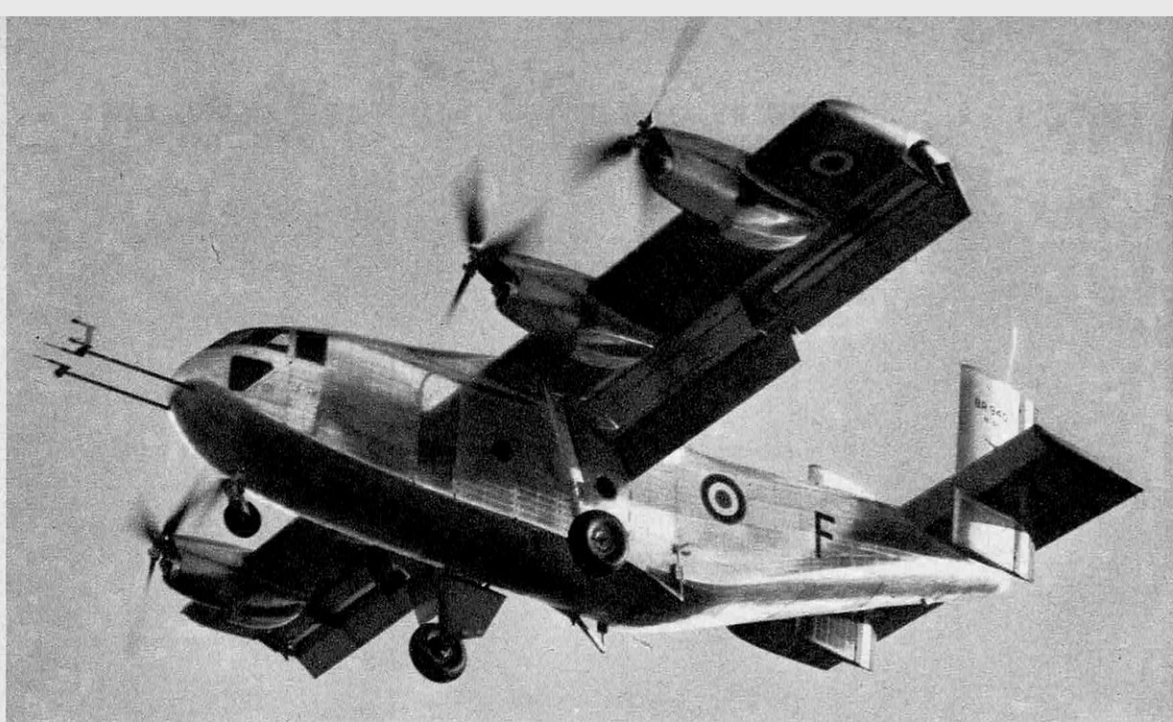
Prototypes et projets

L'avenir de toute industrie aéronautique réside, d'une part dans ses prototypes, d'autre part dans ses programmes de recherche.

Le seul prototype expérimental encore en essais est le Nord « Griffon », à combiné

turbo-statoréacteur, qui poursuit grâce à un financement franco-américain des recherches à des vitesses largement supérieures à Mach 2 et portant sur le comportement du combiné d'une part, sur l'échauffement cinétique d'autre part.

Autres bancs d'essais pour moteurs, les appareils transformés par la S.F.E.R.M.A. et qui servent à la mise au point tant des « Bastan » que des « Astazou ». Toujours dû à la S.F.E.R.M.A. le « Turbo-Baron », devenu le « Marquis » ne doit pas être considéré comme un banc d'essais, mais bien comme le proto-



type d'un bimoteur léger d'affaires très prometteur. On sait qu'il s'agit d'une cellule américaine connue, modernisée par le montage de deux « Astazou ».

Pour en rester aux avions civils, nous citerons deux appareils qui renferment beaucoup d'espoir : le STOL Breguet 941 et le Potez-Air-Fouga 840. Le premier est l'application des enseignements recueillis avec le banc d'essais 940 « Intégral ». Son aile haute porte quatre hélices de grand diamètre dont le souffle est dévié verticalement par une série de volets occupant le bord de fuite. Cette formule doit donner naissance à plusieurs autres appareils, dont le 942 identique au 941, mais avec une cabine pressurisée.

Le Potez 840 est un petit quadrimoteur d'apport et d'affaires destiné à transporter 16 à 24 passagers sur 1 000 à 1 500 km à 490 km/h de croisière dans une cabine pressurisée. Il a été construit à la seule et courageuse initiative de M. Henry Potez.

Un autre appareil, devenu civil depuis l'abandon de son programme militaire, le « Communauté » de Dassault dont les essais sont terminés, intéresse très vivement un groupe d'Américains spécialistes des avions d'affaires. Il serait question qu'une série soit lancée à titre privé par Dassault et Sud Aviation pour répondre aux commandes éventuelles du concessionnaire américain.

Seul hélicoptère en essais, enfin, le SA-3200 « Frelon », hélicoptère lourd triturbine qui émergera en série sous la forme, très remaniée, du SA-3210. Il est destiné aux opérations

contre les sous-marins, aux transports civils et militaires.

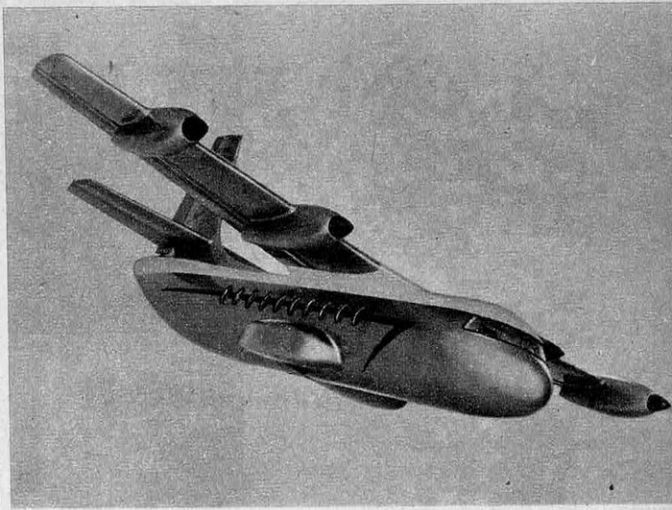
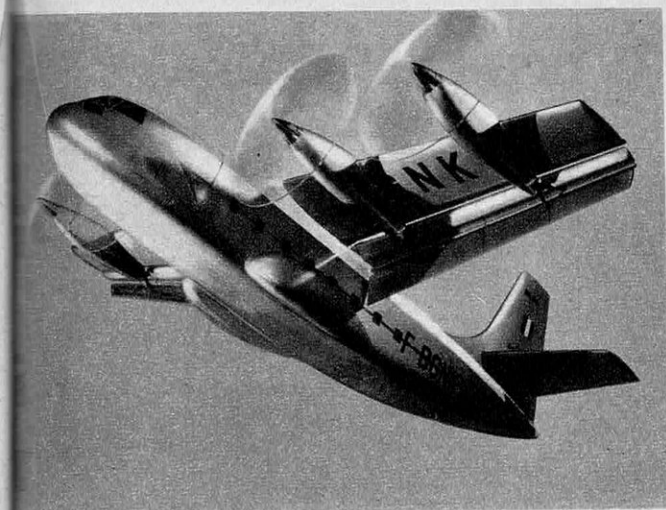
En ce qui concerne les projets, ils sont évidemment nombreux comme toujours, mais aussi inconnus, à l'exception de quelques-uns.

Le programme le plus prestigieux est sans conteste celui de la « Super-Caravelle », le moyen-courrier supersonique sur lequel travaillent les ingénieurs de Sud, de Dassault et de Nord notamment. De la classe des Mach 2, cet appareil pourrait transporter 100 passagers sur 2 500 à 3 000 km.

Un autre programme civil, beaucoup moins ambitieux, donne lieu à plusieurs études actuellement. Il devrait, s'il est poursuivi, donner le jour à un prototype de petit cargo mixte de 12-15 places, propulsé par 2 « Astazou ». Trois concurrents sont connus : le projet « Présence » de la S.I.P.A., et deux autres dus à Hurel-Dubois et Latécoère. Cette dernière société a sur ses planches à dessin de surcroît un cargo mixte quadri-réacteur pour 40 passagers.

Dans la catégorie des avions d'affaires plus légers, citons une étude de Max Holste, probablement en collaboration avec Cessna, et des dérivés du Fouga 170 « Magister », notamment le quadriplace 191 qui sera construit en Allemagne par Heinkel.

Deux programmes militaires sont, de plus, en cours. Le premier porte sur un S.T.O.L. léger de transport et de coopération pouvant emporter 1 500 kg à 1 500 km, et le second sur un chasseur-bombardier V.T.O.L.



Les appareils Breguet à voilure soufflée

Du 940 Intégral ci-contre dérivent la version de série 941 ci-dessus, transport passagers et fret, et la version 942 identique au 941, mais avec une cabine pressurisée. Ce sont des avions à décollage court, en 60 m pour le 940 qui atterrit en 35 m.

Breguet (Br-945 dérivé de l'« Intégral »), Holste (MH-261 dérivé du « Super-Broussard »), Dassault (« Super-Communauté »), Hurel-Dubois, Morane-Saulnier, Potez, Nord-Aviation et S.I.P.A. sont sur les rangs. Une décision devrait intervenir d'ici quelques mois. L'utilisation de deux « Bastan » ou de deux « Turmo » a été exigée. Pour le V.T.O.L. militaire, qui a fait l'objet d'un accord tripartite entre la France, l'Allemagne et l'Italie, les concurrents sont aussi nombreux. Dassault propose un « Mirage III V » avec réacteurs de sustentation, Sud-Aviation un appareil avec un Bristol-Siddeley BS-53

à tuyères mobiles, S.N.E.C.M.A. une étude avec un JTF-10, Bertin un appareil à aile-trompe. Quant à Breguet, ses ingénieurs travaillent sur quatre projets, dont un avec un BS-53.

Nous ne pouvons donner ici qu'un bref aperçu des travaux de nos bureaux d'études, mais il est réconfortant de constater qu'ils ne chôment pas. Il nous reste à espérer que les moyens leur seront donnés de matérialiser au maximum leurs études car une politique d'avenir réaliste ne se conçoit pas sans prototypes nouveaux.

Roland de NARBONNE

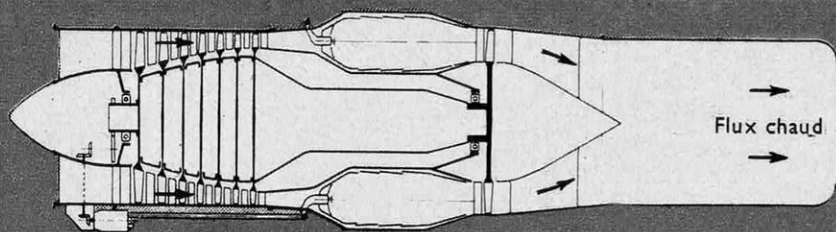
Le « Marquis »

C'est un avion d'affaires rapide qui doit être construit à St-Nazaire par la Sferma. Il résulte de la transformation d'un Beechcraft Baron américain dont les moteurs à pistons Continental de 260 ch sont remplacés par des turbopropulseurs Turboméca Astazou de 440 ch qui portent la vitesse de croisière de ce 4/5 places à 430 km/h.

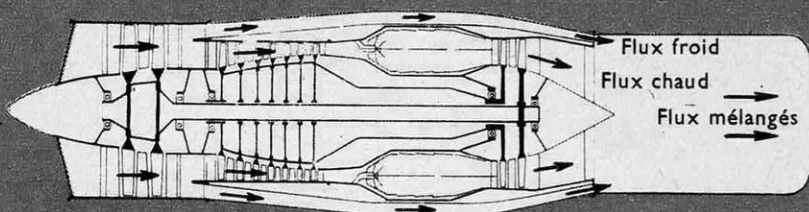


Les variantes du double-flux

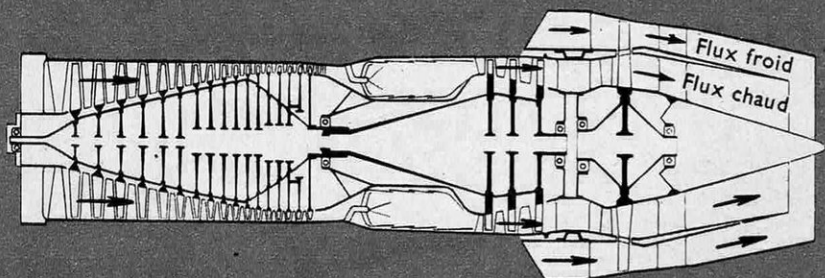
Le turboréacteur ordinaire, où tout l'air aspiré par le compresseur passe dans les chambres de combustion et dans la turbine, se prête à de multiples variantes lorsqu'on le transforme en double-flux. La solution la plus ancienne est celle où les deux flux, chaud et froid, sont mélangés et prennent la même température et la même vitesse (Rolls-Royce Conway). Dans le type « aft-fan », à turbo-soufflante arrière, le mélange ne se produit qu'après l'éjection. Retenu par la General Electric, il offre l'avantage de se prêter facilement à l'adaptation d'un turboréacteur existant, en équipant une des roues de turbine d'ailettes. Le même principe des flux séparés a été appliqué par Pratt et Whitney, mais en montant la soufflante à l'avant (forward-fan) par modification des premiers étages du compresseur. Enfin, le croquis du bas se rapporte aux derniers Bristol-Siddeley à double-flux, dont la réalisation est voisine du Conway, mais sans mélange des flux.



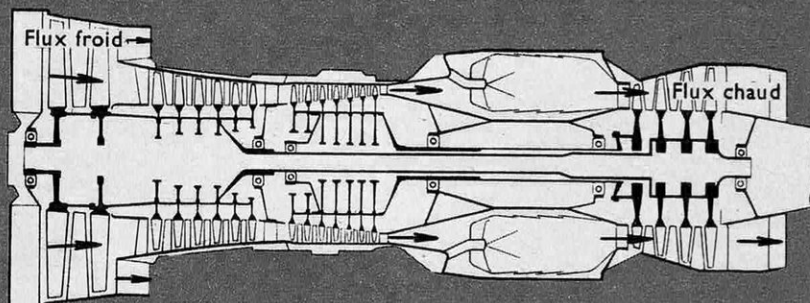
TURBORÉACTEUR ORDINAIRE



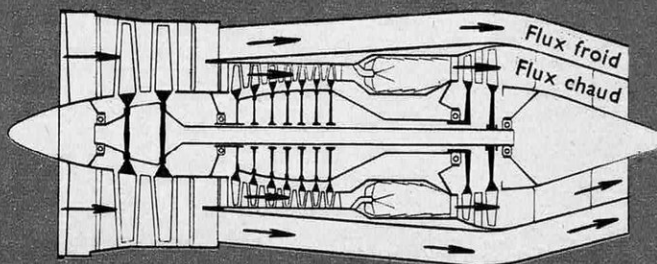
TYPE BY-PASS A FLUX MÉLANGÉS



TYPE AFT-FAN



TYPE FORWARD-FAN



DOUBLE-FLUX A FLUX SÉPARÉS

TURBORÉACTEURS A DOUBLE-FLUX

DOUBLE-FLUX, turboréacteur à dilution, *by-pass, ducted fan, aft-fan, forward-fan...* le « *fan* » étant une turbo-soufflante dont ces désignations précisent la position, tous ces nouveaux types envahissent aujourd'hui le domaine de l'avion de transport et en chassent le turboréacteur classique.

Les premiers sortis, les Rolls-Royce Conway, volent depuis plus d'un an sur les Boeing 707 de la Lufthansa, de la B.O.A.C. et d'Air-India. Les constructeurs américains, la General Electric et Pratt et Whitney, ont adapté hâtivement leurs réacteurs anciens à la mode nouvelle, et commencent à faire les remplacements sur le matériel en service. Les dernières versions d'avions de transport aux essais, Convair 990, Caravelle VII, sont équipées de double-flux, comme la totalité des appareils en construction ou à l'étude, Vickers VC-10 et Super VC-10, De Havilland 121, Caravelle VIII, Boeing 727...

Des turboréacteurs classiques aux « double-flux »

L'idée du double-flux, pour lequel on retiendra la désignation que lui donnait son inventeur indiscuté, sir Frank Whittle, remonte au moins au brevet que celui-ci déposa en mars 1936 au nom de Power Jets, avant même la naissance du turboréacteur classique. Pour relever à la fois la poussée et le rendement propulsif d'un turboréacteur, Whittle proposait « de diviser l'air sortant du « compresseur en un premier flux expulsé par « une tuyère de propulsion et en un deuxième « flux alimentant la turbine à gaz qui entraîne-rait le compresseur ».

Le principe du double-flux fut retenu à la fois par Rateau, qui l'étudia en France au cours de la seconde guerre mondiale, et, en Grande-Bretagne, par Metropolitan-Vickers qui entreprit en 1941 les premiers essais du turboréacteur à soufflante arrière qui devait devenir le F 2/3 Beryl de 1946.

Si l'on met à part la réalisation par Turbomeca, il y a une dizaine d'années, de l'Aspin, le succès véritable du double-flux est à inscrire à l'actif de Rolls-Royce et de son Conway. L'étude débuta en 1947 avec un projet de BJ-80 destiné à équiper les bombardiers britanniques type V. Elle continua en 1950 avec le Conway qui tourna pour la première fois en août 1952 et qui, parti de quelque 4 000 kg de poussée, en développe actuellement plus de 9 000 kg sur les versions R Co-17 et R Co-42. Le choix, en 1955-1956, du Conway pour la propulsion de nombreux Boeing 707 et Douglas DC-8, spécialement pour ceux qui exigeaient le plus grand rayon d'action (Lufthansa, Alitalia...) obligea les constructeurs américains à sortir rapidement un matériel qui pût le concurrencer.

Les délais réclamés par l'étude d'un turboréacteur à double-flux entièrement nouveau, dont on pouvait juger par la durée de la mise au point du Conway, interdisaient cette voie. Aussi Pratt et Whitney, comme la General Electric, choisirent-ils l'adaptation d'un turboréacteur existant. Le premier décida la transformation des JT-3 et JT-4 par l'adjonction d'une turbo-soufflante avant; le second, celle du CJ-805 par l'adjonction d'une soufflante arrière.

Simultanément, Rolls-Royce entreprenait l'étude de deux nouveaux modèles, le RB-141,

qui tournait pour la première fois en novembre 1959, et le RB-163, en même temps que Bristol-Siddeley en mettait en chantier toute une série, le BS-53, le BS-58, le BS-75.

Réduire la consommation

L'idée de réduire la consommation, donc d'augmenter le rendement d'un propulseur, en éjectant à vitesse moindre une masse d'air accrue est plus ancienne encore que le turbo-réacteur et le brevet de Whittle. Elle est à la base de la théorie de l'hélice, telle que la présentait Froude en 1889.

La propulsion par hélice est, en effet, une variante de propulsion par réaction où l'on prélève sur l'avant une masse d'air animée, par rapport à l'avion, de la vitesse d'avancement de celui-ci, et où l'on éjecte cet air sur l'arrière à une vitesse accrue imprimée par l'hélice.

La poussée obtenue est égale à l'accroissement de la quantité de mouvement du débit d'air, donc au produit de sa masse par le supplément de vitesse. L'énergie cinétique qu'emporte cet air, et qui est perdue dans l'atmosphère, est la moitié du produit de cette masse par le carré de la vitesse.

Si l'on se propose d'exercer la poussée requise en doublant la masse, le supplément de vitesse nécessaire sera réduit de moitié, comme les pertes qui en résultent. A ce degré de simplification, la théorie de Froude conduit à donner aux hélices le plus grand diamètre possible pour en relever le rendement. Le même raisonnement vaut pour le turbo-réacteur. Du seul point de vue du « rendement propulsif » (mais non du rendement thermodynamique) il y aurait intérêt à

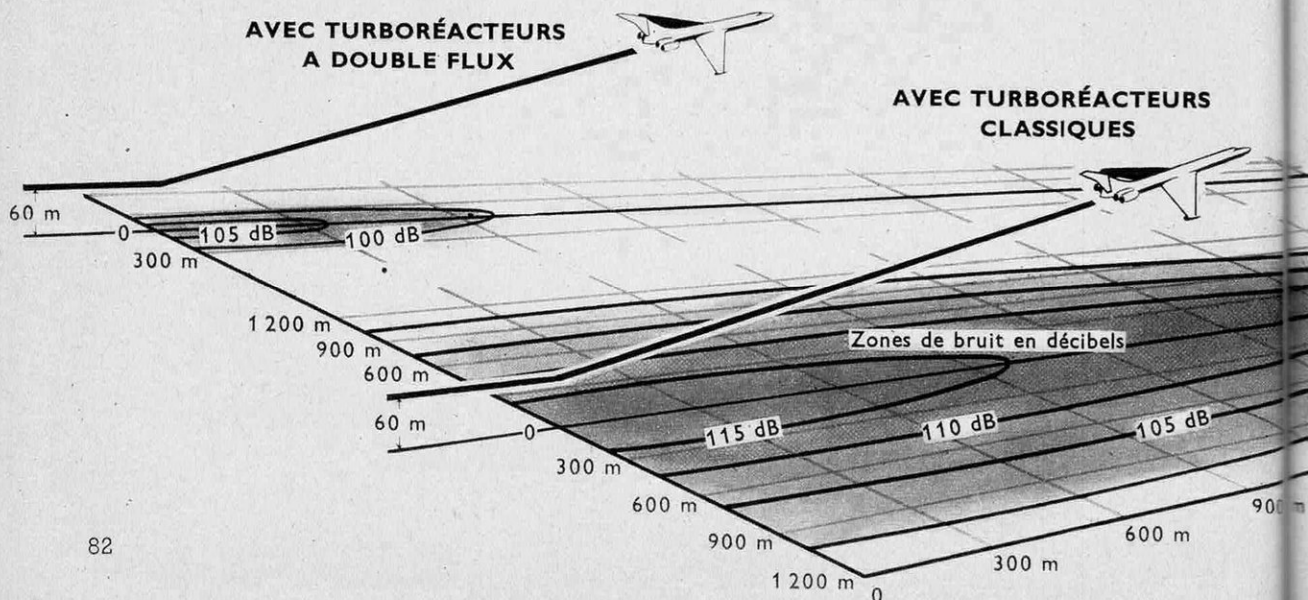
augmenter la masse d'air prélevée par le compresseur et éjectée à l'échappement de la turbine, en diminuant le supplément de vitesse qu'on lui imprime.

Mais cette théorie élémentaire néglige, même pour l'hélice considérée isolément, en dehors de l'avion qui la porte, quantité de corrections qui limitent en pratique le diamètre optimum. La limitation s'accroît si l'on fait entrer en compte le poids du réducteur d'une hélice à grand diamètre et faible vitesse de rotation, le poids de l'hélice elle-même, etc.

Appliquée au turboréacteur, la même théorie élémentaire justifiait la supériorité de rendement du turbopropulseur qu'on en dérivait en montant une hélice sur l'arbre commun du compresseur et de la turbine, et qui brassait évidemment une masse d'air très supérieure à celle que pouvait absorber le turboréacteur. Mais, là encore, cette supériorité de rendement, indiscutée aux faibles et moyennes vitesses, disparaissait à grande vitesse si l'on ajoutait aux mêmes corrections portant sur le poids et l'encombrement, la chute de rendement d'une hélice dont les extrémités de pales approchaient alors de la vitesse sonique.

Le principe de l'amélioration du rendement propulsif par relèvement de la masse d'air éjectée et réduction de la vitesse d'éjection n'est pas moins indiscutable. Mais il faut alors se limiter à un débit d'air très inférieur à celui que donnerait une hélice, et entièrement à la mesure de ce qu'on peut demander à une turbo-soufflante.

L'économie sur la consommation du double-flux est particulièrement aisée à évaluer sur les turboréacteurs de la General



Electric et de Pratt et Whitney où l'on dispose, pour la comparaison, du même turboréacteur exécuté à la manière classique, avec même taux de compression, même température de gaz, etc. Ces deux constructeurs la chiffrent, suivant la vitesse de croisière, entre 8 et 12 %.

Augmenter la poussée

L'augmentation de poussée, au décollage et en montée, est à mettre à l'actif du double-flux, avec des avantages directs et des répercussions indirectes de même importance que le gain de consommation.

En établissant leurs programmes d'avions de transport à réaction, Boeing et Douglas ne s'étaient pas inquiétés outre mesure de la grave infériorité en poussée, au décollage du moins, du turboréacteur comparé au turbo-propulseur. Les exploitants d'aéroports en seraient quittes pour allonger leurs pistes, comme avait dû s'y résigner le *Strategic Air Command* en acceptant les Stratojets et les Stratofortereuses.

L'allongement se fit en effet, à grands frais. Mais les constructeurs se heurtèrent aux protestations du voisinage contre le niveau sonore au décollage à pleine puissance. Les exploitants d'aéroports s'accordèrent sur le niveau à ne pas dépasser, qui influa gravement sur les capacités de franchissement de l'Atlantique. L'avion ne pouvait pas décoller à pleine charge, surtout par temps chaud; les nécessités du ravitaillement imposaient fréquemment une escale.

Or, le double-flux, compromis entre le turboréacteur pur et le turbopropulseur — c'est en quelque sorte un turbopropulseur à « hélice carénée » de faible diamètre —, pré-

sente des caractéristiques beaucoup plus favorables au décollage et à la montée que le turboréacteur. Pour une même poussée à l'altitude et à la vitesse de croisière, la poussée au sol, ou à faible altitude, du double-flux permettra donc à la fois un décollage plus court — ou à charge plus élevée — et une montée plus rapide.

Le gain sur la poussée au décollage est très important, de l'ordre de 40 %, comme le confirment les comparaisons entre turboréacteurs américains équipés ou non d'une turbo-soufflante.

Réduire le bruit

Le niveau sonore atteint par un réacteur au décollage dépend à la fois de sa poussée et, pour une même poussée, de la vitesse d'éjection qui intervient par une puissance élevée de cette vitesse et devient donc le facteur principal du bruit indésirable.

Divers silencieux ont été expérimentés dès l'annonce par les aéroports qu'ils imposeraient un maximum de niveau sonore lors des décollages.

Les résultats n'ont pas été très brillants et les pertes de puissance au travers des silencieux influent fâcheusement sur la consommation et le rayon d'action.

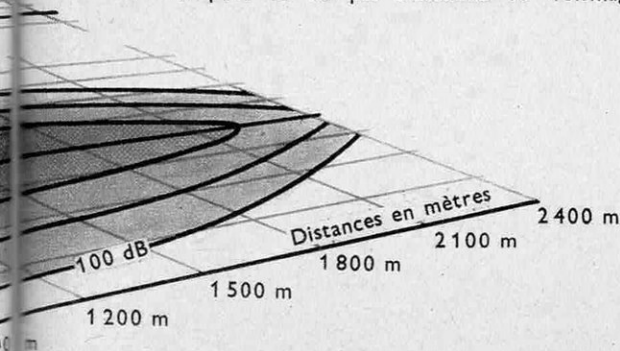
Le double-flux apporte ici une solution parfaite, par action sur le facteur principal qui est la vitesse d'éjection. Les deux flux d'air froid et d'air chaud peuvent être éjectés séparément, le premier après mise en vitesse par la turbo-soufflante, le second après réduction de sa vitesse dans le dernier étage de la turbine; ils peuvent également être mélangés. Dans les deux cas, leur vitesse est assez inférieure à celle du jet d'un turboréacteur ordinaire.

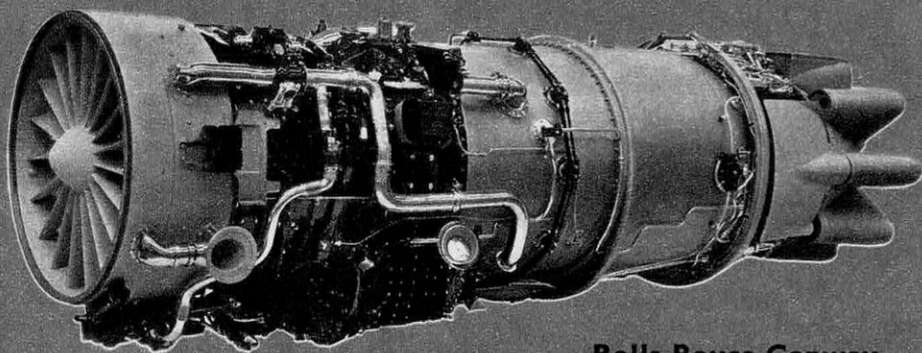
Le mélange des deux flux avant éjection, tel qu'il est fait dans le Conway, est d'ailleurs théoriquement préférable, aussi bien du point de vue rendement propulsif, où il réduit une perte par énergie cinétique emportée proportionnelle au carré de la vitesse, que du point de vue niveau sonore, où il réduit une perte d'énergie émise proportionnellement à une puissance beaucoup plus élevée encore de la vitesse.

Avec la moyenne des double-flux, on peut compter sur une réduction de niveau sonore de l'ordre de 10 décibels par rapport aux meilleurs turboréacteurs classiques de même poussée. Encore cette réduction ne traduit-elle pas toute l'étendue de l'atténuation. Le graphique ci-contre, établi par Bristol-Siddeley, permet une comparaison plus exacte des zones affectées par le bruit au décollage.

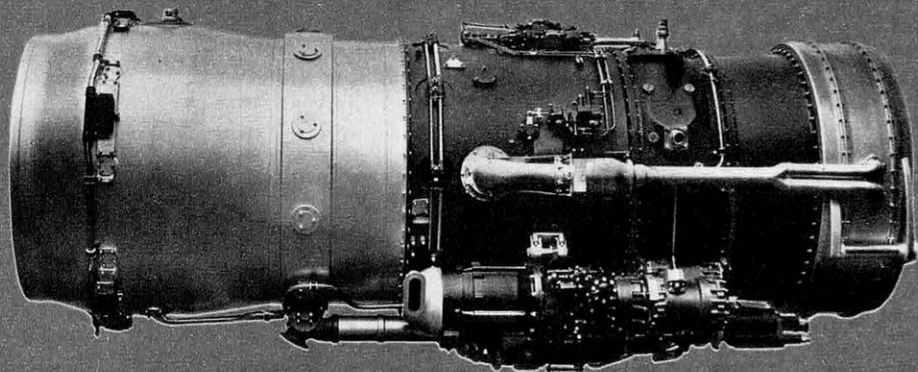
Le niveau sonore au décollage

Avec le double-flux, la réduction du niveau sonore porte sur le bruit maximum et sur la surface intéressée par le bruit. Ainsi la gêne peut être limitée à l'aéroport et ne pas s'étendre au voisinage.

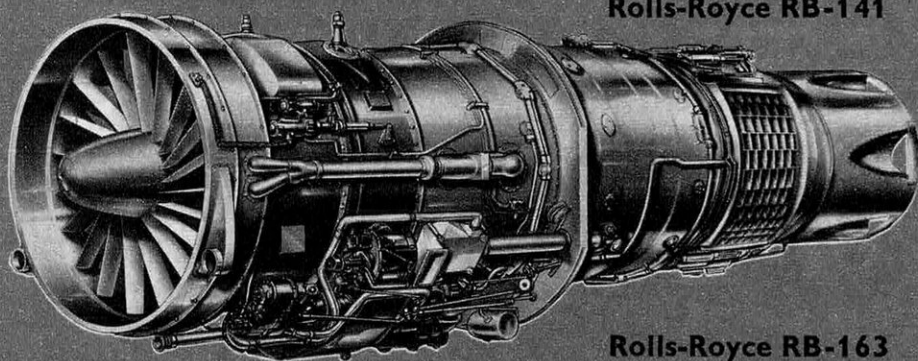




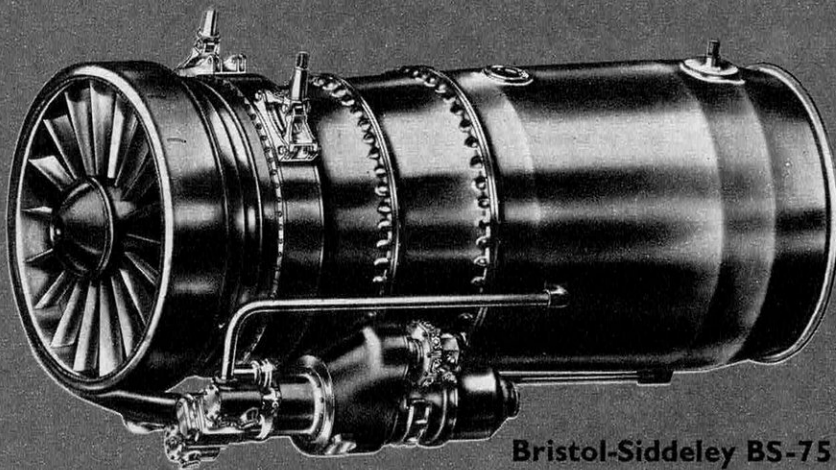
Rolls-Royce Conway



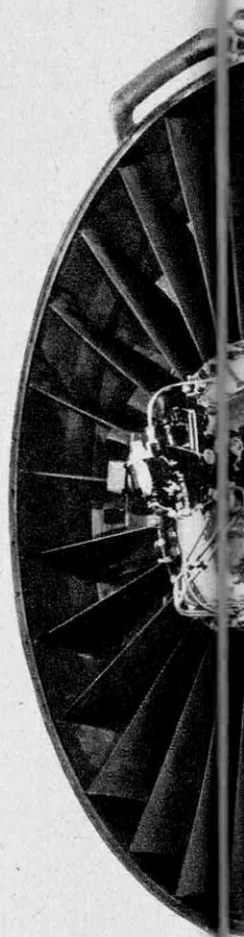
Rolls-Royce RB-141



Rolls-Royce RB-163



Bristol-Siddeley BS-75



Quelques double-flux en service ou en essais



Pratt et Whitney JT 3 D-1

LE Conway, le RB-141 et le RB-163 sont tous des réacteurs Rolls-Royce, qualifiés de « by-pass », c'est-à-dire à faible rapport de dilution. Celui-ci va cependant en croissant à mesure que le modèle est plus récent. Parti de 0,6 sur le Conway, il passe à 0,7 sur le RB-141 et à 1 sur le RB-163. Le Conway, le premier des double-flux en service, équipe déjà un certain nombre de Boeing 707 et de Douglas DC-8, sur les versions à plus grand rayon d'action de ces appareils (type RCO-12 à 7 875 kg de poussée). Il est choisi, dans le modèle le plus récent, le Conway RCO-42 de 9 115 kg de poussée, pour le long-courrier britannique en construction, le Vickers VC-10. Le RB-141, qui tourne au banc depuis novembre 1949, couvre la gamme des poussées immédiatement inférieures; il équipera notamment la Caravelle 14. Enfin, le RB-163, de la même famille, de 4 468 kg de poussée, est en construction, notamment pour le De Havilland Trident, le triréacteur moyen-courrier britannique.

Le Bristol-Siddeley BS-75, le plus récent de la nouvelle famille des double-flux de ce constructeur, est destiné à des avions britanniques de plus faible tonnage encore, le Hunting 107 et l'Avro 771. Il se caractérise par une dilution élevée, de l'ordre de 1,6 et donnera une poussée de 3 400 kg pour un poids de 668 kg.

La photo ci-dessus, du Pratt et Whitney JT 3 D-1, met en évidence le diamètre très élevé des soufflantes, 134,6 cm, installées par ce constructeur pour la transformation du turboréacteur ordinaire J-57. Il vole depuis l'an dernier sur les versions Intercontinental du Boeing 707. Il commence à équiper la version B-524 des Stratofortereuses, de plus de 220 000 kg. Il est en concurrence avec les derniers double-flux de la General Electric à l'étude pour équiper le Lockheed Super-Hercules de l'U.S. Air Force, dans une classe de réacteurs allant jusqu'à 11 000 kg de poussée.

TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS (Voir pour la France page 77)

| CONSTRUCTEUR ET TYPE | COMPRESSEUR | CHAMBRE DE COMBUSTION | TURBINE | POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch) MAXIMUM | POIDS (kg) | OBSERVATIONS | CONSTRUCTEUR ET TYPE | COMPRESSEUR | CHAMBRE DE COMBUSTION |
|--|-------------|-----------------------|---------|--|------------|--------------|---|---|------------------------|
| ALLEMAGNE DE L'EST V.E.B. Pirna 014 Pirna 017 A | | | | | | | J-60 | axial 9 étages | annulaire « cans » |
| | | | | | | | J-75 | axial double corps 8 étages b.p. + 7 étages h.p. | annulaire 8 « cans » |
| BRÉSIL CENTRO TECNICO DE AERONAUTICA M-60 | | | | | | | JTF-10 | axial double corps | annulaire av. « cans » |
| | | | | | | | T-34 | axial 13 étages | annulaire 8 « cans » |
| CANADA CANADIAN PRATT ET WHITNEY PT-6 | | | | | | | JFTD-12 | | |
| | | | | | | | SOLAR YT-62 Titan | centrifuge 1 étage | annulaire |
| ÉTATS-UNIS ALLISON T-56 | | | | | | | T-150 | centrifuge 1 étage | annulaire av. « cans » |
| | | | | | | | WESTINGHOUSE J-34 | axial 11 étages | annulaire |
| | | | | | | | WRIGHT J-65 | axial 13 étages | annulaire |
| BOEING Model 502-10 | | | | | | | GRANDE-BRETAGNE BLACKBURN A-129 Nimbus | | |
| | | | | | | | Palas, Turmo, Artouste, Palouste, modèles dérivés | | |
| Model 520 | | | | | | | BRISTOL-SIDDELEY Viper ASV-11 | axial 7 étages | annulaire |
| CONTINENTAL Model 352 (J-69) et Model 141 dérivés de Marboré II et Palouste de Turboméca (France). | | | | | | | Orpheus 803 | axial 7 étages | annulaire |
| GENERAL ELECTRIC J-79 | | | | | | | Sapphire ASSA-7 | axial 13 étages | annulaire |
| | | | | | | | Olympus 201 | axial double corps 7 étages b. p. + 8 étages h.p. | annulaire 8 « cans » |
| | | | | | | | BS-53 | | annulaire |
| | | | | | | | BS-75 | axial 3 étages b.p. + 10 étages h.p. | annulaire |
| | | | | | | | Proteus 765 | axial 12 étages + centrifuge 1 étage | 8 chambres |
| | | | | | | | Double Mamba 8 | axial 11 étages (par unité) | annulaire |
| | | | | | | | Thor | | |
| J-85 | | | | | | | DE HAVILLAND Gyron Junior | | |
| | | | | | | | Gnome | | |
| | | | | | | | NAPIER Eland 504 A | | |
| J-93 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| CF-700 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| T-58 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| T-64 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| LYCOMING T-53 L-9 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| T-55 L-5 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| MARQUARDT RS-43 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| PRATT ET WHITNEY J-52 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| J-57 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| J-58 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Vers des taux de dilution de plus en plus élevés

Tous les avantages qui viennent d'être énumérés sont liés au taux de dilution, c'est-à-dire au rapport entre les débits d'air passant à l'extérieur et à l'intérieur de la turbine. Sans doute, chaque constructeur présente d'excellentes raisons à l'appui de son choix. Rolls-Royce a défendu le rapport de dilution relativement faible, 0,6, du Conway; Pratt et Whitney est satisfait du rapport beaucoup plus élevé, 1,4, qui est celui du JT 3 D-I. La General Electric insistait jusqu'à ces derniers temps sur l'intérêt du chiffre de 1,56 choisi pour le CJ-805-23, dont elle faisait remarquer qu'il était plus élevé que celui de tous ses concurrents. Mais, depuis peu, Bristol-Siddeley préconise un taux de dilution de près de 2, qui expliquerait la supériorité en rendement, poussée au décollage et silence attribuée par ce constructeur à ses turboréacteurs en cours de réalisation et d'étude; le taux de 1,75 serait déjà atteint sur le BS-75.

De toute façon, la tendance au relèvement du taux de dilution est certaine. Elle s'accorde d'ailleurs avec le progrès continu du turboréacteur. A mesure qu'il s'allège, le facteur d'amplification du poids en passant du réacteur classique au double-flux perd de son importance.

A l'exception du poids et de l'encombrement, tous les avantages du double-flux précédemment énumérés s'accroissent à mesure qu'on relève le taux de dilution. Le rendement de propulsion et la consommation d'abord, directement liés à la vitesse d'éjection. Le gain de poussée au décollage, d'autant plus élevé que le mode de propulsion participe moins des caractéristiques du réacteur et davantage de celles de l'hélice, passerait des quelque 40% annoncés sur les double-flux américains aux 50% revendiqués par Bristol-Siddeley. Enfin, le niveau sonore est plus affecté encore que le rendement et la poussée par la réduction de la vitesse d'éjection.

Le choix d'un double-flux

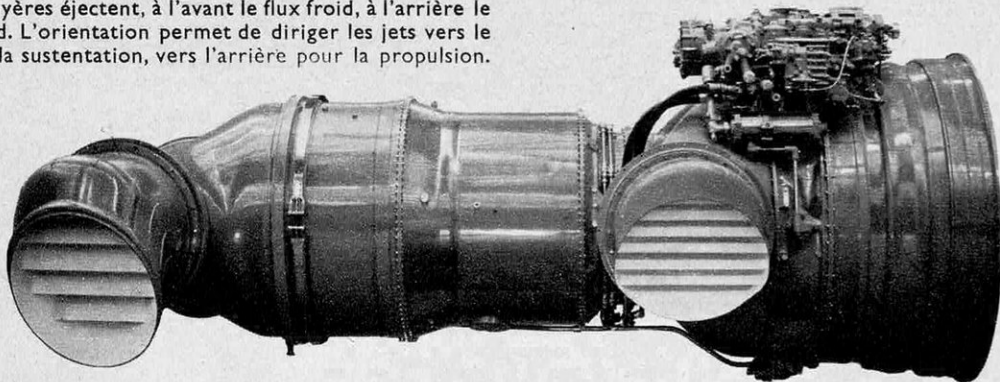
Les quatre types de double-flux construits successivement par Rolls-Royce, Pratt et Whitney, General Electric et Bristol-Siddeley présentent chacun des avantages et des inconvénients abondamment exposés par leurs protagonistes et leurs adversaires.

Comparé à un turboréacteur comme le Rolls-Royce Avon, le Conway du même constructeur, qualifié de «by-pass», n'offre que des avantages, qui expliquent l'accueil de la

| TURBINE | POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch) MAXIMUM | POIDS (kg) | OBSERVATIONS |
|-------------------------------------|--|------------|---|
| 2 étages | 1 362 kg | 198 | Turboréacteur. La version civile JT-12 équipe Lockheed JetStar, North American T-39 Sabreliner, Canadair CL-41 et plusieurs appareils non pilotés. Développe 1 827 kg avec postcombustion. |
| 1 + 2 étages | 11 125 kg | 2 670 | Turboréacteur avec postcombustion. Equipe Republic F-105 B Thunderchief, Convoir F-106 A. La version P-19 W avec injection d'eau développe plus de 12 000 kg. La version civile JT-4 A sans postcombustion, poids 2 280 kg, poussée 7 170 kg, équipe Boeing 707 et Douglas DC-8 intercontinentaux. |
| | 3 765 kg | | Turboréacteur à double flux (turbofan). |
| 3 étages | 6 000 ch | 1 300 | Turbopropulseur. Equipe Douglas C-133. |
| | 4 050 ch | | Turbine libre pour hélicoptères. Equipe Sikorsky S-64 Skycrane. |
| 1 étage | 65 ch | 24 | Turbopropulseur pour hélicoptères monoplaces ou plates-formes volantes. |
| 1 étage | 275 ch | 77 | Turbopropulseur pour hélicoptères. |
| 1 étage | 1 540 kg | 533 | Turboréacteur. |
| 2 étages | 3 495 kg | 1 244 | Turboréacteur dérivé du Bristol-Siddeley Sapphire. Versions nombreuses équipant North American FJ-4, Douglas A 4 D-2; avec postcombustion sur Grumman F 11 F-1 Tiger, poussée 4 770 kg. |
| 2 + 1 | 970 ch | 166 | Turbine libre. Equipe l'hélicoptère Westland P-531 Scout et le SRN-2 Hovercraft. |
| des productions Turboméca (France). | | | |
| 1 étage | 1 135 kg | 250 | Turboréacteur construit aussi en France (Dassault) et en Italie (Piaggio). |
| 1 étage | 2 270 kg | 379 | Turboréacteur construit aussi en France (S.N.E.C.M.A.), Allemagne fédérale (Klockner), Italie (Fiat), Inde (Hindustan). Equipe Folland Gnat, Fiat G-91. Version BOR-12 avec postcombustion simplifiée, 3 700 kg de poussée. |
| 2 étages | 4 990 kg | 1 380 | Turboréacteur. Avec postcombustion, poussée 5 620 kg. Construit aux Etats-Unis (Curtis-Wright J-65). |
| 1 + 1 étages | 7 710 kg | 1 720 | Turboréacteur double corps. Equipe Avro Vulcan. Version BOI-7 R avec postcombustion, poussée 10 900 kg. Version BOI-21 avec étage supplémentaire basse pression, poussée 9 072 kg. Une version non spécifiée développerait 15 000 kg de poussée avec postcombustion pour le Vickers-English Electric TSR-2. |
| | | | Turboréacteur double flux type « ducted fan » pour V.T.O.L., en particulier Hawker P-1127, avec 4 tuyères d'éjection pivotantes. |
| 2 + 2 étages | 3 400 kg | 668 | Turboréacteur double flux type « ducted fan ». Equipe Hunting 107 et Avro 771. |
| 2 + 2 étages | 4 400 ch | 1 390 | Turbopropulseur. Equipe le Bristol Britannia. |
| 3 étages | 3 880 ch | 1 175 | Turbopropulseur double actionnant 2 hélices coaxiales contrarotatives. Equipe Fairey Gannet. |
| | 9 000 kg à Mach 3 | | Statoréacteur. Equipe engin Bloodhound dont les versions futures recevront le nouveau statoréacteur BSRJ-824. |
| 3 étages | 3 220 kg | | Turbopropulseur. Equipe Blackburn Buccaneer. Version DGJ-10 avec postcombustion pour hautes altitudes et Mach élevé, poussée 6 350 kg. |
| 2 + 1 étages | 1 065 ch | 137 | Turbine libre pour hélicoptères et S.T.O.L. dérivée du General Electric T-58. La version H-1000 équipe Westland Whirlwind, Wasp, Wessex Series 2, Agusta AZ-101 G et 204 B. Versions H-1200 de 1 250 ch et H-1400 de 1 400 ch. Versions turbopropulseur P-1000 de 1 000 ch et P-1 200 de 1 150 ch. |
| 3 étages | 3 500 ch | 825 | Turbopropulseur. Equipe Canadair 540. Version E-221 pour hélicoptères, équipe Westland Westminster. Version E-151 A avec compresseur auxiliaire à 9 étages alimentant les chambres de combustion en bouts de pales, équipe Westland Rotodyne. |

Le Bristol-Siddeley BS-53

Sur ce double-flux, la soufflante est montée à l'avant. Quatre tuyères éjectent, à l'avant le flux froid, à l'arrière le flux chaud. L'orientation permet de diriger les jets vers le bas pour la sustentation, vers l'arrière pour la propulsion.



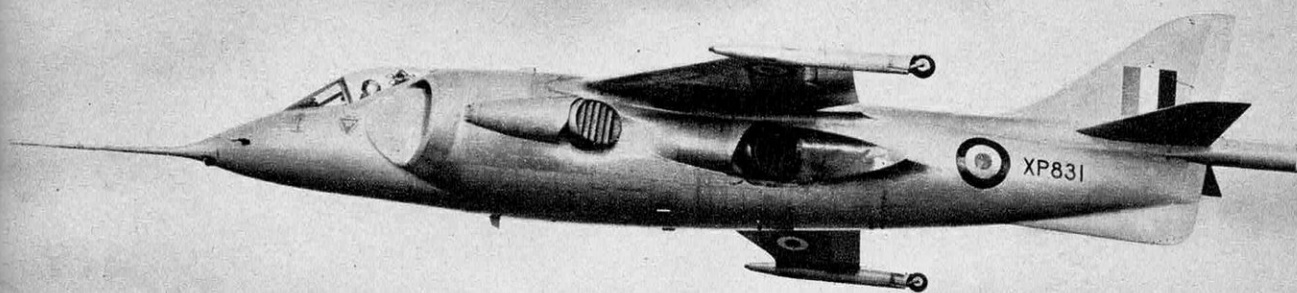
clientèle dès 1955. Grâce au faible taux de dilution, l'addition du double-flux n'a pas relevé, au contraire, le rapport du poids à la poussée. Sur les plus récentes versions des deux types, l'Avon RA-29-6 et le Conway R Co-42, les poussées sont respectivement de 5 772 et 9 115 kg, les poids de 1 578 et 2 268 kg, soit 3,66 kg de poussée par kg de poids pour l'Avon contre 4,02 pour le Conway. Pour la même raison, taux de dilution modéré, l'encombrement n'a pas été accru; avec 1,085 m de diamètre contre 1,067 m, le Conway est moins encombrant que l'Avon, en valeur absolue et surtout en valeur relative si on rapporte la section à une poussée supérieure de près de 60%. Le taux de dilution modéré favorise de même l'allège-

ment de l'inverseur de poussée. Mais le gain en consommation, comme la réduction du niveau sonore, ne sont pas très importants.

Les turbo-soufflantes, qu'elles soient montées à l'avant, en « *forward-fan* », par Pratt et Whitney ou à l'arrière, en « *aft-fan* », par la General Electric, autorisent un débit d'air beaucoup plus élevé, donc un taux de dilution plus favorable, de 1,4 à 1,56. Le poids du réacteur ne s'en ressent pas fâcheusement. Avec une poussée de 9 072 kg pour un poids de 1 973 kg (4,6 kg de poussée par kg de poids) sur le JT 3 D-5, et une poussée de 7 300 kg pour un poids de 1 702 kg (4,27 kg de poussée par kg de poids) sur le CJ-805-23 A, on constate même un allègement relatif

TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS (Suite)

| CONSTRUCTEUR ET TYPE | COMPRESSEUR | CHAMBRE DE COMBUSTION | TURBINE | POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch) MAXIMUM | POIDS (kg) | OBSERVATIONS | CONSTRUCTEUR ET TYPE | COMPRESSEUR | CHAMBRE DE COMBUSTION |
|--|---|------------------------|--------------|--|------------|--|---|--|--|
| Gazelle 213 ROLLS-ROYCE | axial 11 étages | 6 chambres | 2 + 1 étages | 1 450 ch | 375 | Turbine libre pour hélicoptères, équipe Westland Wessex Series 1 et Belvedere. Version 219 de 1 750 ch. | ROYER TP-60 | centrifuge 1 étage | 1 chambre |
| Avon RA-29 | axial 16 étages | annulaire 8 « cans » | 3 étages | 5 170 kg | 1 510 | Turboréacteur. Les Avon Series 100 sont construits aussi en Australie, Belgique et Suède. La série 200, construite aussi en Belgique et en Suède, équipe English Electric Lightning et Canberra PR-9, De Havilland Sea Vixen, Hawker Hunter, Vickers, Valiant. Le RA-29 équipe De Havilland Comet 4 et Sud-Aviation Caravelle. Le RA-29-6 de 5 772 kg de poussée et compresseur à 17 étages équipe la Caravelle VI. La version RB-146 de 6 000 kg de poussée équipe le Saab Draken J-35 B. | ITALIE FIAT 4002 4032 4700 | centrifuge 1 étage axial 9 étages centrifuge 1 étage | annulaire annulaire 10 « cans » annulaire |
| Conway RCo-12 | axial double corps 7 étages b.p. + 9 étages h.p. | annulaire 10 « cans » | 1 + 2 étages | 7 875 kg | 2 044 | Turboréacteur à double flux type « by pass ». Equipe Handley Page Victor MK-2 et certaines versions de Boeing 707 et Douglas DC-8; équipera Vickers VC-10 et Super VC-10. Version RCo-15, 8 400 kg de poussée, RCo-42 de 9 115 kg. | JAPON ISHIKAWAJIMA YJ-3-3 | axial 8 étages | annulaire |
| RB-108 | | | | 912 | | Turboréacteur léger, équipe le Short SC-1. Modèle dérivé RB-145 de 1 250 kg de poussée. | U. R. S. S. IVCHENKO AI-20 | axial 10 étages | annulaire |
| RB-141 | axial double corps 4 étages b.p. + 12 étages h.p. | annulaire av. « cans » | 2 + 2 étages | 6 800 kg | 1 655 | Turboréacteur à double flux type « by pass ». Equipera des versions futures de Sud-Aviation Caravelle en 1962. Modèle dérivé RB-163 de 4 500 kg de poussée, doit équiper le De Havilland 121 Trident. | KLIMOV VK-1 | centrifuge 1 étage | 9 chambres |
| Dart RDa-7/2 | centrifuge 2 étages | 7 chambres | 3 étages | 2 020 ch | 543 | Turbopropulseur. Equipe Vickers Viscount, Armstrong-Whitworth 650 Argosy et 660, Handley Page Herald, Avro 748, Fokker F-27, Grumman Gulfstream, N.A.M.C. YS-11, Breguet Alizé. Construit aussi en Inde. Versions nombreuses. Version RDa-10/1 de 3 030 ch. | KUZNETSOV NK-12 M MIKULIN M-209 SOLOVIEV TB-2 BM | axial 14 étages axial 8 étages | annulaire av. « cans » annulaire av. « cans » |
| Tyne RTy-12 | axial double corps 6 étages b.p. + 9 étages h.p. | annulaire 10 « cans » | 1 + 3 étages | 5 500 ch | 963 | Turbopropulseur. Equipe Vickers Valiant, Canadair CL-44, Westland Rotodyne, Short Britannic, Transall C-160, Breguet Atlantic. | | | |



Le chasseur Hawker P-1127, à décollage vertical, équipé du BS-53

marqué par rapport au Conway. Les bénéfices en consommation, en poussée, ou plus exactement en rapport de la poussée au décollage à la poussée en croisière à grande altitude — qui ressortent des chiffres précédents —, en silence enfin, sont évidemment beaucoup plus marqués que sur le réacteur au taux de dilution de 0,6. Mais tout ceci doit être payé par un diamètre nettement supérieur, de 1,346 m pour le *forward-fan* comme pour l'*aft-fan*, avec ses répercussions en traînée et même en poids (dimension des « pods », maintien de la garde au sol) lors du montage sur avion. Bristol-Siddeley, qui passe au double-flux une dizaine d'années après Rolls-Royce, se devait de présenter des réalisations plus modernes. Il rejette d'abord la désignation de

« *by-pass* », pour retenir celle de « *ducted fan* », si l'on suit quelques auteurs qui réservent la première aux taux de dilution inférieurs à l'unité, la seconde aux taux supérieurs à l'unité. Il trouve même que les valeurs de 1,4 à 1,56 retenues sur les double-flux américains sont insuffisantes et soutient qu'avec la légèreté de la construction aux années 1960, un taux de près de 2 est indispensable pour tirer du *ducted fan* toutes les possibilités qu'il recèle. Il s'accorde d'ailleurs avec Rolls-Royce pour faire valoir la supériorité que possède un matériel qui a été entièrement conçu, dès l'origine, comme réacteur à double-flux sur la simple adaptation à ce principe d'un turboréacteur ordinaire.

Vers de nouveaux progrès

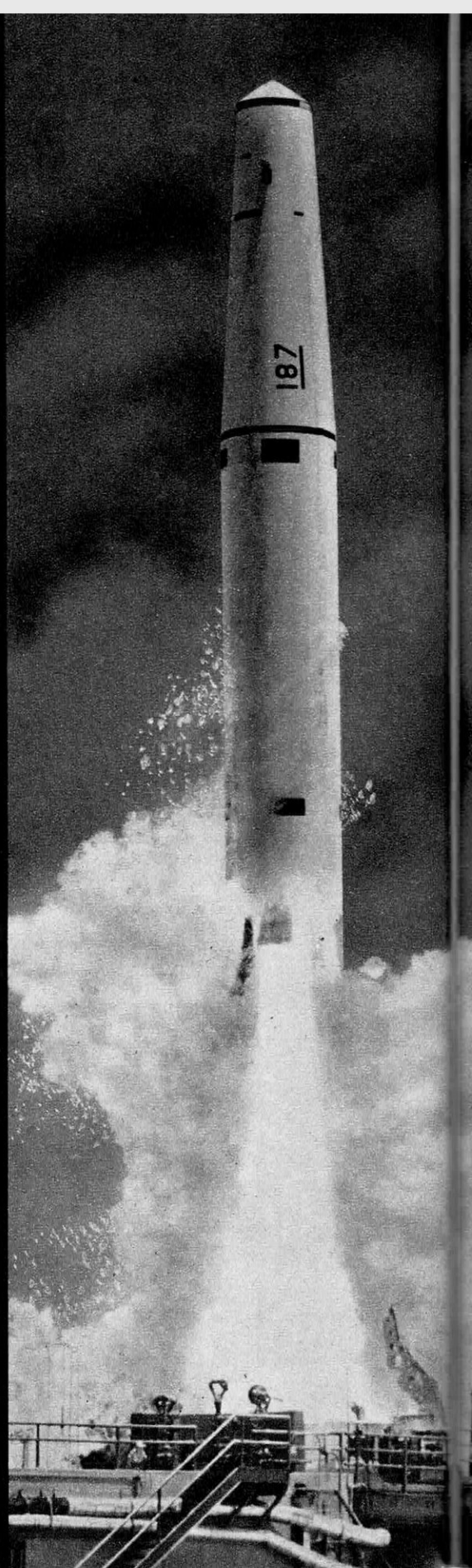
Entre ces quatre solutions, l'expérience seule permettra de se prononcer. Dès maintenant, aussi bien sur les résultats des plus récents avions que sur les promesses des constructeurs participant aux derniers concours, on peut juger que les taux élevés de dilution ont gagné la partie. Le plus récent des quadriréacteurs, mis en service en avril par les American Airlines, est le Boeing 720-B où l'on a remplacé les réacteurs ordinaires Pratt et Whitney de 5 900 kg de poussée qui équipaient le Boeing 720 par des double-flux du même constructeur donnant 7 700 kg. Au même poids, la longueur de décollage est réduite d'un tiers, la consommation abaissée de 20 %, la vitesse de croisière relevée à 1 020 km/h. Le SS-476 L Super-Hercules, l'avion de transport militaire qui entrera en service en 1964 et dont Lockheed vient d'enlever une commande de 132 unités, sera de même équipé de double-flux non encore choisis dont on attend, avec un poids au décollage de 142 t et une longueur de décollage de 1 800 m seulement, une charge utile de quelque 25 000 kg pour les traversées de l'Atlantique.

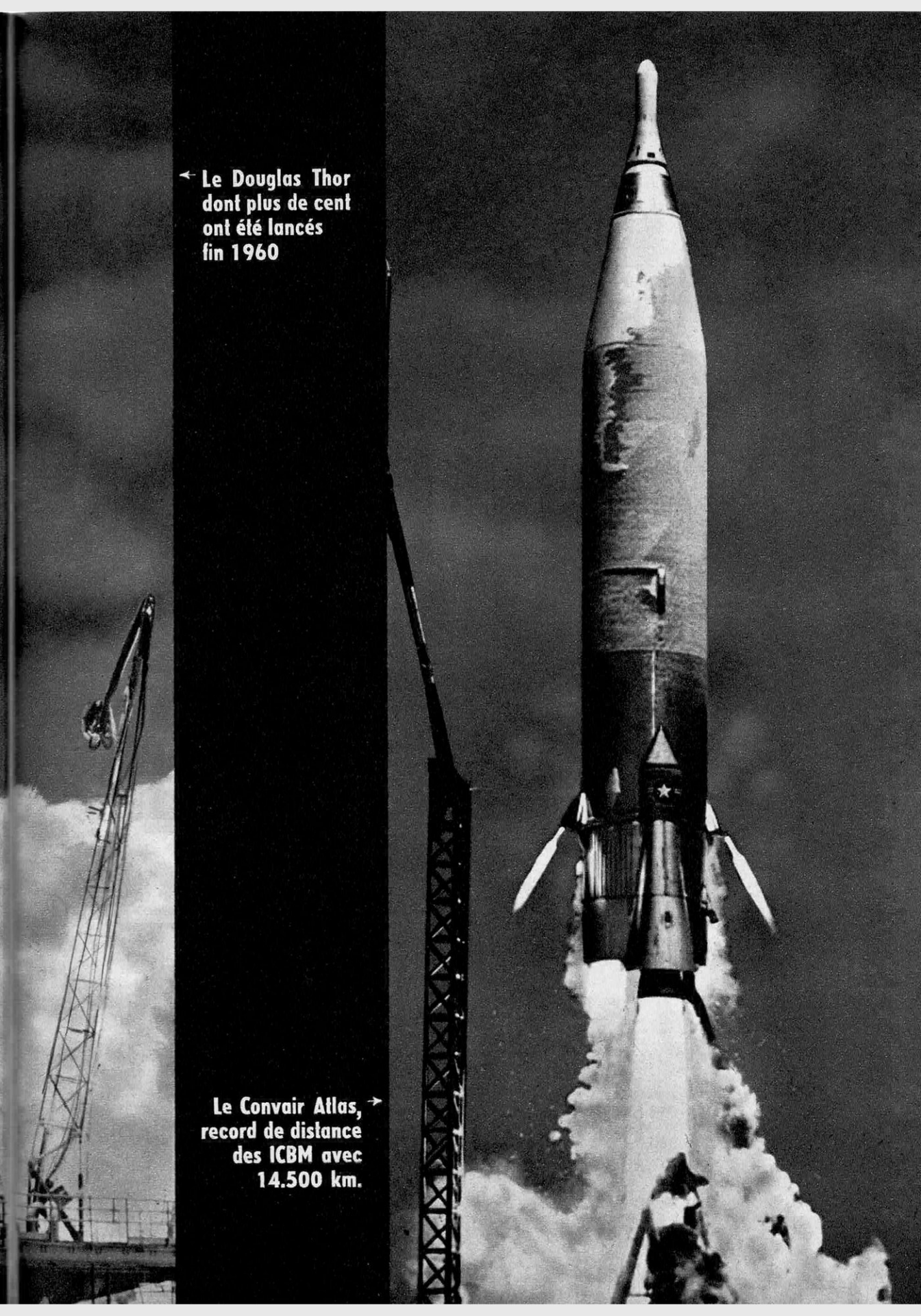
Camille ROUGERON

| TUR- BINE | POUSSÉE (kg) ou PUISSANCE (ch) MAXIMUM | POIDS (kg) | OBSERVATIONS |
|-----------------|---|---------------|---|
| 1 étage | 70 ch | 106 | Turbopropulseur léger. Version TP-90 de 100 ch. |
| 1 étage | 325 kg | 85 | Turboréacteur. |
| 1 étage | 2 700 kg | 490 | Turboréacteur. |
| 1 + 1 étages | 542 | 138 | Turbine libre pour hélicoptères fonctionnant en compresseur pour hélicoptère Fiat 7002. |
| 1 étage | 1 200 kg | 370 | Turboréacteur. |
| 3 étages | 4 015 ch | | Turbopropulseur. Equipe Antonov 10 et Ilyushin 18. |
| 1 étage | 2 700 kg | 900 | Turboréacteur. Equipe MIG-17 avec post-combustion, poussée 3 450 kg. |
| 5 étages | 12 500 ch | 2 300 | Turbopropulseur le plus puissant du monde. Equipe Tupolev 114. |
| 2 étages | 9 000 kg | 2 500 | Turboréacteur. La version civile pour le Tupolev 104 développe 6 750 kg. |
| | 4 635 ch | | Turbine libre pour hélicoptères. Equipe Mi-6. |

Trois générations d'engins balistiques

L'ENGIN défensif, du moins celui qui vise l'arrêt de l'avion et non de l'engin, est parvenu à un degré de perfection où son développement n'inquiète plus personne. Les discussions entre protagonistes de l'engin sol-air et de l'engin air-air, comme celles que poursuivaient les tenants de l'autoguidage et du téléguidage, du radar et de l'infrarouge, ont perdu de leur actualité. Depuis que les Sidewinder descendaient les avions de la Chine communiste dans le détroit de Formose, on savait bien que les expéditions aériennes au-dessus des territoires défendus par l'Occident n'étaient guère à craindre. Mais l'affaire de l'U-2 a fait la preuve.





← Le Douglas Thor
dont plus de cent
ont été lancés
fin 1960

Le Convair Atlas, →
record de distance
des ICBM avec
14.500 km.

qu'il ne fallait plus tabler sur l'impunité des incursions symétriques, même à très grande altitude, au delà des rideaux de fer et de bambou.

De tels événements redoublent l'intérêt de l'engin offensif. Jusqu'à la difficile et douteuse mise au point du Nike-Zeus, l'engin balistique échappe encore, pour de longues années, à toute interception. Ses performances, en portée et en précision, ont atteint et dépassé les limites utiles. Les armées de Terre, de Mer et de l'Air multiplient les programmes et rivalisent pour se tailler une part dans la mise en œuvre de ce qui leur apparaît la première réalisation de l'« arme absolue ».

Le « missile gap »

Le « trou » des années 1960-1962, le « missile gap » que ne parviendraient pas à combler les fabrications américaines parties avec quelques années de retard sur les soviétiques, a été l'une des bases de la campagne démocrate de 1960, reprochant à l'administration républicaine du président Eisenhower son incurie en matière de défense nationale.

Pris entre le souci de rétablir l'équilibre compromis par l'avance soviétique et le désir de ne pas affoler l'opinion, les responsables avaient en effet longtemps multiplié les déclarations rassurantes.

Au lendemain des premières détections, en 1955, au-dessus de l'U.R.S.S., des trajectoires à 1 000-1 500 km de portée, le général Nathan Twining, chef d'État-major de l'*U.S. Air Force*, conseillait de ramener l'« arme absolue » à ses véritables proportions. Il faudra longtemps, disait-il, avant que les possibilités de l'engin balistique puissent atteindre celles de l'avion : « La parade sera vite découverte dès que les deux camps « en posséderont... En fait, la voie que « nous suivons en préparant leur construction nous servira à mettre au point une « défense. »

Plus précis, le général Lauris Norstad, dont le rapport sur la stratégie de l'O.T.A.N. était critiqué à la fois par la conférence parlementaire des membres de l'organisation et par les commissions du Sénat de Washington, précisait la durée de cette supériorité de l'avion sur l'engin : cinq ans et plus, déclarait-il encore en novembre 1957, avant que l'U.R.S.S. pût même parvenir à « l'équilibre atomique ». Le premier besoin, soulignait-il, restait encore la modernisation en cours du « bouclier » des forces classiques sous ses ordres, dont il était d'ailleurs assez satisfait : « Leur développement s'est exécuté conformément au plan convenu ; leur équi-

pement s'est considérablement amélioré. »

Tel était bien l'avis du président Eisenhower que l'on interrogeait quelques mois plus tôt sur la position respective des États-Unis et de l'U.R.S.S. en matière d'engins : « Je suis sûr que, pour certains types d'engins guidés, nos réalisations sont très en « avance sur tout ce qui se fait ailleurs. Pour « d'autres, les réalisations soviétiques sont « probablement en avance sur les nôtres. « Mais cette supériorité possible ne porte que « sur quelques points particuliers d'un très « vaste domaine. Je n'ai aucune raison de « croire que nous ne faisons pas tout ce qui « est humainement possible pour employer « notre science, nos cerveaux et nos res- « sources en vue de nous maintenir à un « rang convenable. »

Dans le « très vaste domaine » où règne l'engin, ce sont aujourd'hui les « quelques points particuliers » concernant l'engin balistique qui inquiètent l'opinion mondiale.

Quinze années de tergiversations

Aussi bien dans le domaine militaire que civil, les perspectives ouvertes par l'engin-fusée apparaissaient dès les derniers mois de 1944, avec le bombardement de Londres par les V-2. A l'armistice, l'engin intercontinental que construisait l'Allemagne, comme les études de véhicules spatiaux qui étaient à l'origine des recherches de Peenemunde, indiquaient la voie à suivre, même si elle était un peu en avance sur la technique de l'époque.

La suprématie actuelle de l'U.R.S.S. en engins balistiques s'explique par un travail continu sur un programme de difficulté croissante conduit depuis l'armistice. Dès 1950, on n'ignorait pas que les premières extrapolations soviétiques de la V 2 avaient relevé sa portée vers 700 km. Dès 1955, les radars américains décelaient par dizaines les trajectoires à portée de 1000-1500 km. En août 1957, l'agence Tass annonçait le succès des premiers engins intercontinentaux. Tout doute était levé avec la mise en place sur son orbite du premier Spoutnik en octobre de la même année.

Les tentatives américaines pour forger ce matériel ont été marquées par une résistance constante de l'*U.S. Air Force*, qui voulait écarter une concurrence jugée dangereuse pour la suprématie de l'aviation de bombardement stratégique dont elle s'était fait réserver l'exclusivité. Dès sa création, elle résiliait en 1947, en invoquant une raison d'économie, le premier contrat d'étude pour un engin balistique intercontinental passé l'année précé-

dente par l'U. S. Army à Convair. Cependant, la première explosion atomique soviétique de 1949 et la décision américaine d'y répondre par des bombes H mille fois plus puissantes que celle d'Hiroshima obligeaient l'U.S. Air Force à reconsidérer ses objections sur l'insuffisance de précision des engins balistiques. Elle se résigna donc à passer un nouveau marché à Convair en 1951, pour un engin MX-1593, mais ne lui accorda qu'un degré de priorité très modeste. En 1956, encore, M. Trevor Gardner, Secrétaire d'État adjoint chargé des études nouvelles de l'U.S. Air Force, donnait sa démission pour protester contre l'obstruction des aviateurs, toujours férus du bombardier lourd, à la construction de cet engin devenu l'Atlas.

Le président Eisenhower est donc parfaitement fondé à résumer en deux chiffres, dans son message au Congrès de janvier 1961, les responsabilités de ses prédécesseurs au cours des huit années 1944-1952. « Jusqu'en 1953, « nous n'avons jamais consacré plus d'un « million de dollars par an à l'engin balistique « de longue portée. Nous dépensons aujourd'hui, pour ses études et sa réalisation, plus « de dix millions de dollars par jour. »

La première génération ou les propergols « cryogéniques »

A l'exception du Polaris, tous les engins balistiques en service, à portée intercontinentale ou intermédiaire, qu'ils soient américains ou soviétiques, font appel aux mêmes propergols, un hydrocarbure comme combustible, un produit « cryogénique », l'oxygène liquide, comme comburant. De 1945 à 1956, les techniciens américains et soviétiques se trouvaient en effet d'accord pour choisir comme comburant l'oxygène pur, en rejetant des composés comme l'acide nitrique, l'eau oxygénée, les nitrates et les chlorates, qui présentaient assurément des avantages variés mais introduisaient, en combinaison avec l'oxygène, des éléments inertes abaissant le pouvoir calorifique du mélange combustible-comburant.

Du V-2 allemand à l'Atlas, qui est entré en service en 1960, et au Titan qui lui succède cette année, comme aux plus récents et aux plus puissants des véhicules spatiaux soviétiques, le seul progrès des propergols aura donc été le remplacement du mélange eau-alcool par un hydrocarbure, solution qui était au point, aux États-Unis comme en U.R.S.S., avant 1950.

En U.R.S.S., les premiers engins balistiques pour missions stratégiques, ceux dont on détectait les trajectoires pendant l'été

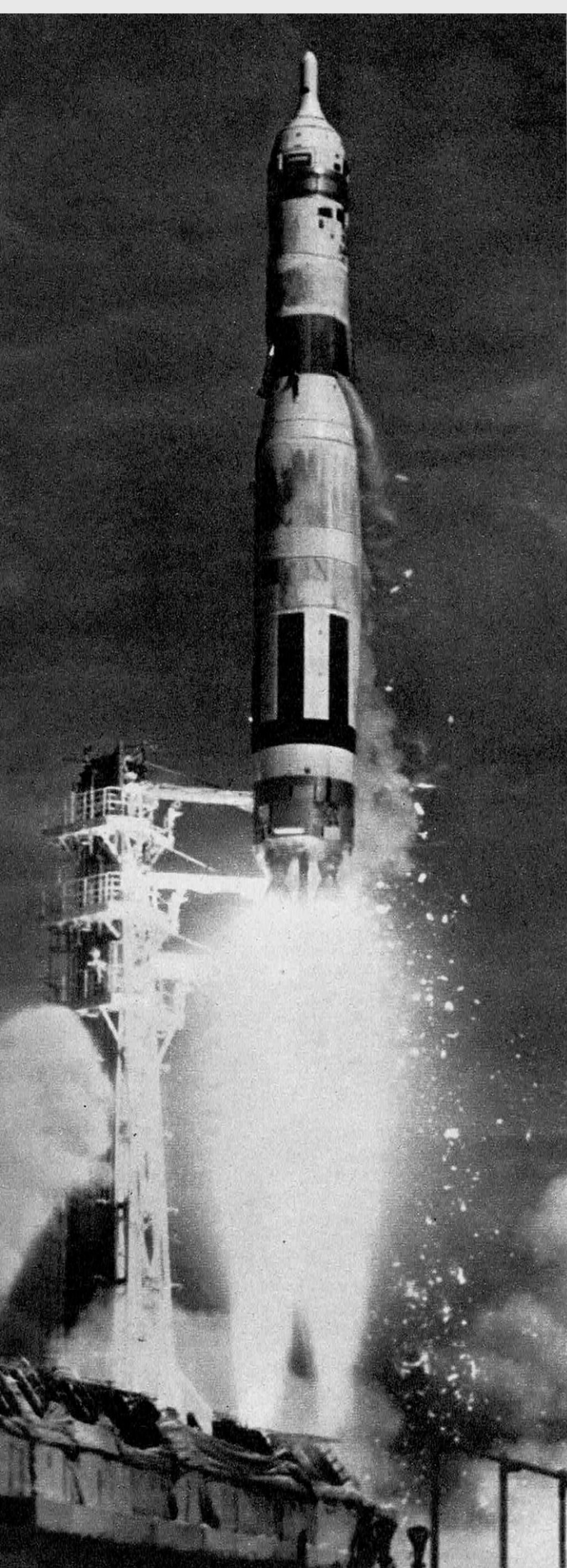
1955, ont été présentés en public en novembre 1957, à l'occasion de l'anniversaire de la Révolution. D'après les caractéristiques et performances qu'on leur attribue généralement (longueur 17 m, diamètre 1,60 m, poids 14 t, poussée 35 t, portée environ 1 000 km), ces engins seraient à classer aujourd'hui dans la « portée moyenne » des désignations américaines (M.R.B.M. - *Medium Range Ballistic Missile*).

Les premières trajectoires d'engins soviétiques à portée intercontinentale ont été détectées en juillet 1957, sur 6 000 km environ, entre le centre d'essais de Kapustin Yar, près de la Caspienne, et les environs de Vladivostok. Les essais se sont poursuivis jusqu'en juillet 1960. Dès janvier 1960, deux lancements avec points de chute dans le Pacifique, donnaient une portée de 12 500 km et, selon le communiqué officiel, un écart au but de 2 km; en juillet, la portée passait à 13 000 km.

A aucun moment, lors des marchés d'études successifs passés aux États-Unis avec Convair pour l'engin à portée intercontinentale qui devait devenir l'Atlas, la validité du choix des propergols cryogéniques (hydrocarbure et oxygène liquide) ne fut mise en doute.

Aussi lorsque la détection de quelques dizaines de trajectoires soviétiques à portée de 1 000-1 500 km obligea les États-Unis à lancer, sans attendre la sortie de l'Atlas, deux programmes d'I.R.B.M. (*Intermediate Range Ballistic Missile*) à portée intermédiaire, le Jupiter de l'U.S. Army et le Thor de l'U.S. Air Force, le choix des mêmes propergols ne fut pas davantage discuté. La même solution fut retenue pour l'I.C.B.M. (*Intercontinental Ballistic Missile*) Titan, commandé à Martin pour doubler le programme de l'Atlas, au cas où Convair rencontrerait quelques difficultés dans sa mise au point. L'U.S. Navy acceptait même, à ce moment, l'étude en collaboration d'un I.R.B.M. de même principe avec l'U.S. Army.

La construction du Thor fut menée à une allure record qui lui permit de sortir bien avant l'Atlas. Douglas reçut la commande en décembre 1955 pour un engin à un étage, de 49 900 kg, propulsé par un moteur Rocketdyne MB-3 donnant une poussée de 68 000 kg pendant 156 secondes. La charge nucléaire prévue était de 1 mégatonne. Le premier essai, en janvier 1957, comme les trois suivants furent des échecs. Mais, au cinquième, le 20 septembre 1957, l'engin atteignait la portée de 2 170 km, relevée à 4 587 km lors du huitième lancement, très probablement avec une charge utile réduite.



Cependant, la portée de 1 500 milles (2 420 km) avec charge utile normale prévue par le programme était largement dépassée. On attribue aujourd'hui au Thor une portée de 1 725 milles (2 775 km).

Étudié simultanément par la *Ballistic Missile Agency* de l'*U.S. Army* sur un programme très voisin, le Jupiter est équipé d'un moteur Rocketdyne S-3 D de même poussée, 68 000 kg, que le MB-3 du Thor et presque identique. Construit chez Chrysler, il réussit son premier lancement en mars 1957. Il est en service dans les bases américaines d'Italie et de Turquie, le Thor étant réservé aux bases britanniques.

La construction de l'Atlas, premier I.C.B.M. américain, a débuté chez Convair en 1955. L'engin, de 118 000 kg, est propulsé comme le Thor et le Jupiter par des moteurs-fusées de la division Rocketdyne de North American. La formule, dite quelquefois à « un étage et demi », comporte deux « boosters » ajoutant au départ leur poussée de 74 860 kg pour chacun à celle d'un troisième moteur-fusée ne donnant que 27 200 kg. A l'inverse de l'engin à étages multiples, tous les moteurs sont mis en marche simultanément.

A l'époque où fut choisi le dispositif de guidage de l'Atlas, le guidage par inertie n'avait pas encore fait ses preuves et l'on opta pour un système mixte comportant à la fois le guidage par inertie et un téléguidage radio basé sur la détection par radar. Le guidage intégral par inertie fut adopté par la suite sur les derniers modèles.

Les deux premiers lancements de l'Atlas A, en juin et septembre 1957, échouèrent. Le premier lancement réussi date de décembre 1957, suivi de nombreux autres portant sur des versions

← Le Martin Titan, deuxième ICBM américain

Le Titan, dans sa première version qui entre en service cette année, aura sensiblement la même portée que l'Atlas pour un poids de 100 t seulement. Dans la version Titan II, le premier étage sera allongé, le second aura le même diamètre que le premier, soit 3,05 m. Le poids au départ passera à 122 470 kg. La portée maximum atteindrait 21 000 km, avec une charge nucléaire de quelque 7 mégatonnes.

semi-opérationnelles des Atlas B, C, D et E à partir de juillet 1958, dont les premières sont aujourd'hui en service. Au printemps 1960, les plus récentes versions de l'Atlas ont battu, par plus de 14 000 km, entre le cap Canaveral et l'océan Indien, les records de portée soviétiques, sans qu'il faille attacher une importance particulière à de tels gains, d'acquisition aisée au voisinage de la vitesse de satellisation.

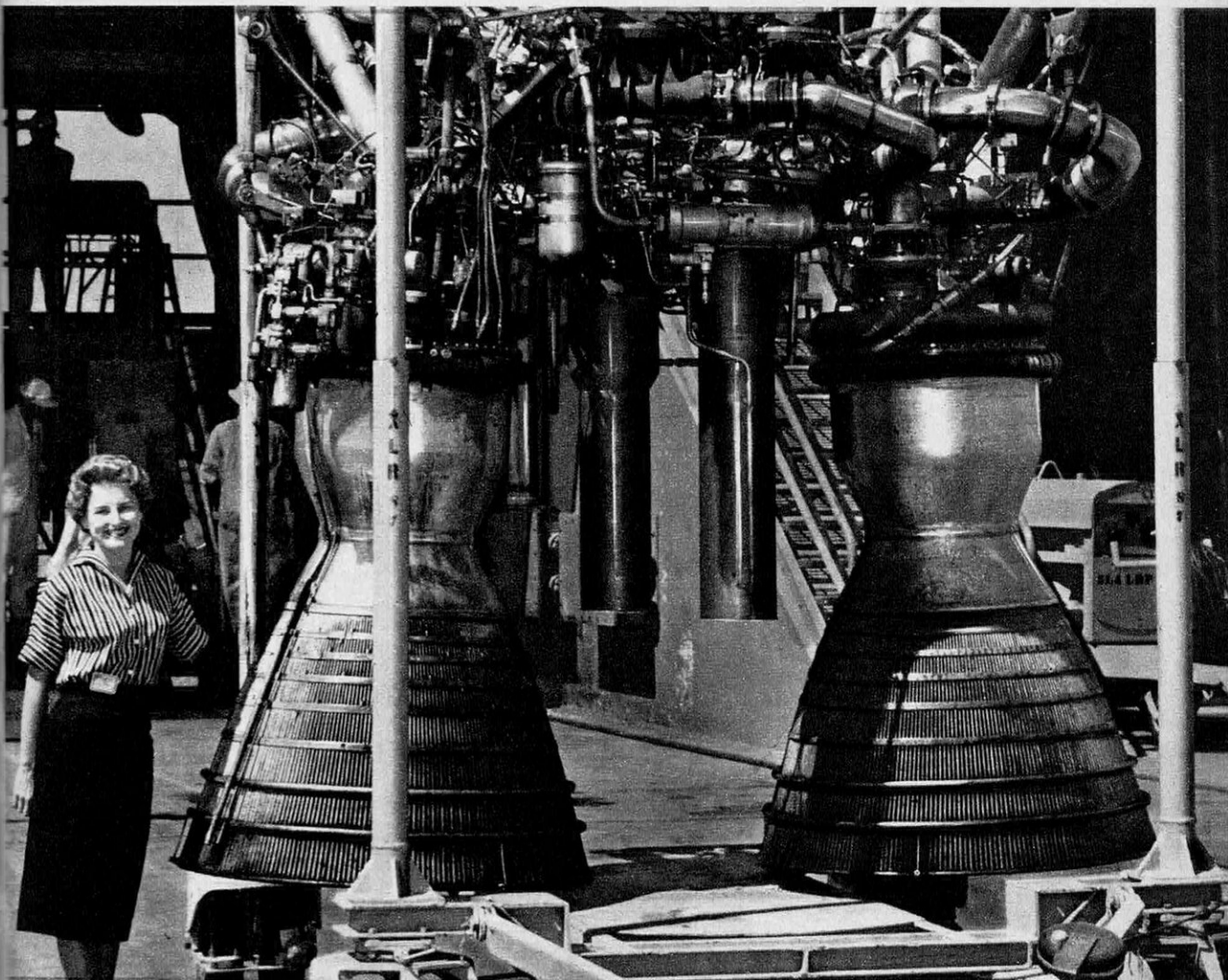
Le Titan, deuxième I.C.B.M. américain, fut commandé à Martin en octobre 1955. C'est un engin à deux étages, de 100 000 kg très sensiblement au départ, propulsé, pour le premier étage, par deux moteurs-fusées Aerojet-General de 136 000 kg de poussée totale et, pour le second étage, par un moteur-fusée de 36 290 kg du même constructeur.

Les propergols sont toujours un hydrocarbure et l'oxygène liquide.

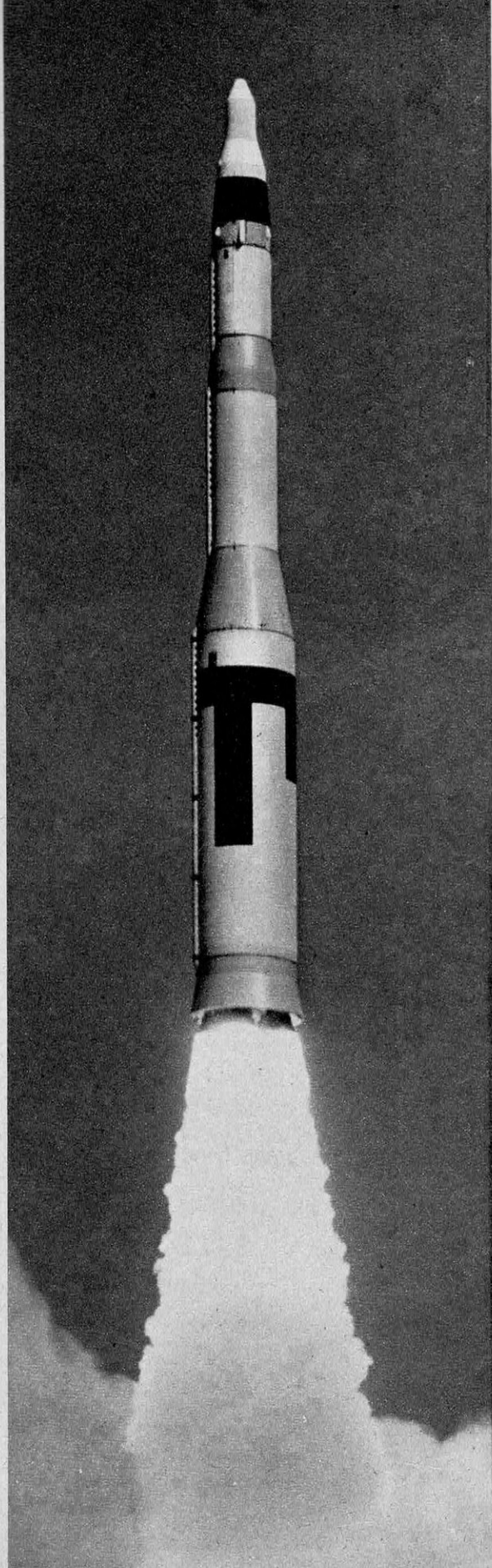
De même que pour l'Atlas, on est passé du guidage mixte par radio et par inertie au guidage intégral par inertie sur les dernières versions. Les premiers lancements d'essai ont commencé en février 1959. L'entrée en service, en bases souterraines, est prévue pour cette année.

La deuxième génération d'engins balistiques

Au début de 1957, les premiers lancements du Thor et les nombreux incidents qui survinrent mirent en évidence les faiblesses de ce propergol « cryogénique » qu'était l'oxygène liquide. Le « count-down », c'est-à-dire



Les moteurs du premier étage du Titan, de 136 000 kg de poussée totale.



← Le Boeing Minuteman, engin à trois étages

Le Minuteman, engin intercontinental de 29 500 kg et 10 200 km de portée, commandé en 1958 à Boeing, entrera en service au début de 1962. En base fixe, il sera tiré directement de l'intérieur du silo et, en base mobile, à partir de wagons spéciaux.

l'ensemble des opérations de chargement en propergols et de vérifications, dépassait fréquemment la durée prévue; il fallait alors vidanger le réservoir d'oxygène liquide qui réfrigérait l'ensemble et reprendre à nouveau la tentative de lancement.

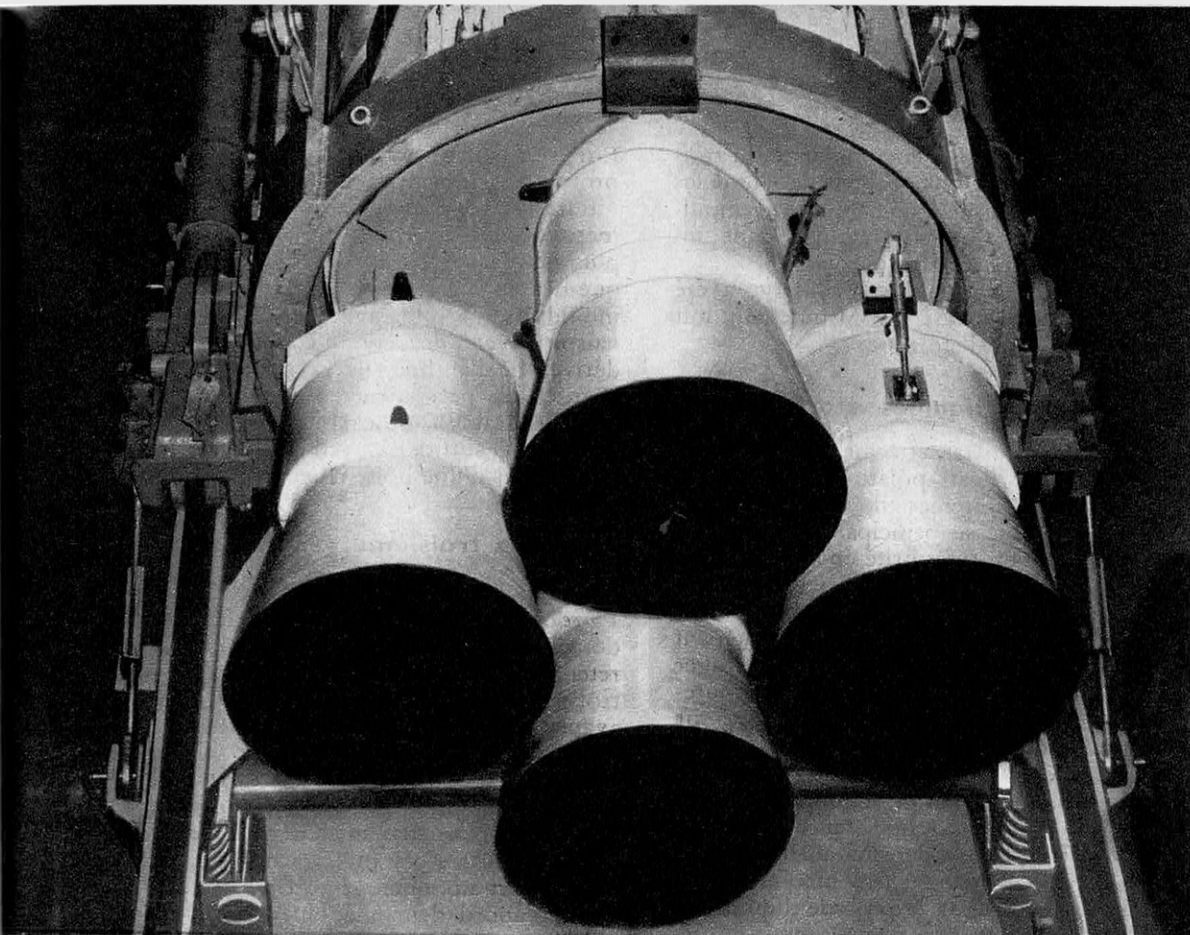
De tels délais étaient particulièrement inadmissibles pour les engins à téléguidage radar et radio, comme l'Atlas et le Titan, dont les installations d'antennes en surface risquaient d'être détruites par le tir adverse avant la fin du guidage.

Si, techniquement, l'oxygène liquide était le comburant de rendement maximum, ce qui justifie largement son emploi généralisé sur les véhicules spatiaux, son emploi militaire prêtait donc à des objections assez graves pour imposer son remplacement.

Le triomphe de la poudre

Déjà, aux derniers mois de 1956, l'U.S. Navy avait mis en doute la possibilité d'adaptation navale du *Jupiter*, l'I.R.B.M. qu'elle avait accepté d'étudier en commun avec l'U.S. Army. L'engin lui paraissait trop gros et l'oxygène liquide d'emploi encore plus difficile à bord qu'à terre. Elle décida donc de passer commande à Lockheed d'un F.B.M. (*Fleet Ballistic Missile*) à deux étages, le Polaris, en ramenant le poids à 12 700 kg et en le propulsant par un moteur-fusée Aerojet-General à poudre. La portée prévue était la même, 1 500 milles (2 420 km), que celle des I.R.B.M. Mais on compensait la réduction de poids et l'impulsion spécifique moindre de la poudre en acceptant une plus faible charge, dont l'évaluation, non officielle, allait de 100 à 500 kilotonnes.

Le bloc de poudre coulée du premier étage est un cylindre de 1,35 m de diamètre sur 2,80 m de longueur, perforé axialement en étoile. Le second étage, de même diamètre, n'a que 1,20 m de longueur. La poudre, probablement à base de perchlorate et de polyuréthane doit être « dopée » par addition d'aluminium pulvérulent sur les dernières versions.



Le moteur-fusée Aerojet, à quatre tuyères, du deuxième étage du Minuteman.

Le guidage posait des problèmes plus difficiles que celui d'un engin sol-sol, le principal étant la détermination exacte du point de lancement sur un sous-marin en plongée au cours d'une croisière de longue durée. Le principe du guidage par inertie a été appliqué aussi bien pour la navigation du sous-marin lanceur que pour l'engin lui-même après lancement.

Les essais sur maquettes lestées pour le lancement à partir d'un sous-marin en plongée ont débuté en 1957, quelques mois après commande. Le Polaris AX, sans dispositif de guidage, fut lancé pour la première fois à partir d'un navire de surface spécialement aménagé, le *Compass Island*, en août 1959. Le Polaris AX-I, avec guidage mais à portée réduite, réussit son premier lancement, toujours en surface, en janvier 1960. Enfin, le premier lancement à partir d'un sous-marin en plongée, le *George Washington*, eut lieu en juillet 1960. Le Polaris est aujourd'hui en service sur deux sous-marins à propulsion nucléaire, le *George Washington* et le *Patrick Henry*, qui, armés chacun de 16 engins, multiplient les croisières de longue durée.

Le choix de la poudre par l'U.S. Navy obligeait l'U.S. Air Force à se lancer elle aussi dans une deuxième génération d'engins appliquant le même mode de propulsion. Elle hâta donc les études qu'elle conduisait depuis 1955 et décida, fin 1957, la commande d'un engin intercontinental, à trois étages, propulsé par poudre. Le concours, ouvert au printemps de 1958, aboutit à la commande du Minuteman à Boeing, en octobre de la même année.

Le choix de la portée, 5 500 milles (nautiques) soit 10 200 km, comme celui de la charge nucléaire, de l'ordre de la mégatonne, imposaient un relèvement sensible de poids par rapport au Polaris. Celui du Minuteman doit atteindre quelque 30 000 kg. La responsabilité des deux premiers étages de propulsion a été répartie entre Thiokol et Aerojet-General, le premier de ces constructeurs ayant pu obtenir le fonctionnement correct de pains de poudre coulés de 1,52 m de diamètre sur 7,60 m de longueur pour le premier étage. La poudre choisie est la même que celle du Polaris : perchlorate et polyuréthane avec addition d'aluminium pulvé-

ruent. En juillet 1960, la commande du troisième étage a été enlevée par la Hercules Powder Co, qui utilise une poudre d'impulsion spécifique supérieure coulée dans un corps en plastique et fibre de verre.

Le premier lancement, satisfaisant, a été exécuté en février 1961. Le Minuteman doit entrer en service à l'été 1962.

Propergols liquides stockables

Le succès du Polaris et celui que l'U.S. Air Force attend de l'extrapolation qu'elle en a faite avec le Minuteman ne réussissent pas à cacher la faiblesse principale des propergols solides, leur infériorité énergétique.

En 1957, lorsqu'on exposait les avantages militaires indiscutables de la poudre sur l'oxygène liquide, on passait rapidement sur cette infériorité. Il ne fallait pas juger de l'impulsion spécifique des poudres, soutenait-on, d'après les produits employés sur les premières bombes-fusées ou les fusées auxiliaires de décollage.

Douze ans de travail des chimistes avaient permis de combler la plus grande partie de l'écart. Au surplus, la densité supérieure des poudres, de l'ordre de 1,6 contre moins de 1 pour les mélanges d'oxygène liquide et d'hydrocarbures légers, compenserait la différence. On n'hésitait donc pas à promettre pour un Polaris des performances équivalentes à celle d'un Thor ou d'un Jupiter.

Cependant, au même moment, Pratt & Whitney réussissait ses premiers essais de moteurs-fusées à hydrogène-oxygène et démontrait que le relèvement du pouvoir calorifique, la diminution de masse moléculaire des gaz éjectés et l'allègement général de la construction des engins s'accordaient pour justifier le recours à des propergols beaucoup plus légers encore que ceux de la première génération. L'expérience du Polaris confirma cette argumentation. Malgré la réduction à l'extrême de la charge explosive, la portée maximum ne dépassa guère les 2 000 km, tandis que celle du Thor et du Jupiter approchait des 3 000 km, très au delà de la portée commune de 2 420 km prévue à l'origine. Une deuxième version du Polaris, l'A 2-P, dont on attend 2 800 km, est à l'étude chez Lockheed, et même un Super-Polaris qui atteindrait plus de 4 000 km.

Que reproche-t-on, au fond, à l'oxygène liquide ? Uniquement sa qualité de propergol « cryogénique », c'est-à-dire exigeant une liquéfaction à basse température et un emploi immédiat après mise en place dans les réservoirs d'engins. Mais d'autres comburants se présentant sous forme liquide à la tempé-

ture ordinaire, dont l'acide nitrique est le prototype, n'incorporent pas, comme les nitrates et perchlorates, autant de matériaux inertes et présentent un pouvoir calorifique plus élevé tout en ne donnant, à l'éjection, que des résidus gazeux de masse moléculaire moindre, donc plus avantageuse. En combinaison avec des combustibles comme les dérivés de l'aniline, ils permettent donc de charger en permanence l'engin de propergols « storable », stockables, dans des récipients qu'il suffira d'ouvrir à l'emploi comme on le ferait d'une boîte de conserve.

La troisième génération

Aussi bien l'U.S. Navy que l'U.S. Air Force ont mis à l'étude depuis plusieurs années de tels propergols. Il semble qu'ils seront retenus pour le premier des engins de la troisième génération, auquel on a donné par avance le nom de Midgetman (nain) pour marquer l'allègement par rapport au Minuteman.

Le programme du nouvel engin a été exposé aux constructeurs l'an dernier. La réduction de poids escomptée, de moitié environ par rapport aux quelque 30 t du Minuteman, serait d'abord demandée au progrès en impulsion spécifique des propergols. Mais tous les perfectionnements apportés aux charges et aux dispositifs de guidage seraient mis à contribution. Le guidage à inertie, qui pesait à l'origine plusieurs centaines de kilos sur le Titan, déjà fortement allégé sur le Polaris, serait ramené à moins de 25 kg. La précision escomptée, avec un écart probable de l'ordre de 400 m, autoriserait une nouvelle réduction des puissances explosives; bénéficiant en outre des progrès en miniaturisation des amorçages, la charge ne pèserait plus que de 100 à 300 kg, suivant portée.

Avec un engin à peine plus lourd que le Polaris, certainement plus puissant et plus précis, de portée intercontinentale et non intermédiaire, la mobilité accrue permet un mode d'emploi entièrement nouveau. A la différence du Minuteman lié aux bases souterraines ou à la voie ferrée, le nouvel engin et son véhicule porteur se déplaceraient sur le réseau routier, comme un char de même poids.

Telles seront les caractéristiques principales de cette troisième génération d'engins, en attendant la quatrième. L'ère de l'engin balistique ne promet pas beaucoup plus de stabilité ni d'économie pour les finances des États que celle des bombardiers.

Camille ROUGERON



*Le grand mensuel
de vulgarisation scientifique*

PLUS D'UN MILLION DE LECTEURS CHAQUE MOIS

**un numéro acheté est lu
par 4 à 5 personnes**



La seule Revue qui permette de suivre d'une façon claire et précise le développement des sciences, des techniques françaises et internationales, et leurs applications à la vie moderne.



En vente dans 62 pays
EN FRANCE LE NUMÉRO 1,50 NF

Bases mobiles pour



engins balistiques

BASES fixes ou bases mobiles ? Plus précisément, bases terrestres, bases navales ou bases aériennes ? On se doute que de tels problèmes, à l'époque où l'engin balistique menace d'éliminer toute autre arme, ne sont pas traités avec la sérénité désirable par des Armées de Terre, de Mer et de l'Air qui y jouent leur existence.

Si ce genre de question ne commence guère à être discuté qu'aujourd'hui, c'est que, pendant les dix ans qui ont suivi l'entrée en service de la V-2, les trois Armées ont jugé préférable de se liguer contre l'intrus qu'était l'engin balistique. Elles se le disputent maintenant.

Dix années durant, dans le pays auquel l'Occident a confié le soin de sa défense par engins balistiques, les chefs des armées de Terre, de Mer et de l'Air n'ont pas cessé de dénoncer les dangers de la confiance en « l'arme absolue ».

« Nous sommes maintenant à une époque « de guerre atomique ; notre entraînement doit « être dirigé vers l'utilisation des engins atomiques sur le champ de bataille. » C'est en ces termes que, le 23 septembre 1954, le général Gale, commandant en chef de l'armée britannique en Allemagne et directeur de « Bataille Royale », la première manœuvre atomique des nations atlantiques, accueillait les journalistes conviés à la suivre. Une semaine après, le ton avait changé. Huit projectiles atomiques, obus et bombes, avaient été employés par le parti en infériorité numérique. Il n'en avait pas moins dû se replier de 60 km sur son front de 100 km. Aussi, dans sa critique de la manœuvre, le général

Gale voulait bien reconnaître le rôle important que pouvaient jouer des armes atomiques. Mais celui de l'infanterie, de l'artillerie et de toutes les armes classiques, affirmait-il, demeurait essentiel.

En septembre 1958, les engins balistiques soviétiques à portée intermédiaire ou intercontinentale parcourant le ciel de l'U.R.S.S., une manœuvre navale parut utile pour préciser au commandement le rôle de ces armes, et notamment de la réplique que venait d'en commander l'U.S. Navy. L'exercice *Shipsbane* mit donc en œuvre quelques sous-marins simulant ce que devait être plus tard le George-Washington et lançant, du voisinage des Açores, quelques Polaris fictifs sur les navires marchands et les installations portuaires d'Europe occidentale. Le communiqué de fin d'exercice dissipa les inquiétudes : « L'évacuation des navires à partir des « ports se serait poursuivie favorablement « malgré ces attaques et les convois auraient « pu s'éloigner de la zone dangereuse. »

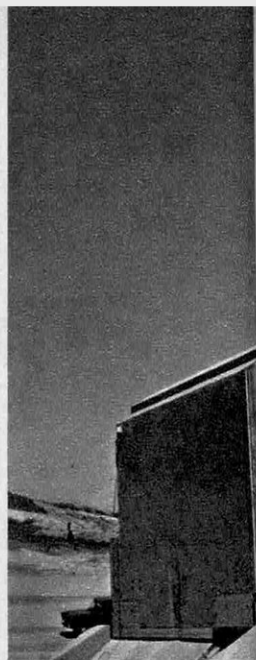
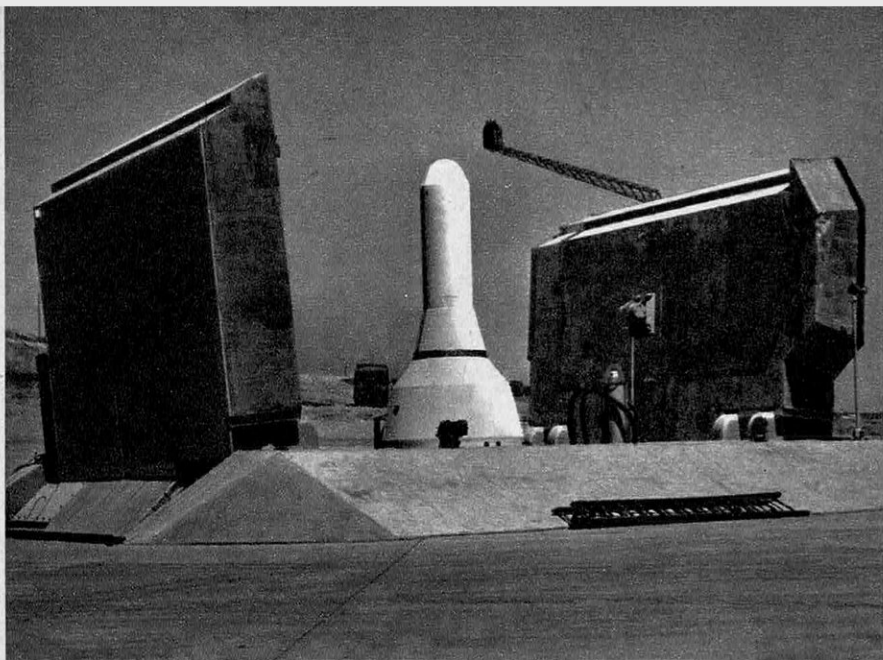
Défendant à la même époque le rôle de l'avion menacé par l'engin balistique, le général Lindsay, chef du bureau « Plans » de l'U.S. Air Force, acceptait de confier à celui-ci la destruction des complexes d'objectifs stratégiques ou tactiques de grande étendue, mais réservait à celui-là les objectifs ponctuels ou mobiles. Pour cette mission essentielle, rien ne pouvait remplacer un matériel piloté.

Le général Twining, président du comité des chefs d'état-major après avoir été lui-même chef d'état-major de l'U.S. Air Force, couvrait de son autorité cet accord des trois armées, et mettait en garde contre les illusions de « l'arme absolue ».

Malgré leurs multiplications, ces déclarations rassurantes n'ont convaincu ni l'opinion publique, ni les chefs civils du Pentagone et de la Maison Blanche. Ils se sont refusés à prolonger la répartition harmonieuse des crédits sur laquelle les trois armées étaient parvenues à se mettre d'accord à l'époque d'abondance de la guerre de Corée.

← Lancement d'un Minuteman

Prévu à l'origine pour le lancement à partir d'un silo, le Minuteman, le plus récent des engins intercontinentaux américains, est également adapté au tir sur voie ferrée, un tunnel pouvant, le cas échéant, combiner la protection et la mobilité du matériel.



Les 100 t d'un Titan sortent de leur silo

A la différence de l'Atlas, prévu pour le lancement en surface en combinaison avec un téléguidage radio et radar, le Titan, équipé d'un guidage à inertie, n'exige aucune organisation de surface. Préparé dans

Puisque les budgets militaires sont dorénavant liés aux commandes d'engins, un concours permanent s'est ouvert pour mettre le mieux en valeur les aptitudes de chaque armée à leur emploi.

Tel est le fond de tableau sur lequel se déroulent les débats consacrés en apparence aux vertus opposées de la protection et de la mobilité.

La protection de l'engin sol-sol

Lorsqu'en août 1957 le ministre britannique de la Défense annonça qu'il avait commandé quelques mois plus tôt un engin balistique de grande portée à charge thermonucléaire, il n'ignorait rien des critiques adressées aux premiers engins américains qu'on installait au même moment dans leurs bases de Grande-Bretagne. Il était décidé à remédier à la plus grave faiblesse de ces engins : une organisation qui imposait le tir en surface, inadmissible lorsque les bases étaient assez proches de celles de l'adversaire pour être détruites avant d'avoir pu riposter. Le Blue Streak britannique serait donc étudié pour un lancement à partir d'une base souterraine.

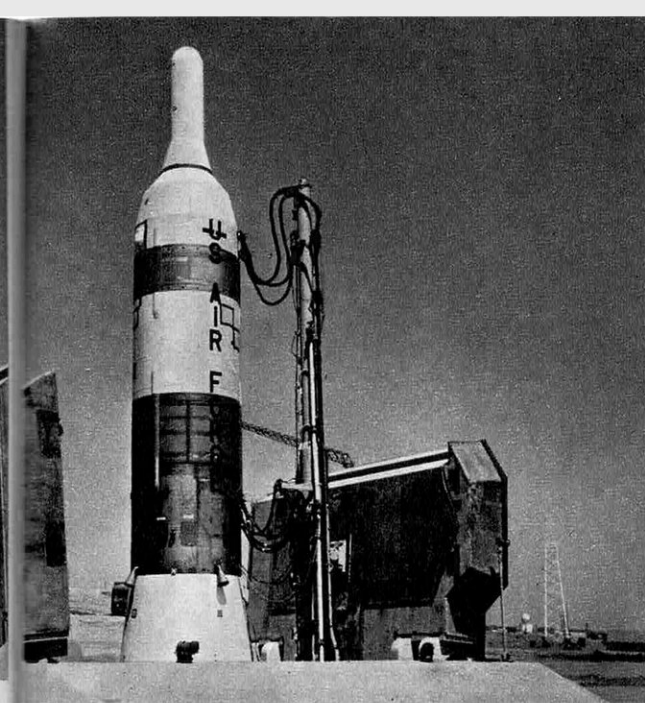
Au début de 1960, l'abandon du Blue Streak fut annoncé en deux temps. Selon le Livre Blanc de février, la construction devait continuer ; cependant, « on déciderait peut-

« être de ne pas compter exclusivement sur « l'engin balistique tiré d'une base fixe et « l'on examinerait les possibilités de lancement à partir de bases mobiles, sous-marines et aériennes. » L'examen a donné ce que l'opinion ainsi prévenue attendait : le 13 avril, M. Watkinson, ministre de la Défense, annonçait aux Communes l'arrêt complet des travaux, réserve faite d'un hypothétique réemploi en navigation spatiale. Le seul argument technique invoqué pour l'arrêt du programme était exactement l'inverse de celui qui avait servi à justifier le choix des caractéristiques du Blue Streak : en 1957, la protection des engins en bases souterraines était la condition nécessaire et suffisante de leur efficacité ; en 1960, la protection de la base fixe devait faire place à la mobilité.

La doctrine américaine quant au rôle de la protection a été beaucoup plus nuancée.

Sur leurs bases britanniques, italiennes et turques, la protection du Thor et du Jupiter se limitait à un abri contre les intempéries. Les trois premiers *squadrons* d'Atlas, chacun pour dix engins dont un en réserve, ne sont pas mieux traités dans leurs bases du Wyoming, du Kansas et du Washington. L'engin est stocké en surface, horizontalement, et dressé à la verticale pour le chargement en propergols, le *count down* et le lancement.

Pour les quatre *squadrons* suivants, on ajoutera un *coffin*, un cercueil en béton recou-



un silo aux épaisses parois bétonnées, sous l'abri de ces portes de 200 t en béton et acier, l'engin est ensuite hissé par un ascenseur monté sur un cadre isolé et lancé. On a prévu le tir de l'intérieur du silo.

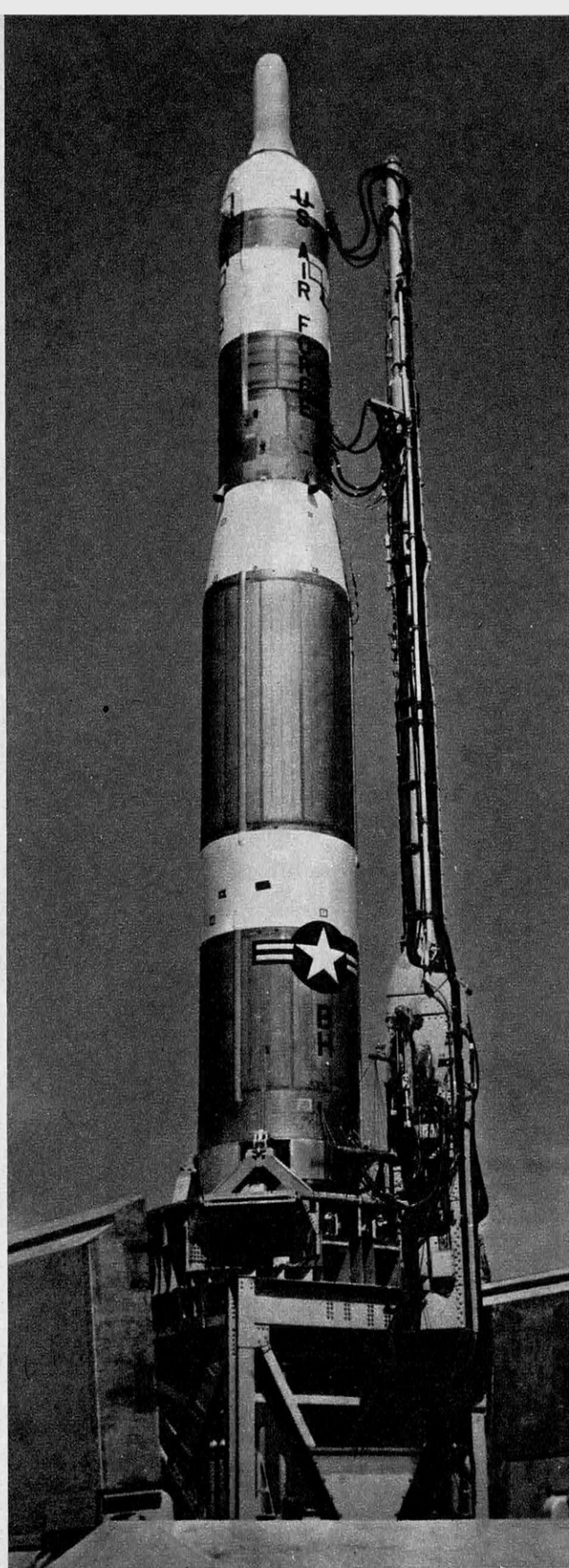
vrant l'engin stocké en position horizontale.

Les six derniers *squadrons* d'Atlas auront seuls droit à la protection souterraine complète en silos, dispersés à trois kilomètres, avec parois bétonnées de 0,60 m d'épaisseur à la partie basse, 1,80 m à la partie haute, avec trappe bétonnée et ascenseur.

A la différence de l'Atlas, le Titan et le Minuteman ont été étudiés dès l'origine pour le tir en base souterraine.

Pourquoi la solution de la base souterraine, jugée inacceptable pour le Blue Streak, est-elle estimée satisfaisante pour les engins américains qui vont entrer en service au cours des prochaines années ? C'est une question de précision et de puissance des engins adverses.

En tir à portée intercontinentale d'un engin soviétique contre une base d'engins aux États-Unis, on pouvait admettre un écart moyen de l'ordre des 2 km annoncés par le communiqué soviétique lors du tir dans le Pacifique, et une charge de l'ordre des 2 mégatonnes attribuées en janvier 1960 par le maréchal Malinovsky à ses engins tirant à limite de portée. Une telle charge éclatant au sol ne produirait des dégâts graves sur un silo bétonné que dans un rayon assez inférieur au kilomètre. Pour détruire chaque engin d'un ensemble dispersé à intervalle nettement supérieur à l'écart moyen du tir adverse, il faudrait donc



que celui-ci consommât un nombre d'engins intercontinentaux qu'on évaluait à plusieurs dizaines. Le tir de contrebatterie, aux portées intercontinentales, n'était pas rentable; on ne risquait pas que la plus grande partie des engins enfouis dans les silos des États-Unis fussent détruits avant d'avoir pu être utilisés par un nombre du même ordre d'engins adverses, dont le complément aurait suffi ensuite à la destruction des grands centres démographiques et industriels.

Mais la conclusion ne s'étendait pas aux silos préparés pour un Blue Streak dans les Iles Britanniques. A ces distances du rideau de fer, l'écart moyen des coups que les silos étaient exposés à recevoir ne dépasserait certainement pas le kilomètre. Si l'on utilise le même engin de contrebatterie, en relevant la puissance de sa charge explosive dans la mesure où l'on aura réduit sa portée, cette charge peut atteindre 10 ou 20 mégatonnes; le rayon de destruction d'un silo par un engin percutant dépasserait alors largement le kilomètre. La contrebatterie devient rentable. A chaque coup tiré, un engin adverse est détruit. Il suffit ensuite d'une légère supériorité globale pour l'attaque des centres démographiques et industriels de l'adversaire qu'on vient de désarmer.

La mobilité de l'engin sol-sol

Toute la justification de la base en silos type Titan et Minuteman, repose sur deux chiffres : la dispersion inhérente au tir intercontinental de l'adversaire, la charge relativement faible de ses engins à pareille portée. En quelques années, le temps qu'il faut pour lancer et exécuter un programme, de telles données peuvent se modifier au point de lui retirer toute valeur.

Pour la troisième génération d'engins balistiques, le Midgetman, dont le programme a été présenté aux constructeurs depuis bientôt un an, la précision escomptée, avec un écart probable de l'ordre de 400 m, marque un progrès considérable sur les chiffres quatre à cinq fois supérieurs dont on avait fait état jusqu'ici. Peut-on supposer que cette précision accrue restera l'exclusivité des États-Unis ?

Les progrès possibles en puissance ne sont guère plus rassurants. La miniaturisation des charges, qui a permis l'allègement du Polaris et du Minuteman dans la gamme de quelques centaines de kilotonnes à la mégatonne, est-elle interdite aux techniciens de l'U.R.S.S. ? La première précision sur la puissance des charges nucléaires soviétiques a été donnée par le Maréchal Malinovski, dans le discours du 14 janvier 1960 où il souscrivait, au nom

des forces armées, à la réduction d'effectifs proposée le même jour par M. Khrouchtchev : à limite de portée, ses engins intercontinentaux étaient équipés d'une charge de 2 mégatonnes. Cette puissance ne dépasse pas et n'atteint même probablement pas celle des engins intercontinentaux américains de la même génération, Atlas et Titan. Mais le tir de contrebatterie que l'U.R.S.S. déclencherait sur les bases d'engins des États-Unis ne réclame pas les portées extrêmes de 12 000 à 14 000 km que l'un et l'autre pays ont revendiquées lors de leurs records successifs. Le plus court chemin vers les bases groupées dans les Montagnes Rocheuses ne passe pas au-dessus de l'Europe occidentale et de l'Atlantique, mais par le détroit de Behring et l'Alaska. Les portées de 4 000 à 5 000 km suffisent, au bénéfice de la charge explosive dont la puissance dépasserait alors les 6 à 7 mégatonnes qu'on attribue à l'Atlas et au Titan dans leur emploi à la moyenne des portées intercontinentales.

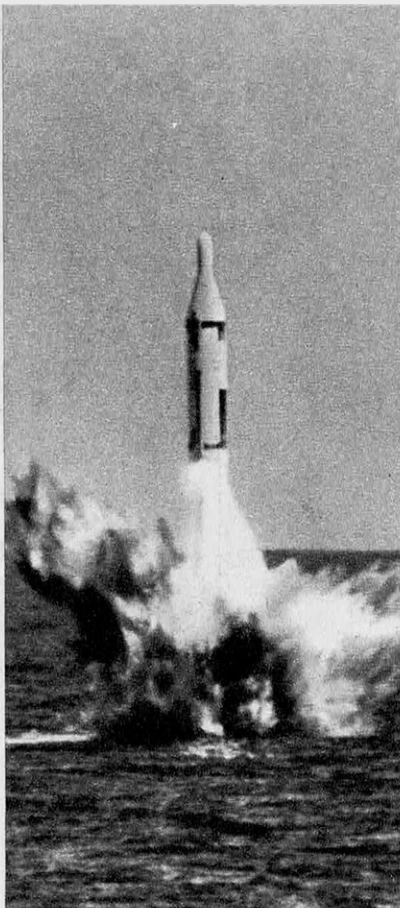
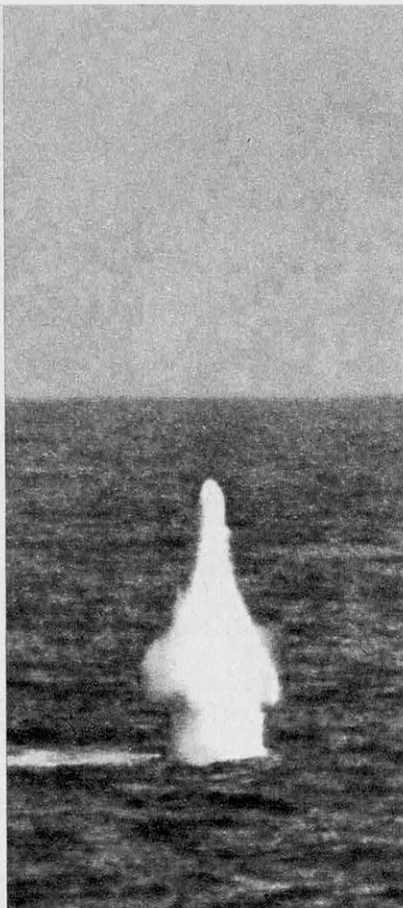
Devant la menace d'une charge de près de 10 mégatonnes tombant à quelque 400 m, la protection en silos perd toute efficacité.

L'U.S. Air Force, après avoir reconnu les insuffisances des silos dont elle achève le programme entamé déjà depuis quelques années pour l'Atlas et le Titan, a commencé le virage vers l'utilisation de l'énorme réseau ferré américain pour le Minuteman. Les 30 t de cet engin, et sa fragilité moindre que celle de ses prédécesseurs, autorisent le transport et le lancement à partir de wagons spécialement aménagés. Seule la première tranche du Minuteman sera donc installée en bases souterraines. La deuxième, accompagnée du personnel de service, roulera en permanence suivant un horaire inconnu de l'adversaire.

La même formule sera étendue au Midgetman, le successeur du Minuteman, dont l'allègement permettra le transport sur semi-remorques empruntant le réseau routier. Lors du lancement, l'avant-train moteur sera détaché de la remorque, considérée comme élément consommable, qui disparaîtra dans le jet de flammes du départ.

Le Polaris

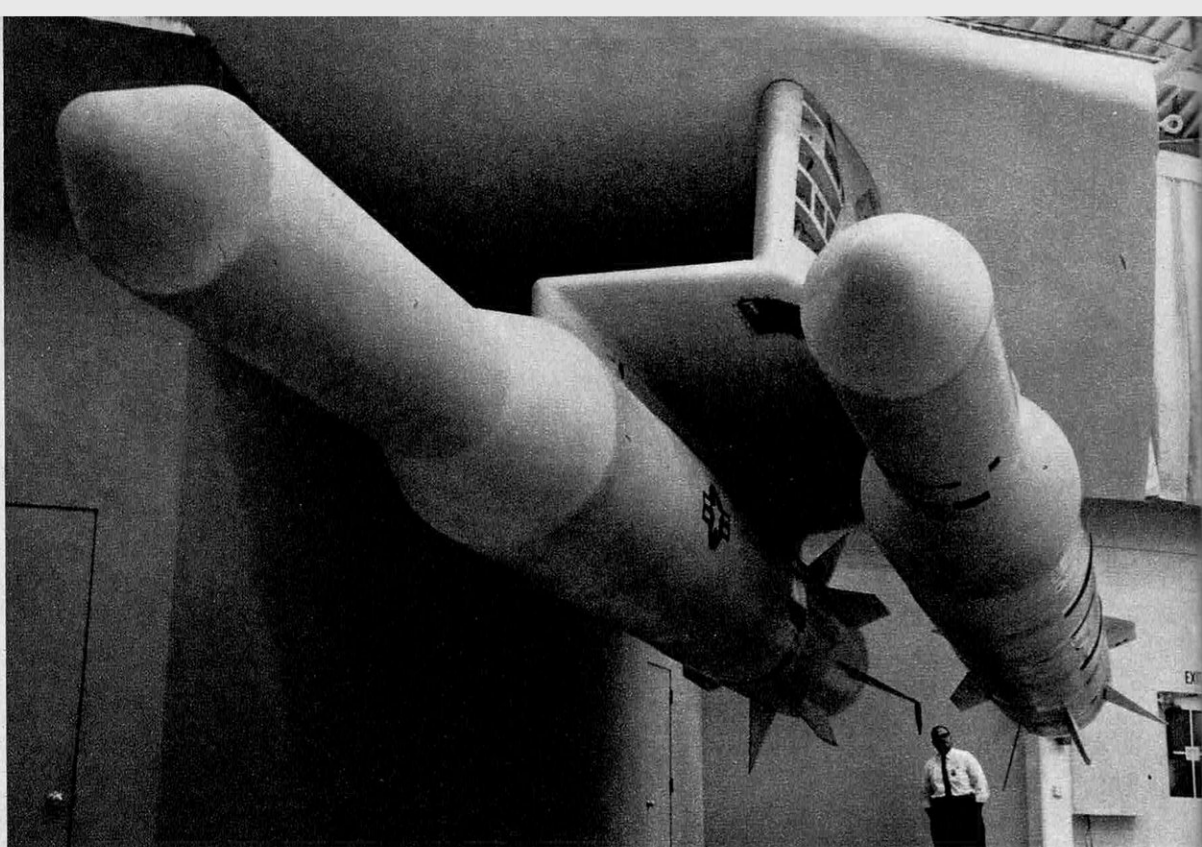
La base mobile n'est donc pas liée à l'emploi du sous-marin à propulsion atomique. Aussi bien le Minuteman et le Midgetman que le Skybolt, premier engin balistique air-sol, de grande portée, font la preuve qu'on peut adapter la mobilité à des matériels terrestres et aériens. Avec le Polaris, l'U.S. Navy n'en a pas moins été l'initiatrice dans ce domaine.



Sous-marins à engins Polaris en croisière

Les deux premiers sous-marins américains à propulsion atomique, équipés d'engins balistiques, le Patrick-Henry (ci-dessous, au premier plan) et le George-Washington, appareillent pour une croisière. Le lancement des engins, des Polaris de 13 t et 2 200 km de portée, relevée à 2 800 km sur une deuxième version et à 4 600 km sur une troisième, se fait en plongée. Le guidage est par inertie et la charge thermonucléaire. Chaque sous-marin atomique emporte 16 engins Polaris.





Au surplus le sous-marin atomique ne jouit pas seulement de la mobilité; il lui ajoute la protection et l'invisibilité qui en est le complément essentiel. Les avantages de cette solution mixte ont fini par retourner en faveur de l'engin l'opinion navale des États-Unis, qui n'y avait guère vu pendant dix ans que la plus grave des menaces contre le navire. Le 20 juillet 1960, aussitôt après le lancement de deux Polaris par le George Washington en plongée, l'amiral William F. Raborn, directeur des projets spéciaux de l'*U.S. Navy* et responsable de l'un et de l'autre, proclamait que la combinaison du sous-marin à propulsion atomique et de l'engin balistique à charge nucléaire était «l'événement le plus important dans le développement des armes depuis le premier vol des frères Wright.»

Cette affirmation, qui ne laisse qu'une place secondaire à la V-2 et à la bombe d'Hiroshima, a certainement été pesée. L'amiral Raborn ne doute pas en effet que les progrès de l'engin défensif interdisent au mieux escorté des bombardiers de renouveler la prouesse d'Hiroshima. Il est également persuadé, comme les dirigeants britanniques, que la base terrestre, même souterraine, ne peut protéger de la contrebatterie les engins qu'elle abrite. Le sous-marin se déplaçant en plongée pendant des mois sans laisser de trace représente au-

jourd'hui la seule force de dissuasion qui ne risque pas la destruction.

Sans attendre les premières croisières du George Washington porteur de son armement, l'*U. S. Navy* a donc repris, dès l'été 1960, l'ambitieux programme des 45 sous-marins de même type ou de type amélioré, à au moins 150 millions de dollars l'unité y compris leur armement de seize Polaris. Jusqu'alors neuf seulement avaient été commandés dont deux sont aujourd'hui en service et sept à divers stades de la construction. Le président Eisenhower s'est laissé fléchir; il a accordé l'autorisation de commande de cinq autres, et même un engagement de crédits pour douze au total en ce qui concerne les éléments d'approvisionnement les plus longs, comme la propulsion atomique.

Le Skybolt

Cependant, les sept à huit milliards de dollars demandés pour l'ensemble de ce programme naval ne pouvaient manquer de soulever l'opposition de l'*U.S. Air Force*.

Il lui était difficile de discuter économie et d'objecter que, dans cette combinaison de l'engin balistique et du sous-marin atomique, la part du véhicule l'emportait beaucoup sur celle de l'engin. Si le Polaris et son porteur reviennent à au moins dix millions de dol-

← Le Skybolt, engin air-sol

Engin balistique d'une portée de 1 600 km environ, le Douglas Skybolt, monté par groupes de deux sous les ailes d'un bombardier lourd, doit équiper les bombardiers stratégiques américains et britanniques.

lars l'unité pour un engin qui coûte beaucoup moins de deux millions de dollars, la répartition est du même ordre pour des Atlas et des Titan plus puissants, plus lourds et plus chers, qui, dans leurs bases souterraines dispersées, reviennent encore à quinze millions de dollars l'unité. Il fallait, pour l'*U.S. Air Force*, trouver un véhicule plus économique que le sous-marin : le choix porta sur les Stratofortereuses.

Les problèmes d'ordre technique n'ont été qu'une des moindres difficultés dans l'acceptation par l'*U.S. Air Force* de son premier A.L.B.M. (*Air Launched Ballistic Missile*), le Douglas Skybolt. C'est l'existence même des dizaines de milliers de bombardiers et de chasseurs du *Strategic Air Command* et du *Tactical Air Command* qui était mise en cause par l'adoption d'un engin balistique air-sol à grande portée.

Commander un engin qui, lancé à partir d'une plate-forme volante de position mal connue, encourrait le reproche d'une dispersion très supérieure à celle de l'I.R.B.M. ou de l'I.C.B.M., c'était reconnaître que la précision attribuée au lancement par un avion survolant son objectif n'était qu'une illusion, et qu'il n'avait pas plus de chances de pouvoir le survoler que de pouvoir le détecter. C'était reconnaître en même temps la véracité des avertissements répétés que multipliait alors M. Khrouchtchev, annonçant que l'U.R.S.S. abandonnait le bombardier pour l'engin ; c'était donc admettre l'inutilité de la détection et de l'interception qui faisaient l'orgueil de l'*U.S. Air Force*.

Après de longues hésitations, celle-ci accorda, en octobre 1957, un marché d'études à 14 constructeurs d'engins pour lui proposer un projet d'A.L.B.M. Elle multiplia, au cours de l'année 1958, les essais en vol pour préciser le programme. En janvier 1959, elle demanda à nouveau des propositions aux concurrents sur des bases plus solides et, le 26 mai de la même année, elle choisit Douglas comme titulaire du marché d'études définitif du WS-138 A Skybolt. Ce fut seulement en février 1960 que le marché d'études se transforma en une commande véritable du prototype, en cours de développement depuis. La première mise en service dans le *Strategic Air Command* est prévue pour 1964.

Les caractéristiques du Skybolt sont encore assez mal connues, en dehors de sa portée qui serait de 1 600 à 1 800 km et de sa charge explosive, de l'ordre de 2 mégatonnes. La portée, nettement inférieure à celle des F.B.M. (*Fleet Ballistic Missile*) Polaris, ne permettrait guère que l'attaque des objectifs assez peu profondément enfoncés dans un continent, d'autant que les B-52, à même distance d'une côte, sont beaucoup plus exposés qu'un sous-marin atomique à la détection et à la destruction par engin nucléaire.

Protection ou mobilité

Si l'on en juge par les programmes en cours d'exécution aux États-Unis, la protection a été presque complètement abandonnée au profit de la mobilité. La répartition des missions, lorsque le Skybolt entrera en service, confierait à l'engin air-sol les objectifs périphériques d'un continent, les plus nombreux d'ailleurs. Les objectifs plus profondément enfoncés seraient justiciables d'un Polaris. Enfin, le Minuteman à portée intercontinentale n'en laisserait aucun hors d'atteinte.

Avant de conclure que la protection est définitivement condamnée, il faudrait connaître la solution retenue par l'U.R.S.S., que malheureusement ni les investigations photographiques des U-2 au cours de leurs survols des territoires soviétiques, ni les autres méthodes plus discrètes n'ont encore permis de préciser. La faiblesse principale de la base souterraine est la connaissance de son emplacement par l'adversaire. Dans un pays comme l'U.R.S.S. où d'immenses étendues sont encore inaccessibles aux curiosités occidentales, la base souterraine exécutée par galeries de mine et puits ascendants non débouchés échapperait à toute détection. On a d'ailleurs soutenu, sans davantage de preuves, que le lancement des engins soviétiques à portée intermédiaire était prévu sur voie ferrée, à la manière des Minuteman, et celui des engins intercontinentaux à partir de bases mobiles sur les canaux et les fleuves. Le plus probable est l'acceptation simultanée des deux solutions, protection et mobilité, pour des engins qui pourraient être lancés indifféremment à partir des deux types de bases. Encore n'est-il pas exclu que, bien avant l'époque où le Minuteman circulera sur les voies ferrées des États-Unis et le Skybolt équipera les Stratofortereuses, l'U.R.S.S. aura comblé son retard probable en sous-marins à propulsion atomique et en engins adaptés à cet emploi.

Camille ROUGERON



**Ses tâches nouvelles
que pourraient pren**



L'AVIATION MILITAIRE EN 1961

**dans les formes multiples
des guerres modernes →**

«ON peut concevoir toutes sortes d'univers, a dit le général anglais J. F. C. Fuller, un des meilleurs stratèges de la dernière génération. Mais la seule chose qui soit inconcevable, c'est un monde sans guerre.»

Cette déclaration pessimiste s'appuie, hélas, sur une vue panoramique de l'histoire, et si nous considérons ce qui se passe autour de nous en Afrique et en Asie, nous ne saurions, tout en espérant un avenir meilleur, donner tort au général Fuller.

C'est que la guerre est essentiellement multiforme. Quand on arrive à la tuer sous un certain aspect, voici qu'elle reparait sous un autre. Et, de nos jours, son visage redoutable est triple : elle peut être nucléaire, classique (ou, comme on dit, « conventionnelle »), et enfin subversive ou révolutionnaire. Dans chacun de ces « secteurs », la guerre emploie des armes différentes. Mais, comme elle se déroule à la fois sur terre, sur mer dans les cieux — en y comprenant aujourd'hui ce qu'on appelle l'« espace » — l'Armée de l'Air se trouve concernée dans les trois cas.

La guerre nucléaire et la politique du «détterrent»

La forme de guerre que les peuples craignent par dessus tout — et avec raison — est la guerre nucléaire totale, celle qui ferait appel aux bombes thermonucléaires dont la puissance, qui théoriquement n'a pas de limite, ne cesse de s'accroître tout comme les calibres des canons de naguère. Comme la fabrication de ces bombes se poursuit (au moins chez les « deux grands ») depuis 1953, l'arsenal de chaque camp permet de détruire à peu près complètement l'adversaire.

La grande caractéristique de l'époque actuelle réside dans l'avantage énorme (on peut même dire total) que l'attaque a pris sur la défense. Celle-ci, déjà très difficile devant des avions modernes, est pratiquement impossible devant des engins sol-sol. Il en est résulté que le seul moyen d'éviter la destruction de notre civilisation est d'empêcher le déclenchement d'une telle « horreur » pour parler comme les Anglo-Saxons.

On arrive à cette première conclusion de la nouvelle logique nucléaire : les armées ont désormais pour but, non de gagner la guerre, ce qui est impossible (tout au moins tant qu'un des camps n'aura pas mis au point une défense efficace), mais d'empêcher la guerre d'éclater. Et comme le seul moyen de l'empêcher d'éclater est la peur des représailles, on en est arrivé à la théorie de l'« équilibre de la terreur ».

Ici, il faut revenir un peu en arrière. De 1945 à 1949, les États-Unis ont disposé seuls de la bombe atomique. Cette possession leur donnait une maîtrise militaire totale, comme le monde n'en avait jamais connu. Aucune des « armes absolues » du passé, éléphants de Pyrrhus, feu grégeois des Byzantins, arc des Anglais de Crécy et de Poitiers, canon de Charles VIII en Italie, couple char-avion de Hitler, n'avait pu donner à son détenteur la possibilité d'anéantir totalement et immédiatement son adversaire.

Pendant cette période du monopole, nous étions assurés, malgré l'énorme supériorité des Russes en armes conventionnelles (puisque'ils n'avaient pas démobilisé alors que l'Amérique avait débändé ses divisions avec une hâte vraiment imprudente), de ne pas subir d'agression, étant donné la terrible punition, en vérité mortelle, que nous pouvions faire subir à l'attaquant. Déjà à cette époque, cependant, certains pensaient que notre « matraque », le « big stick » comme on disait outre-Atlantique, était vraiment d'un maniement trop brutal. Hiroshima ou rien, tel était le dilemme. Et on commençait à se demander si une agression larvée de la Bulgarie sur la Grèce, par exemple, « vaudrait » vraiment une punition nucléaire. Aussi les Américains, assurés de l'impunité, commencèrent-ils à miniaturiser la bombe atomique, et ils y réussirent rapidement. Le concept de guerre atomique limitée aux armes atomiques tactiques, justiciables seulement du champ de bataille terrestre (un champ de bataille dilaté d'ailleurs à quelques centaines de kilomètres), commença à prendre forme. Et les constructeurs d'avions furent priés de construire des appareils capables d'agir dans l'enfer que serait alors le théâtre des opérations : ce fut l'origine du chasseur tactique léger et du concours de l'OTAN que remporta, comme on sait, le Fiat G-91.

La fin du monopole de l'arme nucléaire

Lorsqu'en 1949, à l'étonnement général, les Russes firent exploser leur premier engin atomique, on passa à la seconde période, celle où la supériorité des U.S.A., non seulement en nombre de projectiles, mais surtout en moyens de lancement, leur permettrait de penser qu'après une lutte aérienne rapide, tous les moyens de lancement de bombes russes seraient anéantis. Il suffisait que pendant ces quelques jours les armées terrestres fussent capables de contenir la ruée des armées rouges. Une fois la bataille nucléaire gagnée, tout était ter-

BOMBARDIERS (Voir pour la France page 66)

| Constructeur | Type | Envergure (m) | Longueur (m) | Poids total en charge (kg) | Moteurs (puissance ou poussée au décollage) | Vitesse max. (km/h) | Autonomie (km) | Plafond (m) | Équipage | Observations |
|------------------------|-----------------------|---------------|--------------|----------------------------|--|---------------------|----------------|-------------|----------|--|
| ÉTATS-UNIS | | | | | | | | | | |
| BOEING | B-52 G Stratofortress | 56,45 | 48,05 | 220 000 | 8 turboréacteurs Pratt et Whitney J-57 P-43 W de 6 240 kg | 1 040 | > 14 000 | > 15 000 | | Bombardier lourd à grand rayon d'action, aile en flèche, pressurisé. Peut emporter sous chaque aile un engin GAM-77 Hound Dog air-sol supersonique. La version B-52 H est équipée de turboréacteurs à double flux Pratt et Whitney TF-33. |
| CONVAIR | B-58 Hustler | 17,28 | 29,50 | 72 570 | 4 turboréacteurs General Electric J-79 de 7 100 kg avec postcombustion | M > 2 | | > 15 000 | 3 | Bombardier, aile en delta, sièges éjectables. Bombes, engins, contre-mesures électroniques dans containers divers à accrocher sous la cellule. |
| NORTH AMERICAN | B-70 Valkyrie | 35,05 | 51,85 | 250 000 | 6 turboréacteurs General Electric J-93 GE-3 de 15 000 kg avec postcombustion | M 3 | 12 250 | | 4 | Bombardier stratégique. Aile en delta. Peut lancer tous les types d'engins balistiques, bombes planantes à grande portée, etc. Prototype en construction. Cabine conditionnée. Sièges dans capsules étanches et éjectables. |
| DOUGLAS | B-66 Destroyer | 22,10 | 22,93 | 35 100 | 2 turboréacteurs Allison J-71 de 4 625 kg | 1 125 | > 3 200 | > 13 700 | 3 | Bombardier tactique dérivé du Douglas A-3 D. Aile en flèche à 36°. Cockpit pressurisé et conditionné. Sièges éjectables. Peut porter une bombe thermonucléaire, 2 canons de 20 mm en tourelle de queue. Versions diverses, reconnaissance photographique (RB-66), météo (WB-66). |
| GRANDE-BRETAGNE | | | | | | | | | | |
| AVRO | Vulcan Mk-2 | 30,19 | 29,61 | | 4 turboréacteurs Bristol-Siddeley Olympus 201 de 7 710 kg | | | | 5 | Aile en delta, version poussée du Mk-1. Peut porter un engin air-sol Avro Blue Steel à grande portée. Sièges des pilotes éjectables. |
| HANDLEY-PAGE | HP-80 Victor B-2 | 36,60 | 35 | | 4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway RCo-11 de 7 825 kg | | | | 5 | Bombardier à grand rayon d'action. Aile en croissant. Cabine pressurisée. Sièges des pilotes éjectables Martin-Baker. Peut porter un engin air-sol Blue Steel à grande portée. |
| VICKERS | TSR-2 | | | | 2 turboréacteurs Bristol-Siddeley Olympus de 15 000 kg avec postcombustion | | 3 000 | | | Bombardier léger et avion d'observation supersonique, devant décoller en 600 m. A l'étude. |
| U. R. S. S. | | | | | | | | | | |
| ILYUSHIN | Il-28 | 21 | 19 | 18 000 | 2 turboréacteurs VK-1 de 2 700 kg | 960 | 2 500 | 15 000 | 4 | Bombardier tactique construit aussi en Tchécoslovaquie. 4 canons de 23 mm, bombes. |
| | Il-140 | 18 | 22 | 30 000 | 2 turboréacteurs M-209 de 5 500 kg | 1 460 | 1 100 | | 3 | Bombardier moyen. Aile en flèche. Atterrissage avec parachute de freinage. 1 canon de 37 mm, roquettes air-air et air-sol, bombes. |
| MYASISCHEV | 37 | 52 | 50 | 160 000 | 4 turboréacteurs de 9 000 kg | 900 | 10 000 | 14 000 | 10 | Bombardier stratégique. Aile en flèche. Tourelles avec canons de 23 mm. 5 000 kg de bombes. Engin air-sol à grande portée. |
| TUPOLEV | Tu-16 | 34 | 39 | 80 000 | 2 turboréacteurs de 9 000 kg | 960 | 7 000 | 11 000 | | Bombardier stratégique. Aile en flèche à 40°. Versions diverses. |
| | Tu-20 | 54 | 47 | 160 000 | 4 turbopropulseurs de 12 500 ch | 855 | 15 000 | | | Bombardier géant, semblable au Tu-114 civil. |
| YAKOVLEV | | 25 | 31 | 40 500 | 2 turboréacteurs de 10 000 kg avec postcombustion | M 1,3 | | 20 000 | | Bombardier moyen supersonique. Aile en croissant. |

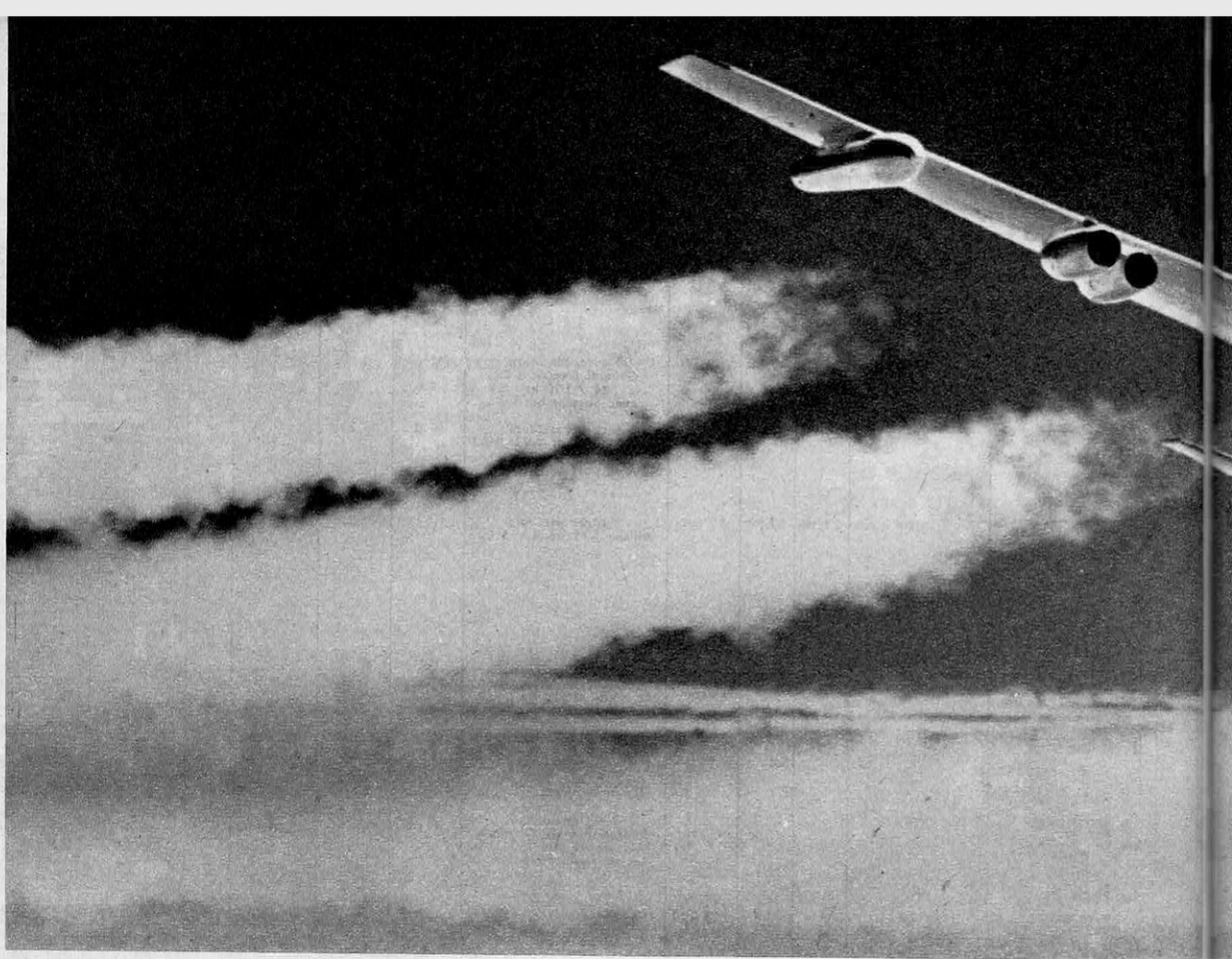
miné, puisque notre camp disposerait encore de nombreuses bombes et de nombreux « vecteurs » permettant d'annihiler l'ennemi, si par hasard il faisait mine de vouloir continuer une lutte désormais inutile. Donc, le camp occidental était encore relativement tranquille, et le S.A.C. (Strategic Air Command) jouait brillamment le rôle de gardien de la paix, comme la flotte de guerre anglaise pendant le XIX^e siècle. C'est que les engins sol-sol à longue portée n'étaient pas encore entrés en lice. La défense aérienne, quoique difficile, était encore concevable. Le principal était d'avoir le plus grand nombre de pro-

jectiles et les « vecteurs » les plus rapides et allant le plus loin.

Cette période, moins confortable que la première, mais tout de même acceptable, ne dura pas longtemps. Avec la bombe H soviétique et le premier I.C.B.M. russe, suivi de près par le premier Spoutnik, le dogme de la supériorité automatique de l'Occident en matière scientifique s'effondra. Tout au plus pûmes-nous nous targuer de la parité exprimée par l'équation suivante :

$$\text{I.C.B.M. américains} + \text{S.A.C.} \\ = \text{I.C.B.M. russes,}$$

et comme la défense contre avions ne cessait



↑
LE BOEING B-52 STRATOFORTRESS, dont plus de 700 unités ont été livrées à l'U.S. Air Force en diverses versions et qui est toujours en production, est un bombardier à très grand rayon d'action pesant 220 t en charge et équipé de huit turboréacteurs. Son équipage est de six hommes en cabine pressurisée.

de faire des progrès, le terme S.A.C. diminuait peu à peu. Pour maintenir la parité, il fallait que les Américains remplissent au plus vite le « missile gap ». Ils s'y employèrent de leur mieux.

Nous vivons actuellement cette période de la parité. Les deux adversaires sont capables de se détruire mutuellement.

La politique de défense est donc une politique de dissuasion. « Si tu m'attaques, je te tue avant que tu n'aies fini de me tuer. »

Cette politique dite de « deterrence », pour employer un mot anglo-saxon à la mode, postulait la possibilité de « tuer » l'adversaire. C'était donc une politique de « deterrence absolue » et elle ne pouvait être pratiquée que par de très grands pays, capables d'en posséder les instruments.

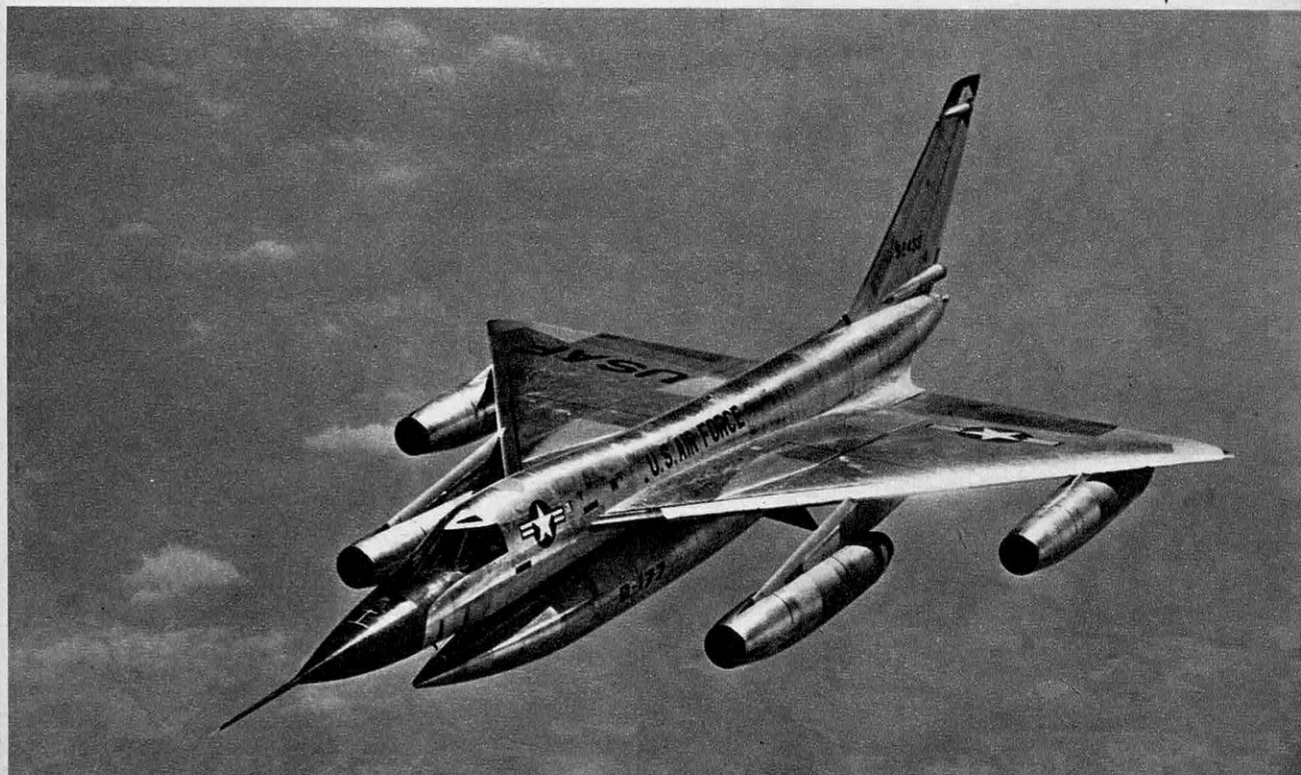
Naturellement ces instruments étaient des instruments aériens, et les bombardiers stratégiques restèrent au début les rois de la guerre future. L'époque des gros multimoteurs à

piston type B-36 passa vite avec l'entrée en jeu de la réaction. Mais cette dernière, qui permettait l'augmentation de la vitesse, qualité maîtresse des appareils aériens, eut, dans un premier temps, l'inconvénient majeur de diminuer singulièrement le rayon d'action, étant donné l'augmentation formidable de consommation de carburant qu'elle postulait. Ce fut l'époque où les États-Unis jouèrent la carte des bases alliées avec lesquelles ils ceinturèrent l'U.R.S.S., bases qui étaient placées assez près des objectifs soviétiques pour être justiciables des bombardiers à réaction de l'époque. On essaya aussi des palliatifs, le plus efficace étant le ravitaillement en vol qui est utilisé encore aujourd'hui.

Parallèlement, les engins poursuivaient leur croissance. Leur distance franchissable, leur probabilité de fonctionnement et surtout leur précision ne cessaient de croître. Dans les premières bases de lancement américaines, à Vandenberg par exemple, les engins inter-



LE CONVAIR B-58 HUSTLER est un bombardier moyen quadriréacteur à aile en delta qui, dès ses premiers essais, a volé à plus de Mach 2 (2 220 km/h) à 15 000 m d'altitude. Il peut emporter des systèmes d'armes divers (y compris charges nucléaires) dans des containers détachables fixés sous la cellule,





continentaux n'étaient ni dispersés, ni protégés. Lorsque la précision des engins adverses fit craindre qu'ils ne fussent détruits à la première salve puisque, par définition, nous laissons l'ennemi tirer le premier (comme M. d'Auberoche à Fontenoy), on songea à les mettre en silo, avec une bonne épaisseur de béton comme couvercle. Naturellement aussi, on pensa à les disperser. Mais, ces mesures parurent vite insuffisantes et on songea alors au « salut par le mouvement ». La marine, la première, entra dans cette voie avec les sous-marins munis d'engins I.R.B.M. type Polaris. L'armée de terre, de son côté, ressuscita le principe de l'artillerie lourde sur voie ferrée. Qu'allait faire l'aviation ? appliquer le même système : les progrès surprenants de la navigation Doppler et de la navigation à inertie permettent de concevoir le lancement d'un engin à longue portée à partir d'un bombardier se promenant à quelque Mach 2 ou 3. Les difficultés à vaincre ne sont pas plus grandes que dans le cas du Polaris. D'où le B-70 à Skybolt.

Quoi qu'il en soit, à l'heure actuelle, on peut dire que les deux grands restent capables d'appliquer la dissuasion absolue, c'est-à-dire

d'anéantir leur adversaire après avoir absorbé la première attaque par surprise.

Une force aérienne de dissuasion absolue, comme l'U.S. Air Force comprend à la fois des avions et des missiles. Pourquoi encore des avions ? D'abord parce qu'ils existent et qu'ils ont coûté très cher. Ensuite parce que le système base mobile peut leur donner un surcroît de vie. Enfin, il faut le reconnaître, parce que la présence de l'homme à leur bord permet de résoudre des problèmes d'imprévu encore insolubles par le robot. S'il y a peu de ces problèmes en guerre stratégique, et il y en a cependant, car nous connaissons bien mal la Russie malgré les vols du type U-2 et les photos des premiers satellites d'observation, il y en a de nombreux sur le champ de bataille et, en général, toutes les fois qu'il s'agit de combats des hommes contre des hommes et non pas d'écraser des grandes villes ou des ouvrages d'art.

LE HANDLEY-PAGE VICTOR est un bombardier moyen à aile en croissant et à grand rayon d'action de la R.A.F. La version B-2 est équipée de turboréacteurs Conway de 7 825 kg de poussée. →



← **L'AVRO VULCAN Mk-2**, livré depuis juillet 1960 au Bomber Command de la R.A.F., est à aile en delta avec quatre réacteurs Olympus. Il peut porter, comme le H.P. Victor, un engin Blue Steel.

L'U.S. Air Force 1961, exemple d'une force stratégique

Le Strategic Air Command est encore la première ligne de défense du monde libre. Il comprend à la fois des unités d'avions et des unités de missiles, et il est certain que la proportion ne cessera de se modifier en faveur de ces derniers.

Pour l'instant, le S.A.C. du général Powers, successeur du fameux général Le May, compte environ 1 250 bombardiers moyens à réaction type B-47 hexamoteurs qui ont un rayon d'action de quelque 4 800 km et une vitesse dépassant 950 km/h, et plus de 450 bombardiers B-52 octoréacteurs (vitesse 1 050 km/h, rayon d'action 9 000 km). Les B-58 supersoniques entrent actuellement en service pour remplacer les B-47 périmés. La vitesse de cet appareil qui peut suivant chaque mission recevoir un équipement différent (théorie du « système d'armes ») dépasse 2 200 km/h.



Ces bombardiers pilotés sont organisés en Air Forces : la 15^e (Q. G. en Californie), la 2^e (Q. G. en Louisiane) et la 8^e (Q. G. au Massachusetts). La 16^e Air Force est basée en Espagne, la 7^e Division aérienne en Grande Bretagne et la 3^e Division aérienne à Guam, au milieu du Pacifique.

Quant aux bases, le S.A.C. en réclame un nombre toujours plus grand pour pouvoir réaliser la dispersion la plus efficace. Aux États-Unis mêmes, le chiffre est monté de 40 à 50 entre 1959 et 1960. Sur une seule base, il est interdit de déployer plus de 45 bombardiers B-47 et plus de 15 bombardiers B-52 (ce qui forme un « wing » stratégique). Ajoutons qu'un huitième des appareils du S.A.C. peuvent être mis en alerte en vol, et que ce chiffre peut être doublé en cas de tension internationale.

Pour ravitailler ces bombardiers, il faut une flotte de « tankers ». Le S.A.C. possède 120 KC-135 dont la vitesse atteint 900 km/h et un certain nombre de KC-97 plus lents.

La 1^{re} Division de missiles est dotée de fusées Atlas et Titan dont les performances sont bien connues. Le programme actuel de l'Air Force lui permet de créer treize « squadrons » d'Atlas et quatorze de Titans. Les premiers I.C.B.M. opérationnels sont, chose

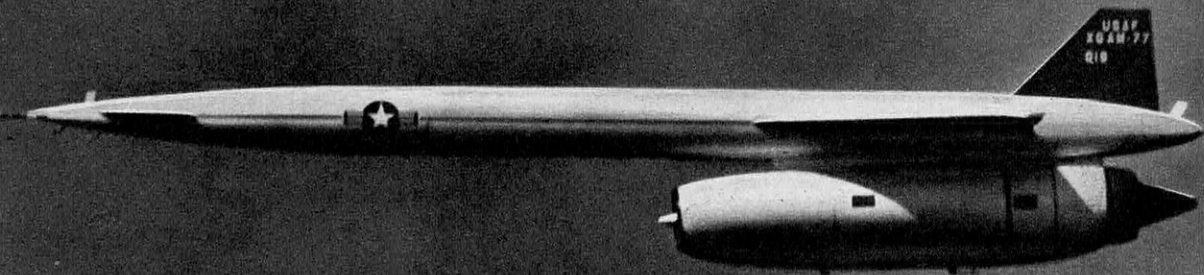
curieuse pour le profane, installés sur la côte Ouest des U.S.A. au Wyoming et en Californie. Il faut toujours se souvenir que la Terre est ronde ! Cependant, sur la côte Nord-Est des États-Unis sont installés les squadrons de Snark, le bombardier sans pilote, déjà rendu périmé par les missiles, mais qui, bien au point maintenant, porte sa charge atomique à plus de 8 000 km à une vitesse approchant celle du son.

Bien entendu, les B-52 sont munis d'un engin air-sol, le Hound Dog, qui est opérationnel et qui a une portée de plus de 1 100 km à vitesse supersonique. Tout le monde sait avec quelle hâte on attend son successeur, le Skybolt, auquel s'intéresse l'Angleterre depuis que, pour des raisons surtout pécuniaires, elle a dû abandonner la construction du Blue Streak. Le Skybolt, qui aura près de 2 000 km de portée, pourra être transporté par les B-52 et, moyennant certains aménagements, par les bombardiers V britanniques.

Pour le moment, le Bomber Command arme ses Vulcan, Victor et Valiant soit de bombes atomiques anglaises classiques, soit de la bombe guidée et autopropulsée Blue Steel dont la portée est d'environ 650 km.

Cet inventaire du deterrent allié ne serait pas complet si nous passions sous silence les





LE GAM-77 HOUND-DOG est un engin air-sol à longue portée destiné à des bombardiers B-52. De vitesse largement supersonique avec son turboréacteur J-52 de 3 650 kg de poussée et guidé par inertie, il peut attaquer à 1 000 km de distance des objectifs stratégiques justifiables d'une bombe thermonucléaire.

flottes américaines qui comportent toutes un noyau de porte-avions, ceux-ci ayant, depuis la dernière guerre, remplacé les cuirassés comme « capital ships ». La 1^{re} Flotte est basée sur la côte Ouest, et est destinée à renforcer la 7^e qui navigue depuis des années dans le détroit de Formose. La 6^e Flotte est en Méditerranée. Quant à la 2^e, dite « Force de frappe atlantique », elle est de beaucoup la plus importante et constitue un des atouts maîtres de l'O.T.A.N.

Les bases d'engins balistiques

Enfin, nous avons parlé tout à l'heure du « missile gap » et de la nécessité provisoire où se trouvaient les Américains d'avoir des bases rapprochées de leur adversaire. Cette nécessité s'est transposée sur le terrain des missiles, les I.R.B.M. étant bien entendu sortis les premiers parce qu'ils posaient moins de problèmes. On sait que cette histoire a fait couler beaucoup d'encre et que plusieurs pays, dont la France, ont refusé l'installation de telles bases d'I.R.B.M. Néanmoins il existe actuellement quatre bases de Thor en Grande-Bretagne, sous le régime de la double clef, c'est-à-dire que, pour déclencher le tir, il faut l'accord à la fois de l'Angleterre et des U.S.A.; deux bases de Jupiter en Italie, qui sont sous le contrôle unique de l'O.T.A.N. (général Norstad, commandant suprême). Enfin une base de Jupiter est en projet en Turquie avec le même statut (responsabilité unique de l'O.T.A.N.). En principe, chaque base compte quinze missiles. Les progrès

réalisés dans la précision du tir des fusées rend pessimiste sur le sort de ces bases, placées à proximité, si l'on peut dire, des bases d'attaque russes. Elles pourraient bien être détruites complètement à la première attaque. En conséquence, il est probable que, dès que les Américains auront suffisamment d'I.C.B.M. opérationnels, ils n'insisteront pas plus pour les garder qu'ils n'insisteront pour leurs terrains d'aviation « périphériques » qui paraissaient absolument nécessaires il y a peu d'années encore.

La politique du « deterrent collectif »

Pendant la période du monopole et celle de la supériorité américaine en bombes et en vecteurs, les alliés des U.S.A. pouvaient dormir sur leurs deux oreilles. L'O.T.A.N. en particulier déclarait, par la voix du maréchal Montgomery, que toute agression contre un pays de l'alliance, et de quelque forme qu'elle fût, provoquerait l'emploi des armes de destruction massive. Mais, à partir de 1957, lorsqu'on fut absolument obligé de convenir, devant les succès des Russes, que nous étions arrivés pour le moins à la parité, la situation changea du tout au tout. On pouvait se demander légitimement si une agression contre un pays allié des U.S.A. déclencherait automatiquement l'emploi des bombes nucléaires. En les employant sur la Russie, les Américains recevraient à leur tour la contre-attaque nucléaire dont on sait qu'elle est quasi mortelle. En d'autres termes, peut-on obliger moralement un état à employer, pour défendre un allié, une arme qui peut provoquer son suicide. Une grande inquiétude s'empara alors des pays jusqu'alors protégés par les U.S.A., et chacun chercha des solutions au terrible problème.

← **L'ENGIN BLUE STEEL** doit être l'armement standard des versions Mk-2 des bombardiers stratégiques britanniques. Long de 10 m et portant une charge thermonucléaire, il serait lancé sur les objectifs terrestres à quelque 500 km de distance.



La première solution qui vint à l'esprit fut celle du «*détterrent collectif*». En effet, si on veut disposer d'un *détterrent* absolu, c'est-à-dire d'un *détterrent* capable de «*tuer*» l'adversaire, son importance ne dépend nullement des ressources et de la grandeur de celui qui le possède, mais, au contraire, de la taille, de la population et des objectifs du pays «*à tuer*». La puissance d'un *détterrent* absolu sera donc la même, qu'il appartienne à une seule nation ou à un groupe de nations. Il y avait donc, en ce qui concerne l'Europe occidentale, la solution d'un *détterrent* européen, à la fabrication duquel auraient participé plusieurs nations, dont la France, ou la solution de l'O.T.A.N. puissance atomique, qui pouvait paraître plus facile, du fait que l'O.T.A.N. existe, tandis que l'Europe n'existe pas encore. Mais on s'aperçut vite que tous les problèmes de fabrication et d'emploi de l'arme atomique étaient sous-tendus par des préalables politiques. En fait, et on peut peut-être le regretter, aucune de ces deux solutions n'a jusqu'ici abouti.

La politique du «*détterrent proportionnel*»

Comment donc les nations moyennes, pour qui serait très difficile, sinon impossible, la création par elles seules d'un *détterrent* absolu, allaient-elles pouvoir résoudre la question ? Les nouveaux «*logiciens nucléaires*» leur fournirent vite la réponse. Ce que nous voulons, dirent-ils, c'est dissuader l'ennemi de

nous attaquer. Or, lorsqu'on engage une action, on pèse le pour et le contre, c'est-à-dire, dans le cas considéré, les avantages que peut procurer la déclaration de guerre à, mettons la Norvège, et les inconvénients, c'est-à-dire les pertes que cette action va nous causer. L'occupation de la Norvège va nous donner la possibilité pour nos sous-marins d'opérer facilement en mer du Nord et dans l'Atlantique. Mais nous pouvons déjà y entrer par la mer Blanche : ce sera donc surtout une commodité de plus. Nous aurons aussi des terrains d'aviation bien placés. Mais ceci a peu d'importance à l'époque des fusées intercontinentales. Par contre, nous savons que la Norvège dispose de vingt I.R.B.M. à tête atomique, que nous ne pourrions pas détruire tous à la première attaque étant donné que les sites de lancements se trouvent protégés par leur position dans les montagnes où ils sont enterrés. Les 12 I.R.B.M. rescapés peuvent détruire probablement neuf de nos grandes villes. Avons-nous le droit de risquer de pareilles destructions, étant donné les minces avantages que peut nous rapporter l'agression ? La réponse est non. Nous n'attaquerons donc pas. Telle est la théorie du *détterrent* proportionné à l'enjeu.

Cette théorie vaut ce qu'elle vaut. Elle suppose en particulier que les hommes d'État gardent toujours la tête froide, et soient capables de poser correctement les termes d'une terrible équation d'où doit sortir la paix ou la guerre. Et il suffit de lire l'histoire

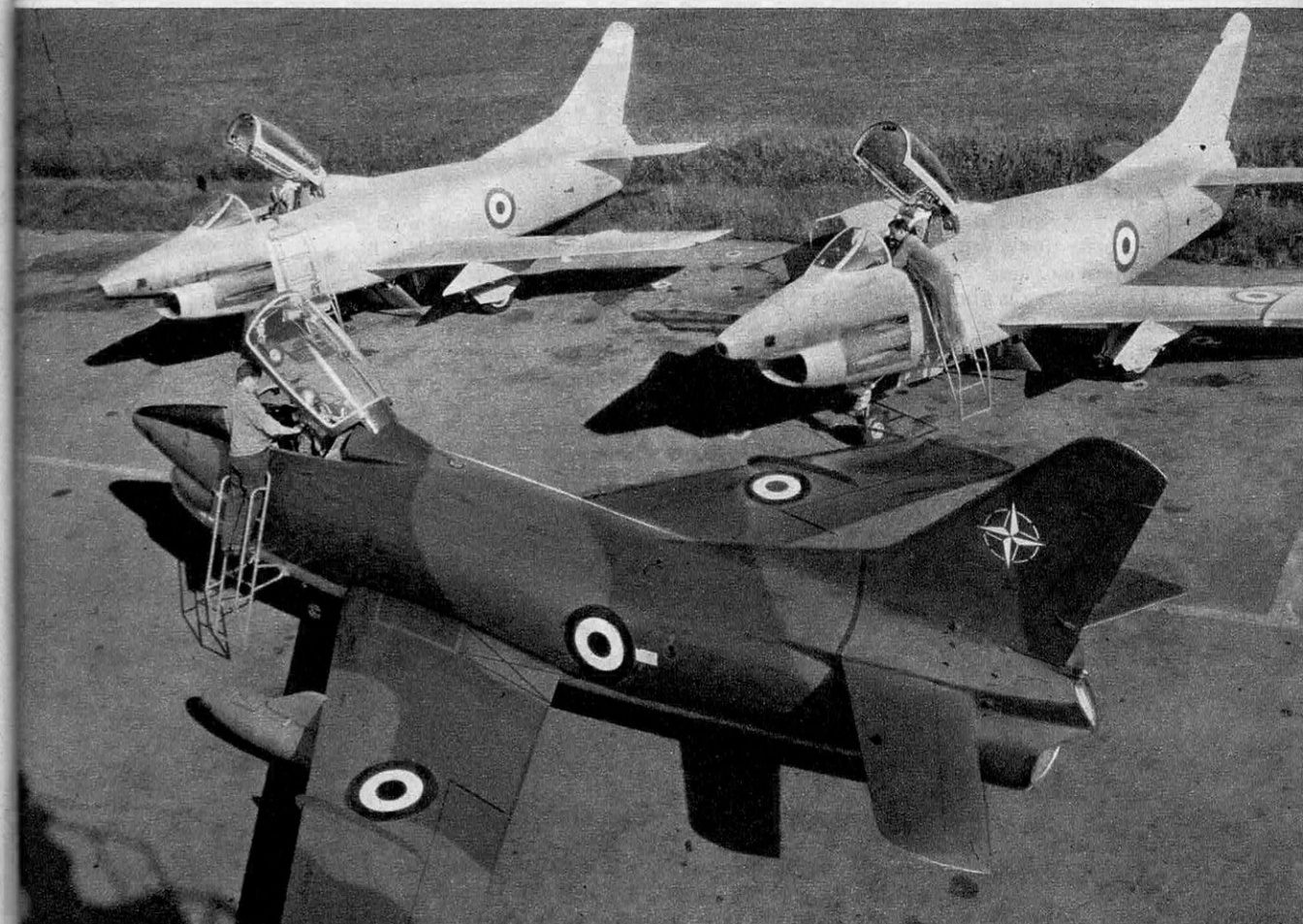


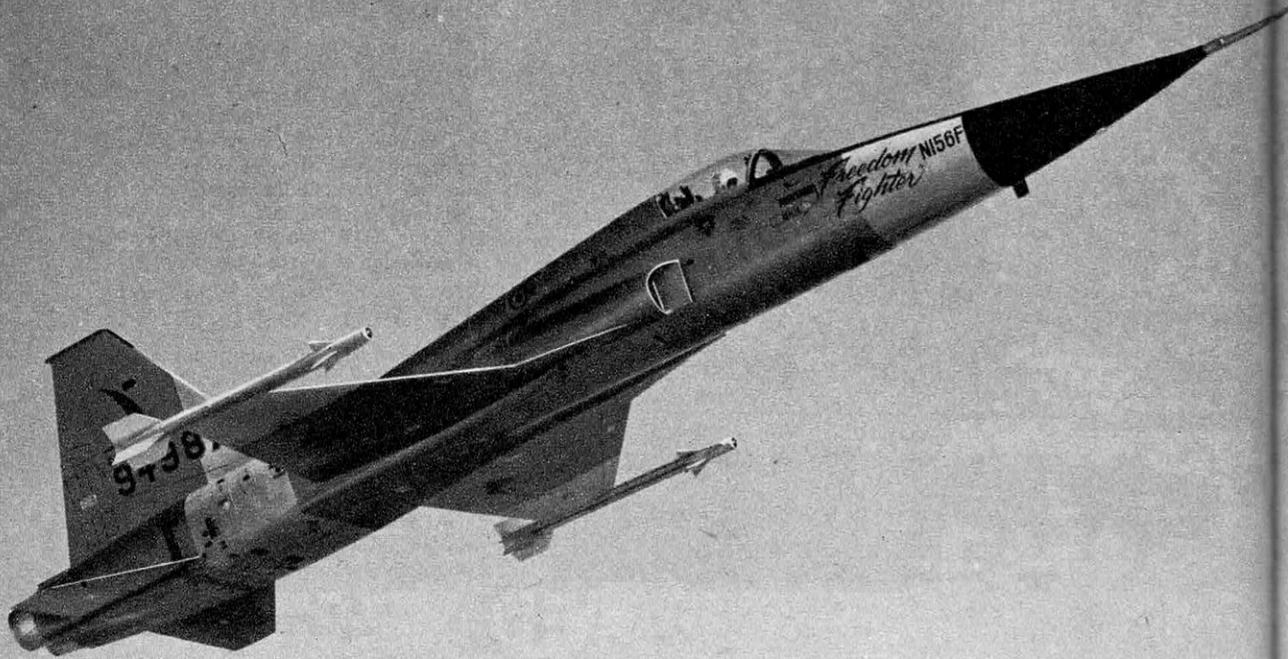
← F-104 Starfighter

Cet intercepteur, qui peut dépasser Mach 2 à haute altitude, n'est plus livré maintenant à l'U.S. Air Force où de nombreuses unités sont en service dans le Tactical Air Command, mais est construit sous licence au Canada et surtout, pour l'Europe, en Allemagne fédérale, en Belgique et aux Pays-Bas. Il peut être équipé d'engins air-air Sidewinder et existe en version biplace.

Le Fiat G-91

C'est le chasseur tactique retenu en 1957 pour l'O.T.A.N. d'après son programme de chasseur léger et d'avion d'attaque au sol. Il est entré en service dans les armées de l'air italienne, grecque et turque et dans la Luftwaffe (l'Allemagne fédérale le construit sous licence). Il est armé de mitrailleuses de 12,7 mm ou de canons de 30 mm, de bombes et d'engins air-air guidés ou non.





LE NORTHROP N-156 F FREEDOM FIGHTER a été conçu pour utiliser des terrains courts, avec éventuellement lancement par fusées auxiliaires ou même sur rampe. Il peut être équipé pour la reconnaissance photographique ou en intercepteur armé d'engins divers air-air ou air-sol. Il dépasse largement Mach 2.

pour voir que, dans certaines périodes, les hommes, quels qu'ils soient, perdent littéralement la tête.

Cependant, la théorie du deterrent proportionnel a autorisé plusieurs nations de puissance moyenne à se lancer dans la fabrication du deterrent atomique : citons l'Angleterre et la France. Vient alors le choix du « vecteur ».

Les Anglais, on le sait, ont mis d'abord en service leurs bombardiers V, puis ont tenté de fabriquer l'I.R.B.M. Blue Streak. Actuellement, ils misent sur le Skybolt que l'Amérique a promis de leur livrer. Pour la France, le vecteur premier est le Mirage IV, dont les performances sont très belles, mais qui a un rayon d'action peut-être un peu juste pour que les grands objectifs puissent être atteints. Mais on compte augmenter ce rayon d'action, qui doit être porté à 2 400 km pour être convenable, grâce au ravitaillement en vol d'abord, grâce à l'utilisation d'un engin air-sol français ensuite.

D'ailleurs, disent curieusement les nouveaux logiciens nucléaires, peu importe la façon dont le Mirage ira livrer sa bombe; même en mission sans retour, le seul fait qu'il soit obligé de décoller sera la preuve que la

politique de dissuasion aura échoué. En effet, par principe, nous n'attaquerons jamais les premiers. Si donc les Mirages décollent, c'est que l'attaque atomique ennemie aura commencé ! En principe, notre force de dissuasion n'aura jamais à servir. Il suffit que l'ennemi sache qu'elle est capable de lui faire subir certaines pertes. Par conséquent, la mission sans retour est parfaitement légitime, puisqu'elle ne sera sans doute jamais exécutée. D'ailleurs, où voudriez-vous que le Mirage revienne se poser ? La première attaque ennemie aurait pour résultat certain de détruire toutes les bases aériennes. Bienheureux déjà celui qui pourra faire décoller sa force de représailles.

On voit à quelles acrobaties intellectuelles amène la nouvelle logique nucléaire. Les généraux orthodoxes continuent à penser qu'il faut augmenter le rayon d'action du Mirage IV, et qu'une force de dissuasion, si évidemment elle est faite pour empêcher la guerre, doit aussi, si par un hasard malheureux celle-ci se déclenchait, être capable de la livrer correctement.

Mais les nations moyennes comme la France et l'Angleterre n'ont pas renoncé à la fabrication du vecteur fusée, malgré toutes



← **CE PROJET DE BELL** dont on voit la maquette serait un chasseur à décollage et atterrissage verticaux. Deux réacteurs pivotent en bouts d'ailes, deux éjectent horizontalement à l'arrière et deux autres verticalement à l'avant. Il volerait à Mach 2 et monterait à 18 000 m.

espère sortir avant 1970 un I.R.B.M. français à deux étages, à propulsion à poudre, ayant 3 500 km de portée avec une bombe atomique miniaturisée comme charge militaire.

Quoi qu'il en soit, tout le monde espère que le cauchemar de la guerre atomique totale ne se réalisera jamais.

La guerre atomique limitée

Par contre, beaucoup d'écrivains militaires occidentaux, parmi lesquels on peut citer Kissinger et Liddell Hart, ont longtemps considéré sans désespoir la possibilité d'une guerre atomique limitée, c'est-à-dire d'une guerre où les deux belligérants se priveraient volontairement de l'emploi des bombes atomiques stratégiques, tout en ayant « le droit » de se servir, dans les limites du champ de bataille, des bombes atomiques dites tactiques.

Beaucoup d'autres écrivains par contre estiment que la guerre atomique limitée est un leurre, tout au moins qu'elle ne durera

les difficultés techniques et financières que cela comporte. Récemment Hawker-Siddeley et la société française S.E.R.E.B. (Société pour l'Étude et la Réalisation d'Engins Balistiques) ont publié en commun un rapport qui montre que, non contentes de chercher à réaliser des engins balistiques, elles pensent déjà aux satellites : satellite de télécommunication, satellite de navigation et enfin satellite anti-satellite. La S.E.R.E.B. qui, chapeautée par l'État, groupe la plupart des grandes firmes françaises d'aviation,

1. Prise de pression.
2. Cône en plastique diélectrique pour le radar.
3. Gueule du canon.
4. Turbine à air de refroidissement.
5. Canon General-Electric « Vulcan » de 20 mm à six tubes rotatifs.
6. Trappe d'accès de la batterie principale, avec antenne Doppler noyée.
7. Antenne escamotable de ravitaillement en vol.
8. Compartiment d'éjection des douilles.
9. Collimateur-radar.
10. Rétroviseurs sur chaque côté de l'arceau du pare-brise.
11. Siège éjectable.
12. Verrière.
13. Poignée d'éjection du cockpit.
14. Réservoir de fuselage N° 1.
15. Entrée d'air à géométrie variable.
16. Réservoir de fuselage N° 2.
17. Bord d'attaque à cambrure conique.
18. Tube de pitot.
19. Orifices de remplissage par gravité des réservoirs pendulaires.
20. Feu de navigation.
21. Roue avant orientable.
22. Phare d'atterrissage.

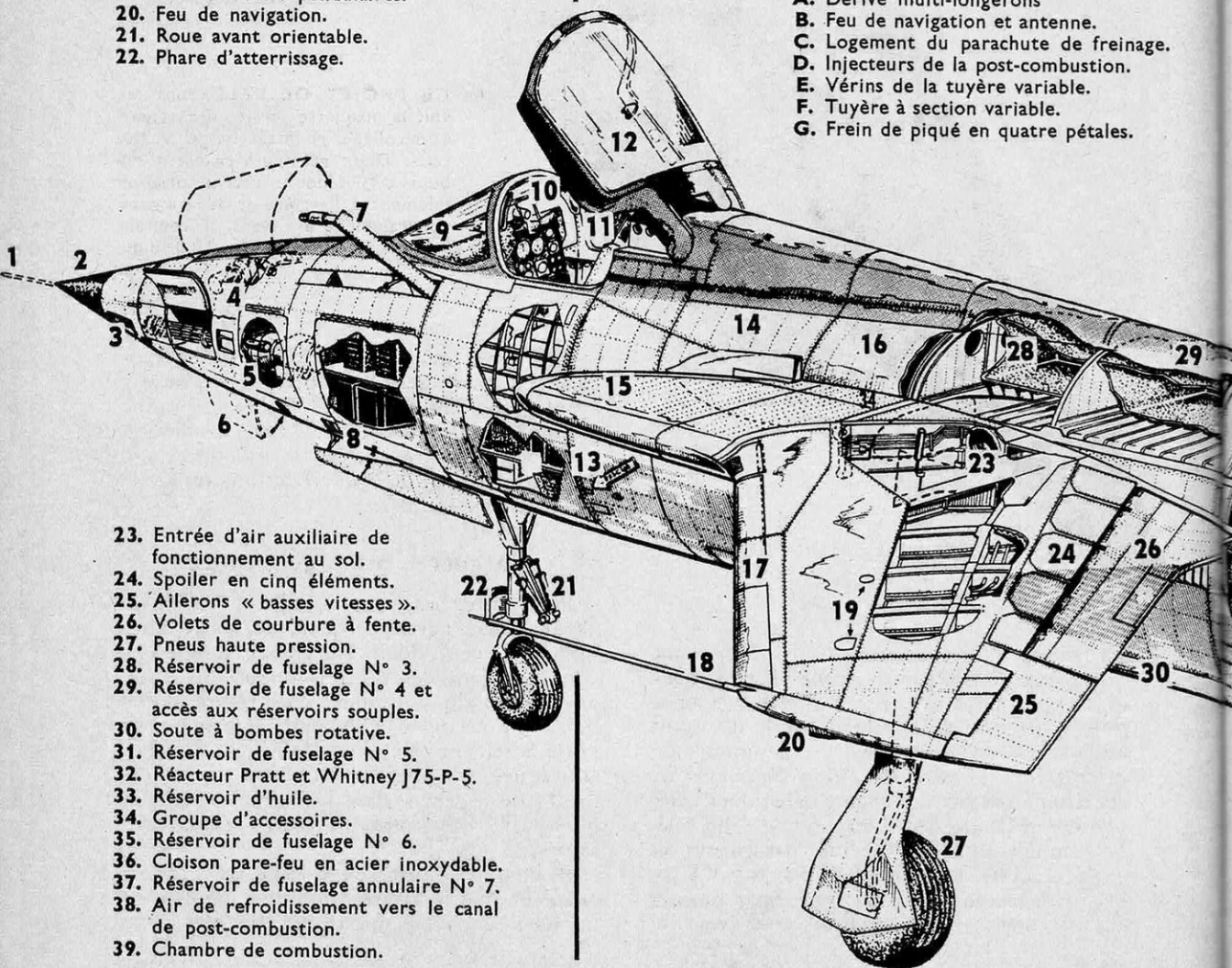
pas longtemps. C'est ce que l'un d'entre eux a appelé le « processus de l'escalade ». Si une guerre atomique limitée se déclenche, celui des belligérants qui aura le dessous sera irrémédiablement tenté d'employer « la peinture au-dessus », c'est-à-dire une bombe plus puissante.

Peu à peu, on s'acheminerait vers la guerre atomique totale.

Quoi qu'il en soit, à l'heure actuelle, toutes les armées terrestres du monde disposent d'un armement atomique tactique et on étudie dans les écoles de guerre les règles de ce nouveau « jeu ». Il semble que l'arme atomique favorise la défense parce que, pour attaquer, il faut évidemment se concentrer, donc devenir un but atomique, tandis que la

- A. Dérive multi-longerons
- B. Feu de navigation et antenne.
- C. Logement du parachute de freinage.
- D. Injecteurs de la post-combustion.
- E. Vérins de la tuyère variable.
- F. Tuyère à section variable.
- G. Frein de piqué en quatre pétales.

23. Entrée d'air auxiliaire de fonctionnement au sol.
24. Spoiler en cinq éléments.
25. Ailerons « basses vitesses ».
26. Volets de courbure à fente.
27. Pneus haute pression.
28. Réservoir de fuselage N° 3.
29. Réservoir de fuselage N° 4 et accès aux réservoirs souples.
30. Soute à bombes rotative.
31. Réservoir de fuselage N° 5.
32. Réacteur Pratt et Whitney J75-P-5.
33. Réservoir d'huile.
34. Groupe d'accessoires.
35. Réservoir de fuselage N° 6.
36. Cloison pare-feu en acier inoxydable.
37. Réservoir de fuselage annulaire N° 7.
38. Air de refroidissement vers le canal de post-combustion.
39. Chambre de combustion.



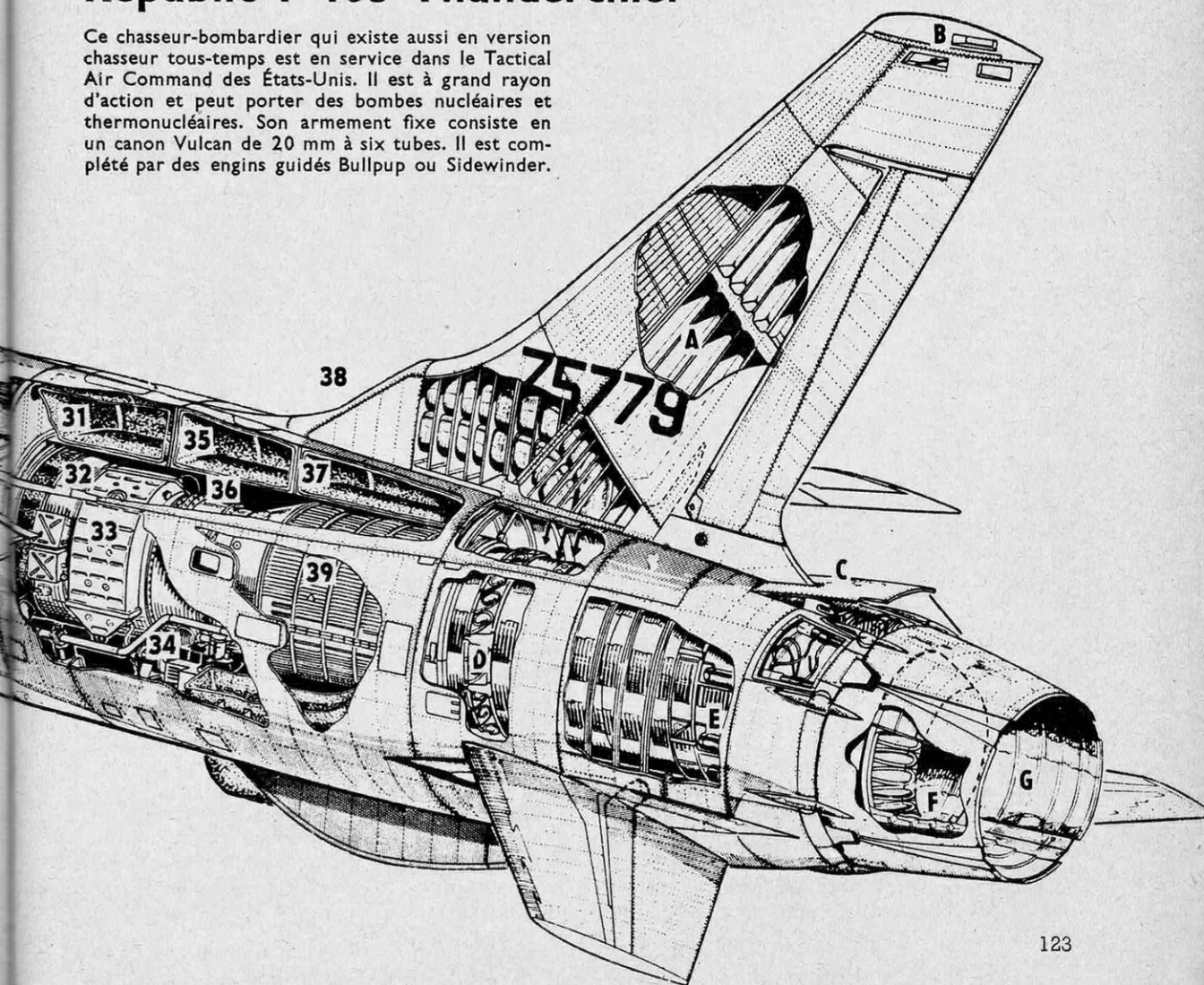
défense peut (et doit) rester diluée et bien protégée.

Tout ceci est bon pour les forces terrestres. Mais quel sera le rôle des forces aériennes tactiques sur un champ de bataille où éclateront sans arrêt des bombes nucléaires, et où aucun aérodrome ne pourra rester sain pendant plus d'une journée. C'est ici que, de nouveau, apparaît la solution du « sauvetage par le mouvement ». La conception de l'avion tactique léger, type Fiat G-91 est basée sur la manœuvre suivante : dans la zone du champ de bataille, auprès de prairies de dimensions faibles (1 200 mètres), qui ne comportent naturellement pas de piste en dur, les éléments indispensables aux missions militaires, carburants et munitions

principalement, sont camouflés dans une ferme ou un château. Les G-91, qui sont prévus pour plusieurs missions par jour, décollent d'un de ces champs, vont appuyer les troupes au contact, et reviennent atterrir sur un autre terrain, où sont entreposées les matières nécessaires à la mission suivante. Et ainsi de suite : on ne revient jamais à l'endroit d'où on est parti. Il est bien entendu que ce petit jeu ne peut durer longtemps. Aussi bien, tous les experts estiment qu'une guerre atomique, même limitée, ne saurait être longue ! On peut se demander seulement si ces experts ont fait les calculs simples qui s'imposent au sujet du « stockage dans les fermes ». Si l'on suppose trois avions légers par « terrain », et cinq missions à remplir

Republic F-105 Thunderchief

Ce chasseur-bombardier qui existe aussi en version chasseur tous-temps est en service dans le Tactical Air Command des États-Unis. Il est à grand rayon d'action et peut porter des bombes nucléaires et thermonucléaires. Son armement fixe consiste en un canon Vulcan de 20 mm à six tubes. Il est complété par des engins guidés Bullpup ou Sidewinder.



APPAREILS DE CHASSE (Voir pour la France page 66)

| Constructeur | Type | Envergure (m) | Longueur (m) | Poids total en charge (kg) | Moteurs (puissance ou poussée ou décollage) | Vitesse max. (km/h) | Autonomie (km) | Plafond (m) | Équipage | Observations |
|------------------------|----------------------------|------------------|-----------------|----------------------------------|--|---------------------------|-------------------|----------------|----------|--|
| ÉTATS-UNIS | | | | | | | | | | |
| CONVAIR | F-106 A Delta Dart | 11,63 | 21,56 | 15 875 | 1 turboréacteur J-75 P-17 de 11 125 kg avec postcombustion | M 2 | 2 400 | > 18 000 | 1 | Intercepteur tous temps. Systèmes électroniques de guidage et de tir les plus perfectionnés. Emporte 2 engins air-air Genie à charge nucléaire et des engins Super-Falcon. Existe en version F-106 B, 2 places en tandem. |
| LOCKHEED | U-2 | 24,38 | 15,11 | 7 200 | 1 turboréacteur Pratt et Whitney J-75 P-13 | 800 | 4 000 | 21 300 | 1 | Reconnaissance à haute altitude. Parachute de freinage à l'atterrissage. Siège éjectable. |
| | F-104 Starfighter | 6,68 | 16,69 | 7 750 | 1 turboréacteur General Electric J-79 GE-7 A de 7 260 kg avec postcombustion | M > 2 | 1 500 | > 21 000 | 1 | Intercepteur. Parachute de freinage à l'atterrissage. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable Martin-Baker. 1 canon M-61 Vulcan de 20 mm à 6 tubes, engins Sidewinder. Construit sous licence en plusieurs pays. |
| MCDONNELL | F-101 B Voodoo | 12,10 | 20,56 | 22 225 | 2 turboréacteurs Pratt et Whitney J-57 P-55 de 6 575 kg avec postcombustion | M 1,85 | 4 500 | 16 000 | 2 | Intercepteur à grand rayon d'action. Ailes en flèche à 35°. Parachute de freinage à l'atterrissage. 2 engins Douglas MB-1 nucléaires, bombes, engins air-air Falcon. |
| NORTHROP | N-156 F Freedom Fighter | 8,05 | 13,40 | 5 625 | 2 turboréacteurs General Electric J-85 GE-5 de 1 750 kg avec postcombustion | M > 2 | 3 400 | | 1 | Intercepteur et chasseur d'appui tactique à décollage court. Peut utiliser des fusées auxiliaires de décollage ou être lancé sur rampe. Parachute de freinage à l'atterrissage. Engins Sidewinder ou Falcon, bombes, engins air-surface. |
| REPUBLIC | F-105 Thunderchief | 10,64 | 19,61 | 16 000 à 22 000 | 1 turboréacteur Pratt et Whitney J-75 P-19 W de 12 050 kg avec postcombustion | M > 2 | | 16 000 | 1 | Chasseur-bombardier pouvant porter une bombe thermonucléaire. Ailes en flèche. Cockpit pressurisé. 1 canon Vulcan de 20 mm à 6 tubes, roquettes, engins Bullpup et Sidewinder. |
| GRANDE-BRETAGNE | | | | | | | | | | |
| ENGLISH ELECTRIC | P-1 B Lightning | 10,60 | 15,25 | | 2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA-24 R (200) de 6 550 kg avec postcombustion | M > 2 | | | 1 | Intercepteur tous temps. Ailes en flèche à 60°. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit pressurisé et réfrigéré. 2 canons Aden de 30 mm, roquettes (jusqu'à 48), engins air-air Firestreak. Parachute de freinage à l'atterrissage. |
| FOLLAND | Gnat | 6,75 | 9 | 3 000 à 4 000 | 1 turboréacteur Bristol-Siddeley Orpheus 701 de 2 100 kg | M 0,98 | 1 850 | > 15 000 | 1 | Chasseur ou chasseur-bombardier léger. Ailes en flèche à 40°. Siège éjectable Folland-Saab. Cockpit pressurisé. 2 canons Aden de 30 mm et 2 bombes ou 12 roquettes. Version supersonique en préparation avec postcombustion. |
| HAWKER | P-1127 | 7,42 | 12,55 | 6 500 | 1 turboréacteur à double flux Bristol-Siddeley BS-53 de 6 800 kg | | | | 1 | Chasseur-bombardier tactique à décollage vertical. En cours de développement. Ailes en flèche. |
| | Hunter | 10,25 | 14 | | 1 turboréacteur Rolls-Royce Avon RA-28 Mk-203 de 4 540 kg ou Mk-207 de 4 604 kg | | | | 1 | Intercepteur ou appareil d'attaque au sol. Ailes en flèche à 40°. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable Martin-Baker. 4 canons Aden de 30 mm, bombes, roquettes; peut porter 2 engins air-air Firestreak ou Sidewinder. |

par jour (en changeant de terrain chaque jour seulement), et si on estime à deux tonnes de carburant et à une tonne de munitions par sortie la consommation d'un avion tactique léger, on arrive à stocker, sur chaque « terrain », la bagatelle de $3 \times 5 \times 3 = 45$ tonnes de matériel. Et il y a malheureusement bien d'autres problèmes à résoudre : celui de la révision des instruments, de la préparation de l'avion à la mission suivante, celui des rechanges, car il faut toujours prévoir des pannes, enfin aussi, la défense de la « base », même très provisoire, contre les infiltrations ennemies. Finalement, si auprès de chaque « ferme-base », il faut amener toute une colonne de camions-citernes et ateliers, on n'aura plus de sécurité, et les avions risqueront d'être détruits avant même

qu'ils aient pu repartir, car le coup au but atomique ne pardonne pas.

Par ailleurs, et surtout, les avions actuels, même ceux qui sont les plus rustiques, ne peuvent se contenter de prairies comme leurs commodes ancêtres de 1914-1918. Il leur faut des pistes en dur, ou au minimum des grilles. Mais, grilles ou pas, la longueur de piste nécessaire n'a cessé d'augmenter depuis la naissance de l'aviation. Et les appareils de série demandent toujours plus de terrain que les prototypes, plus fins, plus légers, et surtout aux mains de pilotes d'élite. En général, les appareils modernes étaient arrivés à réclamer des kilomètres pour pouvoir décoller à pleine charge. Il leur fallait de magnifiques pistes en dur qui étaient évidemment condamnées, à l'âge atomique, à

| Constructeur | Type | Envergure (m) | Longueur (m) | Poids total en charge (kg) | Moteurs (puissance ou poussée au décollage) | Vitesse max. (km/h) | Autonomie (km) | Plafond (m) | Équipage | Observations |
|---|-------------|---------------|--------------|----------------------------|---|---------------------|----------------|-------------|----------|---|
| INDE HINDUSTAN | HF-24 | | | | 2 turboréacteurs Bristol-Siddeley Orpheus BOR-12 avec postcombustion | M > 1 | | | 1 | Chasseur supersonique. Prototypa en construction. |
| ITALIE FIAT | G-91 | 8,61 | 11,70 | 5 350 | 1 turboréacteur Bristol-Siddeley Orpheus 803 de 2 270 kg | 1 050 | 2 200 | | | Chasseur tactique léger de l'O.T.A.N. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit blindé, pressurisé et conditionné. 4 mitrailleuses de 12,7 mm ou 2 canons de 30 mm, bombes, engins air-air Nord 5103, roquettes air-sol. Versions diverses : reconnaissance, photographie, entraînement. Construit aussi en Allemagne de l'Ouest. |
| SUÈDE SAAB | 35 Draken | 9,40 | 15,80 | 9 000 | 1 turboréacteur Svenska RM-6 (Rolls-Royce Avon) de 7 000 kg avec postcombustion | M 1,8 | | | 1 | Chasseur tous temps. Ailes en double delta, siège éjectable, parachute de freinage, cockpit conditionné et pressurisé. 2 canons de 30 mm, roquettes, engins air-air Sidewinder. |
| SUISSE AFA | P-16 Mk-111 | 11,15 | 14,24 | 9 300 | 1 turboréacteur Bristol-Siddeley ASSA-7 Sapphire de 5 000 kg | 1 115 | 1 560 | 14 000 | 1 | Chasseur-bombardier. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit pressurisé et conditionné. 2 canons de 30 mm, bombes, roquettes ou engins air-air. Décolle en 50 m avec fusées auxiliaires. Parachute de freinage à l'atterrissage. |
| U. R. S. S. MIKOYAN ET GUREVICH | Mig-17 | 11 | 12,20 | 6 000 | 1 turboréacteur Klimov VK-1 A de 3 450 kg avec postcombustion | M > 1 | 1 800 | 17 500 | 1 | Intercepteur dérivé du Mig-15. Construit aussi en Chine, Pologne et Tchécoslovaquie. Ailes en flèche. Versions diverses. Cockpit pressurisé. Suivant version : 1 canon de 37 mm et 2 canons de 23 mm ou 3 canons de 23 mm, roquettes, bombes. |
| | Mig-19 | 11,15 | 13,50 | 9 000 | 2 turboréacteurs de 4 000 kg avec postcombustion | M 1,4 | 1 400 | 17 700 | 1 | Versions intercepteur et chasseur tous temps. Ailes en flèche. Peut être lancé sur rampe avec fusées auxiliaires. 3 canons de 27 mm ou 2 canons de 27 mm et 1 canon de 37 mm, roquettes ou engins air-air d'auto-poursuite. Construit aussi en Chine, Pologne et Tchécoslovaquie. |
| | Mig-21 | 8,50 | 14 | 10 000 | 1 turboréacteur de 8 000 kg avec postcombustion | M 2 | | 18 300 | 1 | Intercepteur. Ailes en flèche à 60°. 3 canons de 37 mm, roquettes. |
| SUKHOI YAKOVLEV | | 7,60 | 15 | 10 000 | 1 turboréacteur de 9 000 kg | M 2 | | | | Intercepteur tous temps. Ailes en delta. |
| | | 12,50 | 16,50 | 13 000 | 2 turboréacteurs de 4 000 kg | | 3 000 | 15 000 | 2 | Chasseur tous temps probablement supersonique. Ailes en flèche à 45°. 2 canons de 37 mm, roquettes, engins air-air. |
| YOUgoslavIE IKARUS | B-12 | | | | 1 turboréacteur Bristol-Siddeley Orpheus de 2 050 kg | | | | | Chasseur léger. |

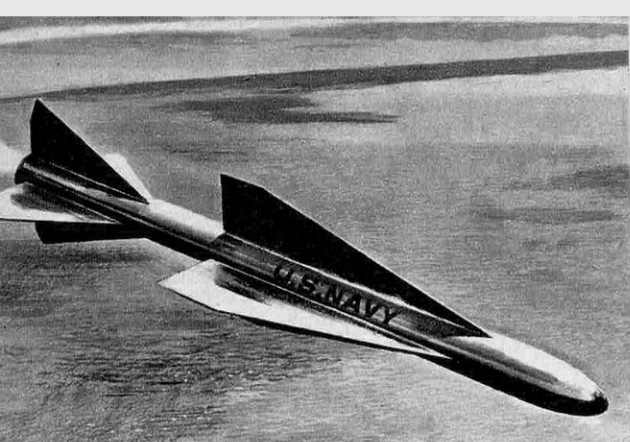
être détruites dès les premières minutes de guerre. Tout le monde cherchait la solution. Il semble qu'elle soit en vue.

Les avions VTOL et STOL

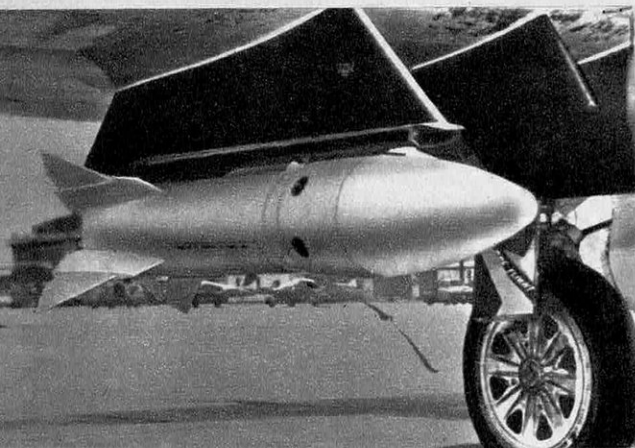
Cette solution, on la trouve dans le Vertical Take-Off and Landing ou le Short Take-Off and Landing, ce qui veut tout simplement dire décollage et atterrissage à la verticale ou à la quasi verticale. On sait que, techniquement, de telles performances sont réalisables aujourd'hui et, à Farnborough, la démonstration en a été apportée par le Short SC-1. Mais ce qui nous importe ici, c'est ce que les militaires vont demander à ce nouveau type d'avion qui cherche la mobilité totale, rêve des stratèges.

Actuellement, les Occidentaux envisagent deux types d'avions tactiques militaires V.T.O.L. : le premier, celui que désire le Tactical Command américain, est destiné à livrer surtout des combats en cas de « guerre conventionnelle limitée » et nous en parlerons plus loin. Le second est le programme de l'O.T.A.N., et le programme français est, semble-t-il, peu différent, au moins dans ses grandes lignes.

Il s'agit d'un appareil relativement léger (poids maximum 9 t), qui sera capable d'intervenir non seulement sur le champ de bataille atomique, mais aussi en arrière, sur les concentrations de troupes, les dépôts et les terrains. En mission de pénétration, l'appareil devra pouvoir attaquer des objectifs jusqu'à 700 km de son point de départ,



L'ENGIN AAM-N-10 EAGLE, dû à la coopération de Grumman et de Bendix, est destiné à la défense aéronavale. Il doit atteindre Mach 4 et porter une charge nucléaire à près de 160 km.



LE DOUGLAS MB-1 Genie, engin air-air jusqu'ici sans système de guidage et portant une charge nucléaire évaluée à 1,5 kilotonne. Il est propulsé par une fusée à poudre et équipe le Delta Dart.

qui se situera au milieu même du champ de bataille, suivant la formule de la ferme aménagée, avec cette différence que n'importe quelle cour lui suffira, comme s'il était un hélicoptère. Pour ces missions de pénétration, il pourra être équipé soit en bombardier atomique, soit en avion de reconnaissance photographique. Son plafond sera de l'ordre de 20 000 mètres et sa vitesse maximum en altitude de Mach 2, sans doute pour pouvoir échapper aux chasseurs ennemis qui le guetteront.

Mais cet appareil, destiné à succéder au G-91, devra surtout être un avion de champ de bataille. Opérant à basse altitude, à une vitesse légèrement inférieure à la vitesse du son (Mach 0,95), il pourra intervenir en appui des forces terrestres, soit à la bombe

atomique tactique, soit avec un armement de bord composé de canons lourds et d'engins, jusqu'à 370 km de sa « base ». Pour se défendre en cas d'attaque, il disposera d'engins air-air téléguidés.

Son équipement de navigation sera extrêmement perfectionné, la précision demandée étant du 1/1000 de la distance parcourue (soit 500 mètres à 500 km), ce qui ne pourra être réalisé que par l'utilisation d'un système à inertie. Il aura, bien entendu, les postes radio et radar les plus perfectionnés. Il faut en effet qu'il soit capable, par tous les temps, d'atteindre son objectif et de revenir à sa « base ».

Vers la mobilité totale

Ainsi, le V.T.O.L. qu'on nous promet pour demain est un grand pas vers cette mobilité totale que les écrivains de science fiction attribuent aux soucoupes volantes. Il faut reconnaître que, jusqu'ici, l'avion n'était qu'un véritable paralytique, rivé à son axe longitudinal, ne pouvant décoller et atterrir que dans une seule direction, celle du vent, imposée par la nature, ne pouvant changer de vitesse que très lentement, tout comme de direction et d'altitude. Le V.T.O.L. lui donnera une plus grande liberté.

Mais, pour les militaires, elle est encore trop faible. En effet, le V.T.O.L. type Short SC-1, qui dispose de réacteurs spéciaux pour les manœuvres de décollage et d'atterrissage, ne saurait aller n'importe où. Il crache vers le bas des gaz chauds qui nécessitent une plate-forme spéciale, de béton, de métal ou même, aux dernières nouvelles, de plastique qui ne durerait qu'une fois. Les programmes actuels l'ont reconnu, puisqu'ils parlent assez vaguement « d'une infrastructure au sol aussi réduite que possible ». Certes, on peut concevoir une première vague d'appareils allant parachuter les « terrains » avant l'arrivée des V.T.O.L., ou répandant sur le pré choisi le liquide qui, en se solidifiant, fournira l'assise capable de résister aux gaz émis par les réacteurs (qu'il s'agisse d'appareils à déviation de jet ou de réacteurs indépendants). Mais cela laisse encore en suspens bien des problèmes logistiques.

Rassurons-nous. Un système révolutionnaire commence toujours avec plus de difficultés que d'avantages. Les perfectionnements viennent après.

Ainsi, dans le concept de la guerre atomique limitée, qui reste celui de l'O.T.A.N., le V.T.O.L. va prendre une place de plus en



LES ENGINS AIR-AIR FALCON de la Hughes Aircraft Company constituent l'armement standard de plusieurs chasseurs de l'U.S. Air Force. Certains modèles ont été livrés à près de 20 000 exemplaires. On voit ici, de droite à gauche : le Super-Falcon GAR-3 A à guidage radar semi-actif, destiné au

Convair F-106 Delta Dart; le GAR-4 A à guidage infrarouge; le GAR-1 D (radar semi-actif); le GAR-2 A (guidage infrarouge); le GAR-11 qui fut le premier engin air-air à charge nucléaire et qui est en service sur les Convair F-102 Delta Dagger de l'Air Defense Command avec une portée de 8 km.

plus grande. Pour l'instant, nous disposons encore d'appareils classiques à réaction : chasseurs lourds type F-104 ou légers type Mirage III, d'appareils de reconnaissance qui ne sont que des bombardiers transformés, et dont le RB-47 avec ses sept cameras (une à axe vertical, deux à axe légèrement incliné latéralement, trois à axe fortement incliné, et enfin une oblique à l'avant) est un excellent exemple, car, volant à 12 000 mètres d'altitude, l'appareil peut photographier en trois heures 2 600 000 km² de surface. Bientôt, d'ailleurs, l'image radar sera suffisamment perfectionnée pour pouvoir donner des renseignements utilisables, et nous savons que déjà les satellites de reconnaissance sont prêts à sortir.

En résumé, les forces des puissances de l'O.T.A.N., pour donner un exemple, disposent de quelque 5 000 avions tactiques opérant à partir de 220 terrains. Dans le secteur central, qui est le plus important, nous trouvons environ 3 000 appareils, organisés en deux Forces Aériennes Tactiques Alliées (A.T.A.F.), l'une sous commandement britannique et l'autre, celle du sud (la 4^e A.T.A.F.), sous commandement américain, et comprenant des forces américaines,

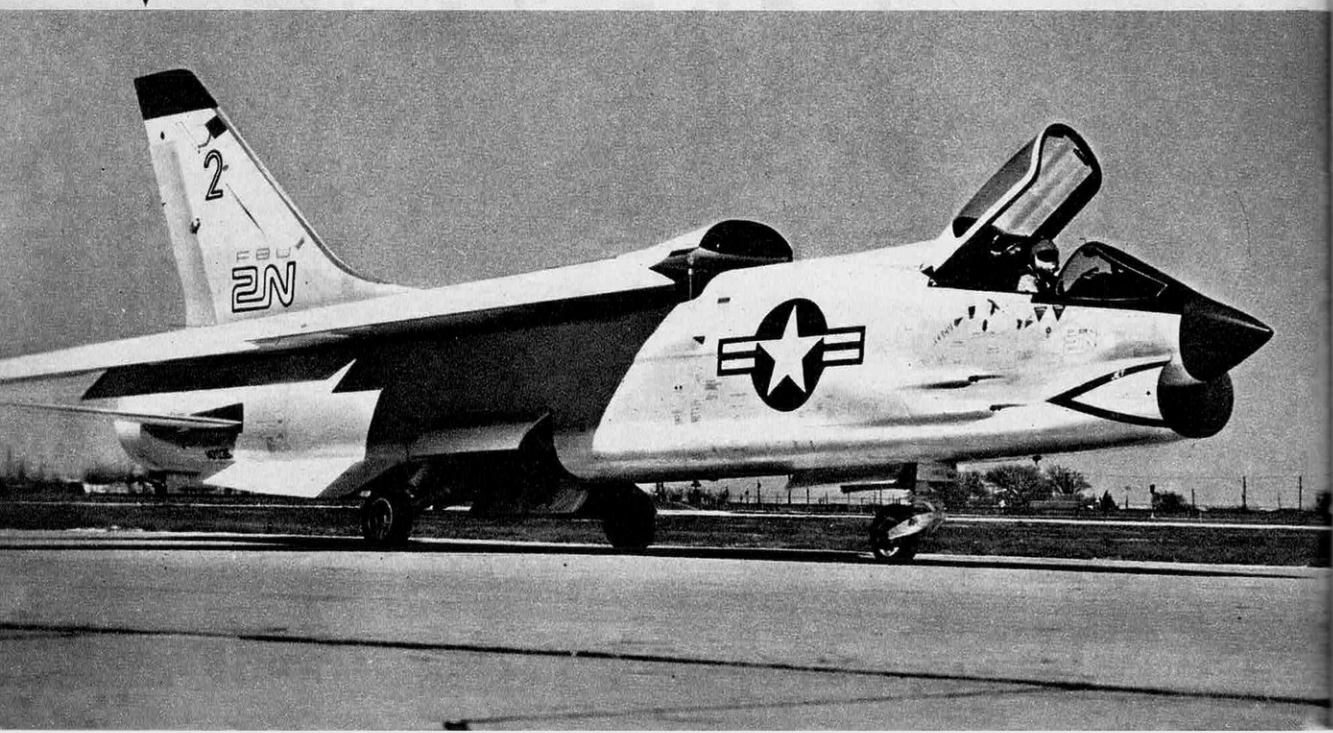


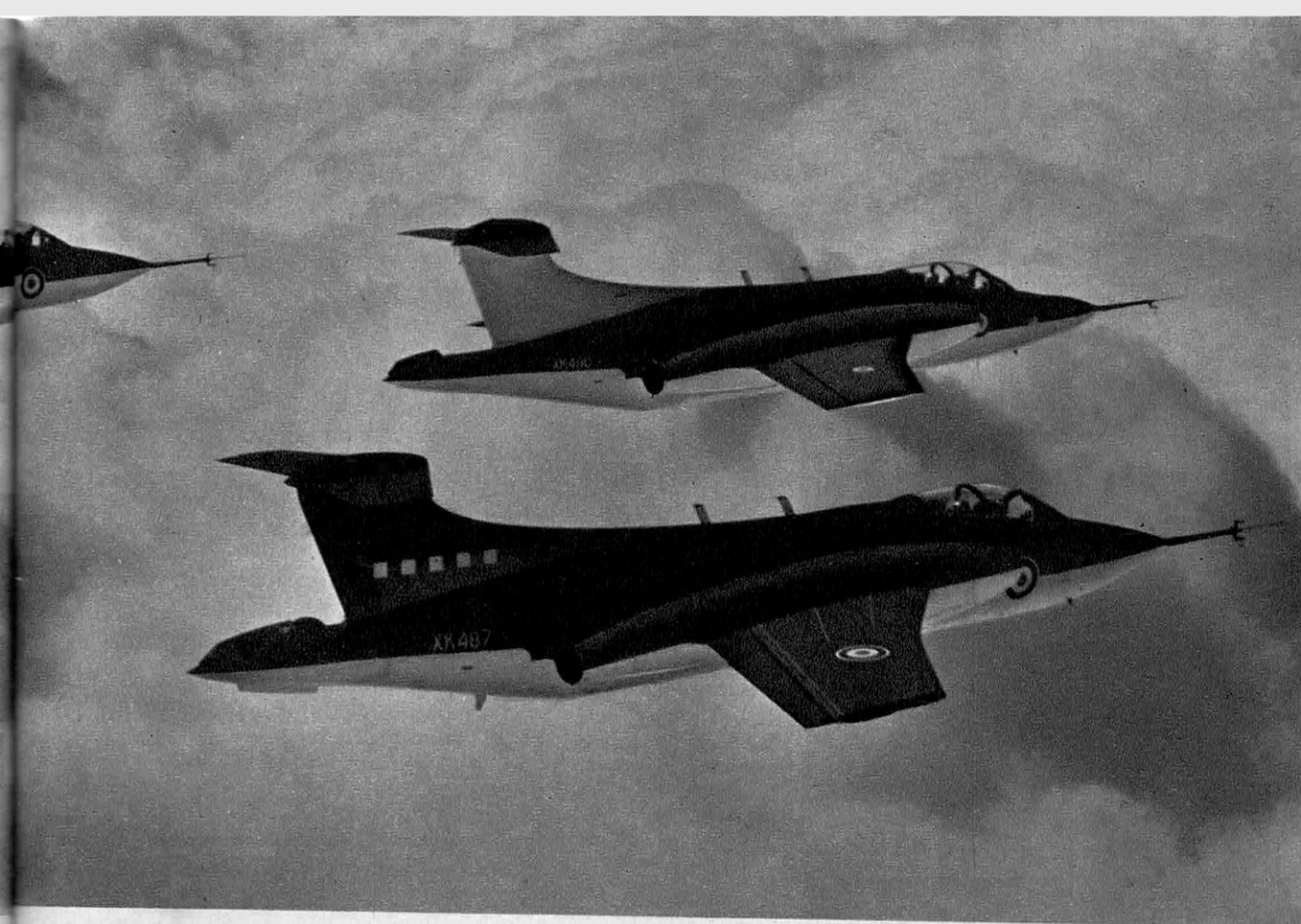
LE CHANCE-VOUGHT F8U-2 N CRUSADER

est un chasseur tous temps pour porte-avions, armé d'un canon de 20 mm et de quatre engins air-air Sidewinder. Il atteint presque Mach 2. C'est la dernière version des Crusader livrés au total à plus de 700 exemplaires à la Marine américaine.



↑
LE BLACKBURN NA-39 BUCCANEER est un, chasseur-bombardier commandé récemment par la Royal Navy. Il est destiné à opérer à partir des porte-avions et à effectuer ses attaques à basse altitude, hors de « vue » des radars de recherche des forces ennemies. Il peut emporter une bombe nucléaire.





canadiennes, françaises et aussi allemandes.

On ne saurait quitter ce chapitre sans indiquer le bouleversement profond que l'introduction des V.T.O.L. va produire dans la marine.

Pour celle-ci, en effet, le seul moyen actuel de disposer d'importantes forces aériennes est d'incorporer aux flottes des navires spéciaux, les porte-avions, disposant d'une piste de décollage et d'atterrissage, ce qui en fait des bâtiments particulièrement vulnérables, puisqu'il suffit d'une avarie intéressant la stabilité latérale pour que le pont, n'étant plus horizontal, devienne inutilisable, et d'autre part extrêmement difficiles à faire manœuvrer, puisque aussi bien pour lâcher leurs avions que pour les reprendre, ils sont obligés de faire route vent debout, c'est-à-dire parfois en sens inverse de la route générale de la flotte. L'introduction des V.T.O.L. risque de sonner le glas de ces navires « anormaux », puisque désormais, moyennant certaines modifications de structure faciles à concevoir et à réaliser, tous les bâtiments pourront porter des avions, les faire décoller simultanément et les reprendre simultanément sans les obliger à ces rondes

sempiternelles qui semblent si longues au pilote dont le réservoir d'essence est sur le point de se trouver à sec.

Il est certain qu'une telle réforme ne se fera pas tout de suite. Mais elle est dans l'air et nous avons déjà dans plusieurs marines des bâtiments spéciaux dénommés « porte-hélicoptères » qui sont comme un avant-projet des bâtiments « porte-avions » de demain.

La guerre conventionnelle

Depuis que la bombe atomique existe, de nombreux conflits ont éclaté. Ils sont restés limités et la bombe n'y a pas été employée. La Corée, l'Indochine, Suez en sont des exemples frappants. C'est là un argument des stratèges conservateurs pour « garder les vieux jouets ». Les Anglais, déclarent-ils, avaient voulu construire une aviation de bombardement atomique, basée sur l'idée qu'avec la bombe, il n'y avait pas besoin d'un grand nombre de bombardiers. Au moment de Suez, comme l'emploi de la bombe était exclu, ils se sont trouvés incapables de détruire les quelques terrains de l'aviation égyptienne,

parce qu'ils ne pouvaient y déverser le tonnage de projectiles classiques que cette destruction réclamait.

Il est certain que, si l'explosif atomique n'est pas utilisé, tout change ! Les engins téléguidés, privés de leur tête nucléaire, deviennent pour la plupart inintéressants. Leur prix est prohibitif et ne se conçoit que si leur charge militaire est, du point de vue affreux de la guerre, « payante ». La V2, réalisation technique extraordinaire, fut finalement un échec, parce qu'elle ne portait au début qu'une tonne de T.N.T. Les seuls engins téléguidés qui pourraient être employés sont ceux pour qui la charge classique reste payante, c'est-à-dire les engins air-air, capables de descendre un avion ennemi avec une charge de poudre normale, et les engins sol-air pour les mêmes raisons.

Dans ces conditions, les engins sol-sol disparaissent et, pour remporter la victoire, il faut combiner, comme en 1939-1945, les victoires terrestres et le blocus aérien, avec son processus d'attrition lent et pénible. Du coup, le problème de la défense aérienne est à repenser complètement.

Le problème de l'alerte

Actuellement, la défense aérienne si elle a à faire à des fusées, est, nous l'avons dit, complètement impuissante. Mais son rôle

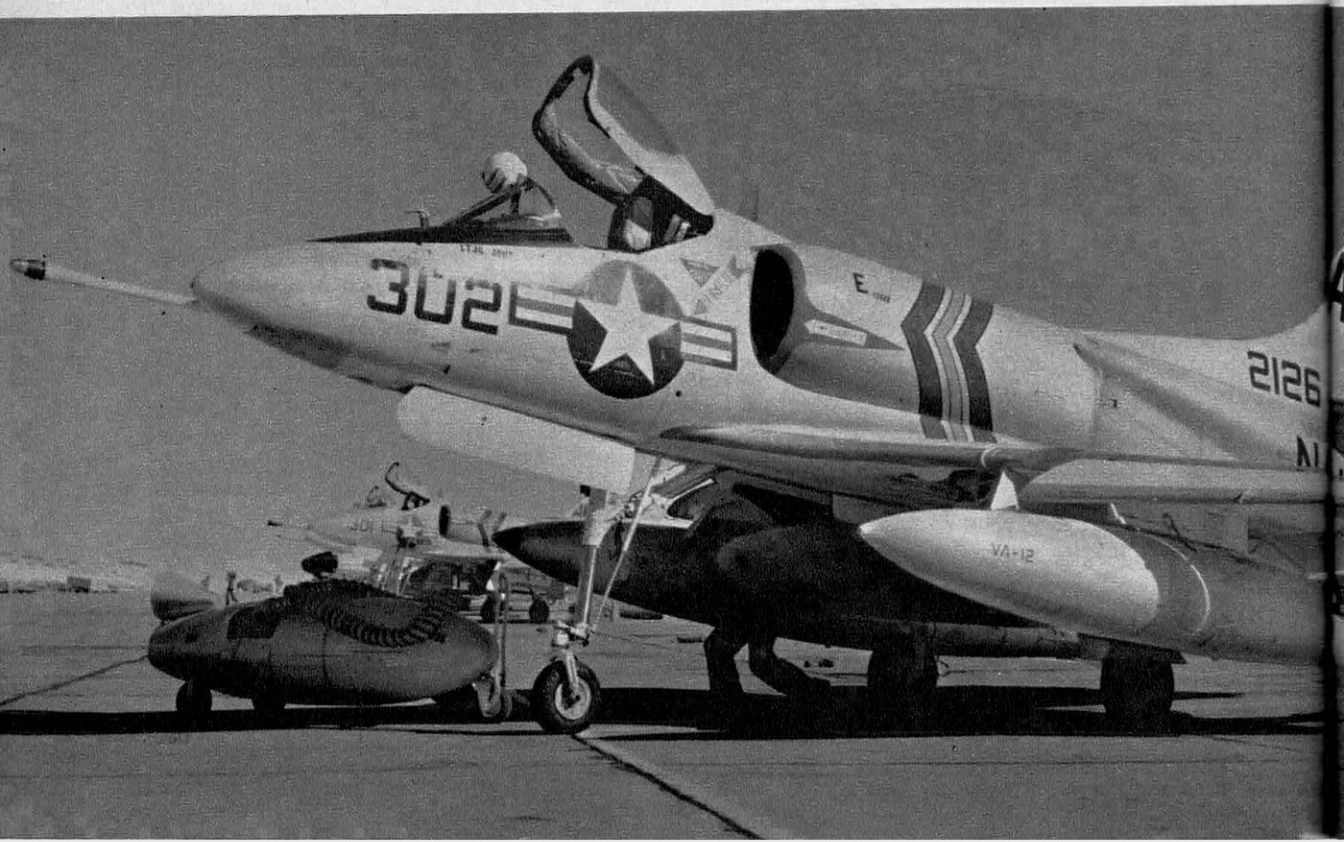
reste valable dans deux secteurs : celui de la lutte contre les « vecteurs » avions, et dans ce domaine elle a fait d'énormes progrès, et celui de l'alerte, qui devient plus difficile que jamais puisqu'au lieu d'heures, il faut compter en minutes. Mais les radars modernes ont des portées qui permettent de suivre avec une station placée en Europe un I.C.B.M. depuis son départ jusqu'au milieu de sa course vers les États-Unis, et avec une seconde station installée outre-Atlantique, de prendre le relais jusqu'à la chute finale de l'engin balistique.

Pour les nations européennes, le délai, qui est pour les Américains de vingt à trente minutes, est tellement réduit qu'il faudra attendre l'automatisation totale des systèmes d'alerte pour que nous puissions espérer gagner des abris avant le bombardement tragique.

Une organisation moderne de défense passive est sans doute le complément indispensable de la défense aérienne.

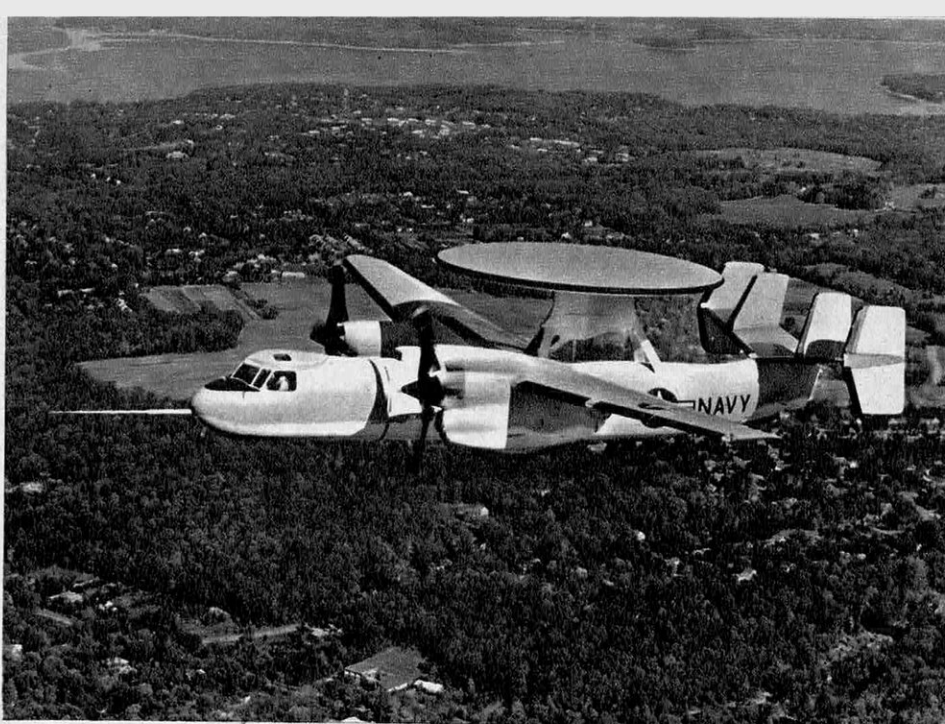
L'identification des avions

Mais dans le cas de la guerre conventionnelle, d'où l'explosif atomique serait banni, la guerre aérienne reprendrait le visage qu'elle a eu au cours du dernier conflit. Nous aurions des luttes de chasseurs contre bombardiers, et on aurait des difficultés à employer les



Grumman W2F-1 « Hawkeye »

C'est le plus récent des appareils de reconnaissance lointaine (« early warning ») adopté pour l'équipement des porte-avions américains. Le premier exemplaire a volé en octobre de l'année dernière. Il est équipé de deux groupes turbopropulseurs Allison T-56 de 4050 ch et son radar de surveillance est caréné en forme de soucoupe. Ses performances n'ont pas encore été publiées officiellement. On sait seulement que l'équipage sera de cinq hommes.



engins sol-air tant qu'on n'aura pas pu mettre au point un véritable système d'identification certaine des aéronefs. Qu'on imagine ce qui se passerait si la guerre se déclenchait demain, sans parler des fusées sol-sol. La première vague d'avions venant de l'Est sera identifiée par cela même. Mais au bout de quelques heures, quel sera le spectacle ? Il y aura, allant vers l'Est, les bombardiers ennemis revenant

de mission et les nôtres y allant, des chasseurs des deux camps, des avions de reconnaissance, de transport même, complètement mélangés, et dans la direction de l'Ouest il en sera absolument de même. Tant qu'un bon système d'identification n'aura pas été mis en service — et il ne semble pas, hélas, qu'on soit à la veille d'en avoir un — comment pourra-t-on avec certitude savoir si on a à faire à des amis ou à des ennemis ? Le mieux sera d'y aller voir, et c'est pour cela que l'avion piloté a encore des partisans. Et comment pourra-t-on employer avec certitude un engin sol-air si on risque, au lieu de descendre un appareil ennemi rentrant à sa base, de détruire un de nos bombardiers en route pour son objectif avec une bombe thermonucléaire à bord ?

On voit que la guerre employant des avions pilotés présente bien des difficultés et qu'elle n'a pas l'affreuse rigueur de la guerre des fusées, qui ne demande guère qu'un calcul de tonnage pour obtenir les destructions prévues.

La guerre sur mer

Plus que toute autre, la guerre sur mer reste classique. Les missions des marines sont en effet inchangées : essentiellement la protection de la navigation, la défense des lignes de communication et des points où aboutissent ces lignes, et, aussi, mission que l'aviation veut de plus en plus prendre à son compte, la mise sur pied d'une force d'intervention capable d'entrer en action en quelque point du globe que ce soit.

Douglas A 4 D « Skyhawk »

C'est le plus petit des avions d'attaque à réaction des porte-avions américains dont il peut emprunter les ascenseurs ailes non repliées grâce à sa faible envergure (8,25 m). Il est aussi en service dans les bases terrestres du Marine Corps et plus de 1 000 exemplaires ont été construits en différentes versions. Il est puissamment armé et peut être équipé d'engins variés air-air ou air-surface, de roquettes non guidées et de bombes classiques ou nucléaires.



AVIATION NAVALE (Voir pour la France page 66)

| Constructeur | Type | Envergure (m) | Longueur (m) | Poids total en charge (kg) | Moteurs (puissance ou poussée au décollage) | Vitesse max. (km/h) | Autonomie (km) | Plafond (m) | Équipage | Observations |
|------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------------------|--|---------------------|----------------|-------------|----------|--|
| ÉTATS-UNIS | | | | | | | | | | |
| CHANCE-VOUGHT | F 8 U-2 N Crusader | 10,85 | 16,55 | 12 250 | 2 turboréacteurs Pratt et Whitney J-57 P-20 de 7 900 kg avec postcombustion | près de M 2 | | | | Chasseur-intercepteur tous temps supersonique pour porte-avions, aile en flèche à incidence variable (2 positions). Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit pressurisé. 4 engins air-air Sidewinder, 1 canon de 20 mm. |
| DOUGLAS | Missileer | | | 22 680 | 2 turboréacteurs Pratt et Whitney TF-30 T à double flux | | | | 4 | Appareil pour porte-avions destiné au lancement de l'engin air-air à longue portée et à charge nucléaire Eagle. En élaboration. |
| | A 4 D Skyhawk | 8,24 | 11,82 | 7 845 | 1 turboréacteur Wright J-65 de 3 500 kg | 1 100 | 3 000 | | 1 | Chasseur-bombardier pour porte-avions. Aile en flèche à 33°. Peut porter des bombes nucléaires et des engins air-air et air-sol. Siège éjectable. 2 canons Colt de 20 mm. |
| | A 3 D Skywarrior | 22,11 | 23,16 | 31 750 | 2 turboréacteurs Pratt et Whitney J-57 de 5 486 kg | 1 014 | 4 000 | 13 700 | 3 | Avion d'attaque pour porte-avions. Aile en flèche à 36°. Peut porter les bombes les plus lourdes y compris les bombes nucléaires. Existe en versions photographie et reconnaissance. Parachute de freinage à l'atterrissage. Tourelle arrière commandée par radar, avec 2 canons de 20 mm. |
| GRUMMAN | A 2 F-1 Intruder | 16,15 | 16,28 | 25 000 | 2 turboréacteurs Pratt et Whitney J-52 P-6 de 3 856 kg à tuyères basculantes | M 1 | | | 2 | Bombardier pour porte-avions. Peut porter une bombe nucléaire et des engins. Sièges éjectables Martin-Baker. |
| | W 2 F-1 Hawkeye | | | | 2 turbopropulseurs Allison T-56 | | | | 5 | Reconnaissance lointaine pour porte-avions. |
| | S 2 F Tracker | 21,24 | 12,88 | 9 525 | 2 moteurs Wright R-1820 de 1 525 ch | | | | 4 | Anti-sous-marins pour porte-avions. Construit aussi par De Havilland Canada. Version TF-1 Trader, transport frêt et passagers pour porte-avions. Version WF-2 Tracer reconnaissance-radar. |
| LOCKHEED | SA-16 B Albatross | 29,46 | 19,18 | 17 000 | 2 moteurs Wright R-1820 de 1 575 ch | 380 | 4 500 | | 5 | Amphibie. Sauvetage, garde-côte, anti-sous-marins. |
| | P 2 V-7 Neptune | 31,50 | 27,90 | 34 245 | 2 moteurs Wright R-3350 Turbo Compound de 3 500 ch et 2 turboréacteurs Westinghouse J-34 de 1 540 kg | 485 | 6 600 | | 7 | Anti-sous-marins. Les réacteurs servent d'appoint au décollage et au combat. 10 canons de 20 mm, dont 4 sous tourelle dorsale et de queue, roquettes, bombes, etc. |
| MCDONNELL | F 4 H-1 Phantom II | 11,72 | 17,69 | 18 000 | 2 turboréacteurs General Electric J-79 de 13 500 kg avec postcombustion | M > 2 | | | 2 | Intercepteur et chasseur-bombardier tous temps pour porte-avions. Aile en flèche à 45°. Engins Sparrow 3 et Sidewinder, bombes nucléaires ou autres. |
| NORTH AMERICAN | A 3 J Vigilante | 15,25 | 21,35 | 22 500 | 2 turboréacteurs General Electric J-79 GE-4 | M > 2 | | | 2 | Chasseur-bombardier pour porte-avions. Aile en flèche à 37,5°. Sièges éjectables. Peut porter une bombe thermonucléaire, engins guidés air-surface. |
| GRANDE-BRETAGNE | | | | | | | | | | |
| ARMSTRONG-WORTH | Sea Hawk | 12 | 12 | 7 000 | 1 turboréacteur Rolls-Royce Nene 103 de 2 450 kg | 960 | 460 | 12 000 | 1 | Chasseur-bombardier pour porte-avions. Siège éjectable. 4 canons de 20 mm, bombes, engins air-air. |
| BLACKBURN | NA-39 Buccaneer | 12,96 | 19,01 | | 2 turboréacteurs De Havilland Gyron Junior | M 1 | | | 2 | Chasseur-bombardier transsonique pour porte-avions. Sièges éjectables Martin-Baker. Peut emporter une bombe atomique. |
| DE HAVILLAND | DH-110 Sea Vixen | 15,25 | 16,30 | | 2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon Mk 208 | M > 1 | | 14 500 | 2 | Chasseur tous temps supersonique en piqué. Aile en flèche à 40°. Sièges éjectables Martin-Baker. Roquettes, bombes, engins air-air Firestreak. |
| WESTLAND | Gannet AEW Mk 3 | 16,55 | 13,40 | | 1 turbopropulseur Bristol-Siddeley Double Mamba 102 de 3 875 ch | | | | 3 | Reconnaissance lointaine. Pour porte-avions. |

Toutes les aéronautiques navales ont comme premier objectif la lutte anti-sous-marine. Elles mettent en service en premier lieu des appareils embarquables à court rayon d'action pouvant à la fois détecter, repérer et attaquer les sous-marins au contact : tel est l'Alizé français, appareil classique qui a fait ses preuves.

Mais, à côté de l'appareil de porte-avions,

il faut aussi un avion anti-sous-marins de grand rayon d'action qui puisse attaquer les sous-marins avant qu'ils ne se trouvent à proximité des convois ou des escadres. Le Neptune P 2V-7 qui était l'appareil standard va sous peu être remplacé par le Bréguet 1150 Atlantic qui, au poids de 40 tonnes seulement, pourra voler plus de 12 heures à 600 km/h, détecter les sous-marins à distance

et les attaquer soit avec les armes classiques : grenades, roquettes et torpilles électriques acoustiques autochercheuses, mais aussi avec des engins air-surface à ogives nucléaires de plus de 30 kilotonnes. Bien entendu, la prochaine guerre commencera avec des porte-avions. Toutes les marines en possèdent. Mais l'apparition des V.T.O.L. pourrait bien, comme nous l'avons dit, sonner le glas du nouveau capital-ship des flottes modernes qui, malgré tous ses appareils de défense, est devenu trop gros pour ne pas succomber rapidement, comme tous les organes atteints de gigantisme.

Pour l'avenir proche, on prépare des navires lance-engins, et des navires porteurs de péniches de débarquement, car il faut penser aux « feux de brousse ».

Tous les conflits débutent surnoisement. Ils se développent très lentement les premiers jours et l'idée maîtresse de beaucoup de stratégies est que, pour éviter qu'un « feu de brousse » qui a éclaté en un point quelconque de l'univers, ne devienne dangereux, il faut l'éteindre tout de suite, donc intervenir sans délai. Voilà pourquoi beaucoup pensent que la marine, si rapide soit-elle, va encore beaucoup trop lentement, et que l'aviation doit posséder elle-même une force d'intervention tactique lointaine qui nécessite des appareils spéciaux.

C'est la raison pour laquelle le Tactical Command américain a commandé un appareil à décollage court (S.T.O.L.) opérant aux environs de Mach I, mais capable de franchir le Pacifique sans escale et sans ravitaillement en vol si possible. Cet appareil, qui pèsera au minimum 25 tonnes et devra pouvoir utiliser des terrains courts et très sommairement préparés (encore une formule vague qui risque d'amener bien des ennuis), est destiné à intervenir en n'importe quel point du globe quelques heures à peine après que la Maison Blanche aura pris sa décision. Il sera suivi, sans nul doute, d'une flotte de transport amenant le soutien logistique nécessaire, flotte de transport dont le Transport Command anglais peut donner un assez bon exemple.

La guerre révolutionnaire

Il y a quinze ans que la guerre révolutionnaire sévit et on ne peut pas dire qu'aucun pays ait encore mis sur pied une aviation qui lui soit bien adaptée. Là, plus de recherche de vitesse. Elle est inutile, car il n'y a généralement pas d'adversaire aérien, et la D.C.A. reste souvent faible. Ce qui est nécessaire avant tout, c'est l'autonomie, le grand écart

de vitesse, et la possibilité, dès qu'un ennemi est repéré, de lui tirer dessus, même avec des armes légères. La France, qui a l'expérience la plus grande de ce genre de conflits, lequel pourrait bien se révéler finalement comme plus dangereux que les conflits atomiques eux-mêmes, a, avec le Broussard et ses hélicoptères d'assaut, mis au point par le colonel Brunet, le recordman du monde des missions de guerre (plus de 4 000) malheureusement disparu l'an dernier, l'aviation qui est sans conteste la meilleure. Mais il est certain que, dans ce domaine, les V.T.O.L. vont révolutionner la technique en remplaçant les hélicoptères dans toutes leurs missions de combat et les ramenant à celles qui leur resteront propres de camions grues ou de sauvetage dans certains cas difficiles.

Les problèmes actuels

On le voit, la guerre reste multiforme, et la panoplie à posséder pour faire face à tous les visages de cette gorgone serait terriblement chère. On peut avoir une bonne idée de la question en examinant, pour finir, les dix objectifs prioritaires de l'Air Force américaine tels qu'ils ont été définis récemment par son chef d'État-major :

- 1° Missiles intercontinentaux.
- 2° Missiles air-surface.
- 3° Appareils à longue portée.
- 4° Systèmes tactiques perfectionnés.
- 5° Système de détection des missiles balistiques.
- 6° Défenses à longue distance.
- 7° Réseau de communications.
- 8° Systèmes de reconnaissance modernes.
- 9° Flotte de transport renouvelée,
- 10° Systèmes spatiaux à équipage humain.

Ce mélange, assez effrayant, montre bien que nous sommes à une époque terriblement dangereuse où de grands bouleversements s'annoncent. Sans doute, en 1963, cet examen que nous venons de faire paraîtra-t-il aussi périmé que peut l'être celui qu'on pouvait faire il y a deux ans. Les progrès techniques vont vite. La guerre spatiale s'annonce et plusieurs autorités ont déclaré sans plaisanter que la Lune pourrait bientôt être l'enjeu du premier conflit de cet ordre. La Terre se rapetisse de plus en plus. Mais l'homme reste le même, et la vérité a toujours deux faces, comme une pièce de monnaie. À côté de la guerre scientifique, il y aura toujours la guerre « barbare ». Et on ne sait, finalement, laquelle des deux est la plus affreuse. Puisse le général Fuller s'être trompé !

Général L. M. CHASSIN

X-15 deux records absolus

Altitude 50 300 m

Vitesse 5 053 km/h

LA plupart de nos lecteurs connaissent cet appareil expérimental qui ne prend son vol qu'à partir d'un bombardier B-52 à une altitude de 14 000 m. Cet appareil, mi-avion, mi-fusée, leur a été présenté plusieurs fois, tant dans nos numéros spéciaux que dans nos numéros mensuels. Il ne s'agit donc pas d'une nouveauté. Mais il est intéressant de suivre les essais de cet appareil, tout au moins les plus récents.

C'est respectivement le 21 avril que Robert White atteignit 5 053 km/h et le 30 mars qu'un autre pilote, Joe Walker, monta à 50 300 m. Les Américains procèdent en effet par expériences successives, par étapes, avec leurs différents pilotes d'essai : Peterson, Richardson, Walker, White, etc., et Crossfield qui échappa de justesse à un grave accident après que la partie arrière de son appareil ait pris feu.

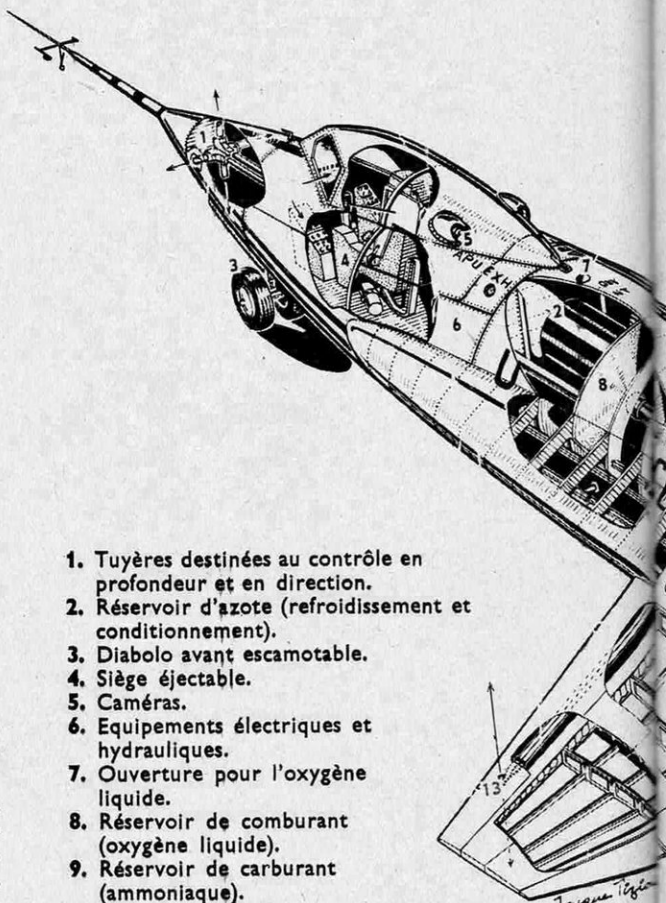
Ainsi l'expérience « vitesse » a permis de porter à 370° C la paroi extérieure de la fusée, la peinture de contrôle ayant plus ou moins roussi. Elle ne sera reprise et poussée plus avant qu'après le résultat favorable de certains essais en laboratoire sur les alliages de la cellule.

L'expérience « altitude » a donné l'occasion de vérifier le bon fonctionnement des réacteurs spéciaux de contrôle de vol en atmosphère raréfiée. Il s'agit de douze petits réacteurs dont huit sont placés à l'avant et deux sur chacune des ailes.

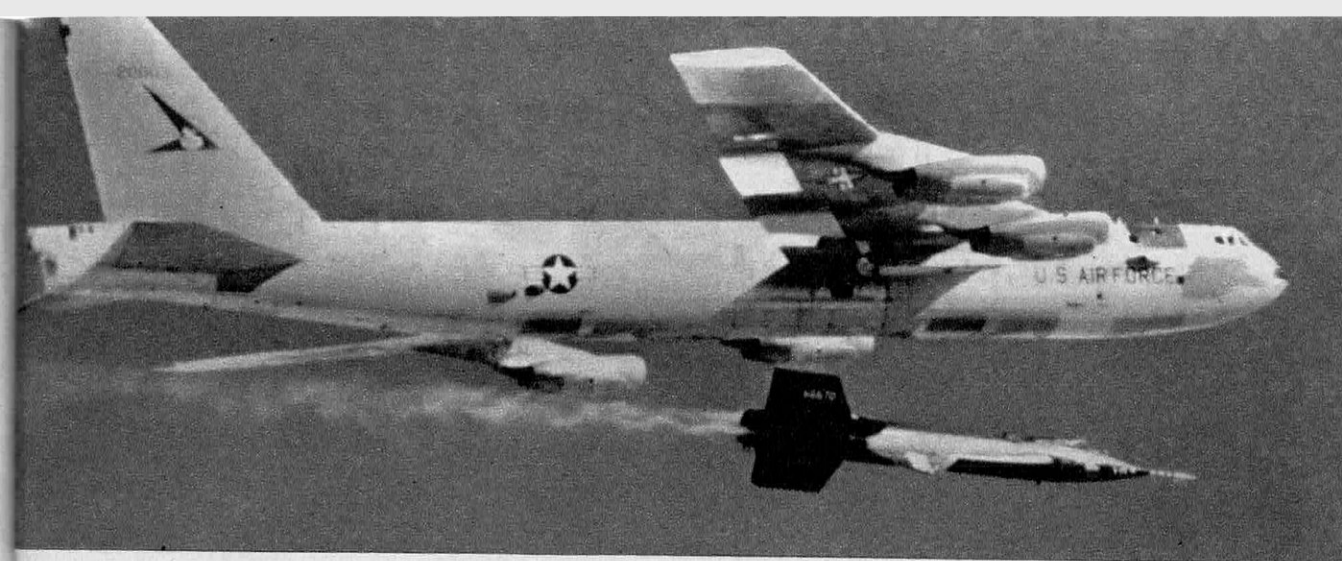
Peu à peu les responsables de l'Air Research and Development Command, dont le chef est le lieutenant général Bernard Adolph Schriever de l'U.S. Air Force, espèrent atteindre 6 000 km/h et une altitude de 150 km.

Après ce sera le tour aux super X 15 d'essayer de faire mieux.

Ce mieux est difficile à bien préciser car les



1. Tuyères destinées au contrôle en profondeur et en direction.
2. Réservoir d'azote (refroidissement et conditionnement).
3. Diabolo avant escamotable.
4. Siège éjectable.
5. Caméras.
6. Equipements électriques et hydrauliques.
7. Ouverture pour l'oxygène liquide.
8. Réservoir de comburant (oxygène liquide).
9. Réservoir de carburant (ammoniaque).
10. Revêtement du fuselage en Inconel X.
11. Revêtement de voilure en Inconel X.
12. Volet de courbure.
13. Tuyères de contrôle en gauchissement.
14. Tuyauterie des circuits de comburant et de combustible.
15. Commande de volet.
16. Gouverne de direction de la dérive supérieure.
17. Servo commande hydraulique de direction.
18. Vérin de commande d'aéro-freins.
19. Aéro-freins supérieurs.
20. Aéro-freins inférieurs.

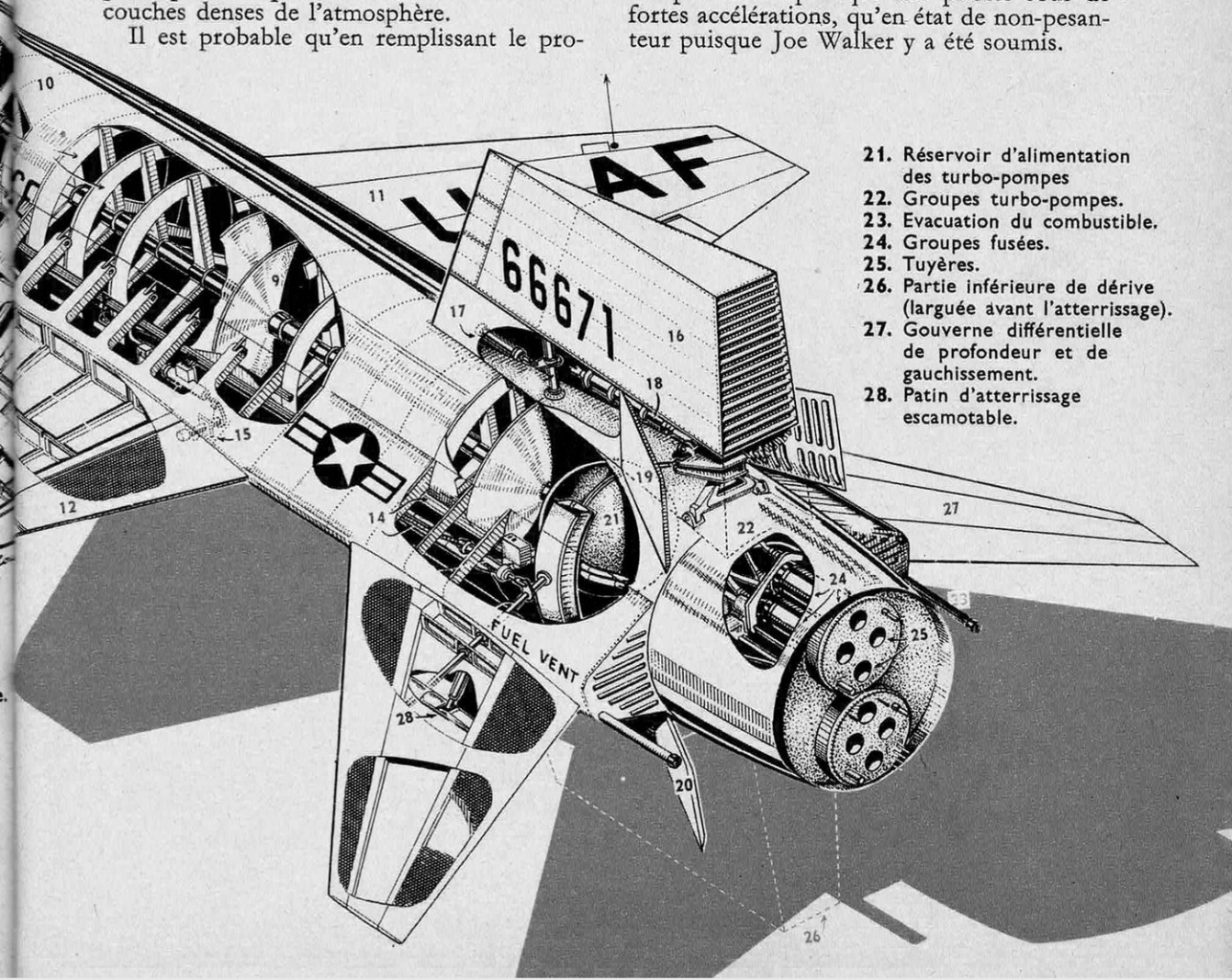


données sont assez vagues. Mais il n'est pas interdit de penser que les futurs super X 15 seront lancés par fusée, qu'ils pourront sans doute être satellisés, leur pilote intervenant beaucoup plus directement que ceux des futures capsules Mercury pour changer d'orbite, pour mettre en action les fusées rétro et participer à la phase de la rentrée dans les couches denses de l'atmosphère.

Il est probable qu'en remplissant le pro-

gramme qui leur est assigné les X 15 actuels auront pas mal déblayé le chemin, que ce soit dans le contrôle de la trajectoire de vol, que dans l'étude des alliages de la cellule, ainsi que de son isolation thermique.

La médecine de l'espace possédera elle aussi des données précieuses, tant pour le comportement pratique des pilotes sous de fortes accélérations, qu'en état de non-pesanteur puisque Joe Walker y a été soumis.



- 21. Réservoir d'alimentation des turbo-pompes.
- 22. Groupes turbo-pompes.
- 23. Evacuation du combustible.
- 24. Groupes fusées.
- 25. Tuyères.
- 26. Partie inférieure de dérive (larguée avant l'atterrissage).
- 27. Gouverne différentielle de profondeur et de gauchissement.
- 28. Patin d'atterrissage escamotable.

HÉLICOPTÈRES



← **LE SIKORSKY S-58** a été construit à plus de 1 300 exemplaires pour l'armée et la marine américaines et de nombreux pays. En version civile, il peut emporter 18 passagers. Il sert ici de grue volante pour le transport de pylônes pesant 1 500 kg lors de la pose d'une ligne électrique en montagne.



LE S-60 SKYCRANE de Sikorsky → est une grue volante pouvant soulever des charges de 5 t simplement accrochées sous son châssis. Mais il peut être aussi pourvu de containers détachables pour le transport de fret, de passagers ou pour servir d'ambulance ou, comme ci-dessus, de dragueur de mines. Il n'existe qu'à l'état de prototype expérimental en vue de la réalisation d'une grue volante pouvant soulever 40 t.

→ **LE FIAT 7002**, hélicoptère de transport civil pour passagers et fret, est à rotor bipale, mû par éjection d'air comprimé en bouts de pales sans combustion. Un turbogénérateur de 530 ch est disposé verticalement dans le compartiment arrière du fuselage. Le prototype a effectué ses premiers vols en 1960.



↑ **LE KAMAN H-43 B HUSKIE** est l'hélicoptère standard de sauvetage et de lutte contre l'incendie en cas d'accident aérien de toutes les bases de l'Air Force aux États-Unis. C'est la version perfectionnée du H-43 A, pourvue d'une turbine Lycoming T-53. Il peut être aménagé pour emmener 12 hommes équipés.



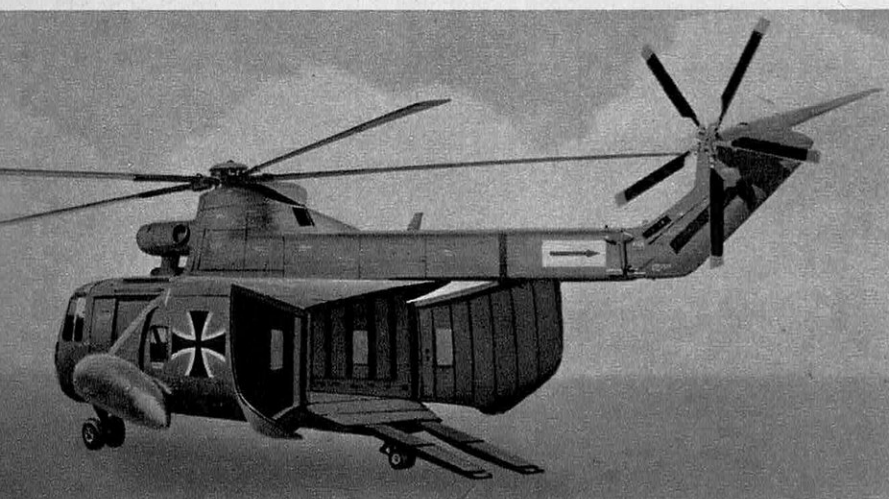
HÉLICOPTÈRES (Voir pour la France page 66)

| Constructeur | Type | Nombre de rotors | Nombre de pales par rotor | Diamètre du rotor (m) | Groupe moteur | Nombre de places | Poids en charge (kg) | Charge utile (kg) | Vitesse de croisière (km/h) | Observations |
|---------------------------|-----------------------|------------------|---------------------------|-----------------------|--|------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|--|
| ALLEMAGNE FÉDÉRALE | | | | | | | | | | |
| BORGWARD | Kolibri 1 | 1 | 3 | 9,40 | 1 moteur Lycoming VO-435 de 250 ch | 3 | 1 200 | 380 | 140 | Hélicoptère léger. Autonomie 3 heures. Prototype. |
| SCHMIDT | Zikade | 1 | 2 | 6,20 | 1 moteur Walter Mikron de 65 ch | 1 | 350 | 120 | 120 | Prototype. |
| BRÉSIL | | | | | | | | | | |
| BAUMGARTL | PB-64 | 1 | 2 | 6,40 | 2 pulsoréacteurs I.T.A. de 13,6 kg de poussée | 1 | 225 | 100 | 120 | Pulsoréacteurs montés sur des bras, faisant fonction de stabilisateurs, à 90° des pales de sustentation. Pas de rotor de queue. |
| CANADA | | | | | | | | | | |
| AVIAN | Model 2/180 Gyroplane | 1 | 3 | 10,05 | 1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch | 3 | 800 | 300 | 210 | Autogire avec hélice propulsive arrière carénée. Tuyères à air comprimé en bouts de pales. Autonomie 650 km. |
| ESPAGNE | | | | | | | | | | |
| AEROTECNICA | AC-12 | 1 | 3 | 8,50 | 1 moteur Lycoming de 168 ch | 2 | 750 | 250 | 115 | Missions diverses. Version AC-15 avec moteur 260 ch. Version AC-13 avec turbopropulseur Artouste, 3 places. |
| | AC-14 | 1 | 4 | 9,60 | 1 turbopropulseur Turboméca Artouste 2 B de 400 ch | 5 | 1 200 | 500 | 170 | Versions agriculture et sauvetage. Autonomie 600 km. |
| | AC-21 | 1 | 4 | 18 | 2 turbopropulseurs Turboméca Turmo 3 de 900 ch | 12 à 14 | 6 000 | 1 600 | 175 | Toutes missions. Autonomie 500 km |
| ÉTATS-UNIS | | | | | | | | | | |
| ADAMS WILSON | Hobbycopter | 1 | 2 | 6,55 | 1 moteur Triumph de 46 ch | 1 | 250 | 60 | 70 | Plans et éléments pour construction par amateurs. Autonomie 180 km. |
| BELL | HU-1 Iroquois | 1 | 2 | 13,40 | 1 turbine libre Lycoming T-53 de 860 ch | 6 | 3 260 | 1 500 | 185 | Hélicoptère militaire (version civile 204 B, version à l'étude en Italie avec turbopropulseur De Havilland Gnome). Peut emporter des engins air-sol Nord SS-11 téléguidés. Autonomie 370 km. |
| | 47 G | 1 | 2 | 10,72 | 1 moteur Lycoming VO-435 de 200 ch | 3 | | | | Versions diverses : H-13 H Sioux pour l'armée, HTL pour la marine. Toutes applications civiles. Modèle dérivé à 4 places 47 J Ranger avec moteur 240 ch, et versions militaires correspondantes. |
| BENSEN | B-7 M Gyrocopter | 1 | 2 | 6,10 | 1 moteur Nelson 59 deux-temps de 40 ch | 1 | 200 | 115 | 100 | Type autogire. Autonomie 180 km. Modèle dérivé B-8 M avec moteur McCulloch de 72 ch pouvant entraîner le rotor pour le décollage. |
| | B-9 Little Zipster | 2 co-axiaux | 2 | | 1 moteur Mercury de 60 ch, type hors-bord | 1 | 320 | | 100 | Autonomie 160 km. Prototype. |
| BOEING | Model 107 | 2 en tandem | 3 | 14,73 | 2 turbines libres General Electric CT-58 de 105 ch | 25 | 7 735 | 2 615 | 240 | Hélicoptère de transport civil dérivé du Vertol. Version militaire YHC-1 B Chinook avec 2 turbines libres Lycoming YT-55, rampe de chargement arrière, diamètre des rotors 17,38 m, pouvant transporter jusqu'à 32 hommes équipés ou 27 parachutistes. |
| BRANTLY | B-2 | 1 | 3 | 7,25 | 1 moteur Lycoming VO-360 de 180 ch | 2 | 720 | 250 | 95 | Hélicoptère léger. Autonomie 480 km. |
| CAPITOL | Capitol-Copter | 1 | 2 | 7 | 1 moteur McCulloch deux-temps de 72 ch | 1 | 315 | 130 | 115 | Autogire pour construction par amateurs. Autonomie 350 km. |
| CESSNA | Skyhook | 1 | 2 | 10,65 | 1 moteur Continental FSO-526 de 270 ch | 4 | 1 400 | 450 | 190 | Aménagements type affaires. Autonomie 640 km. |
| DE LACKNER | DH-5 Aerocycle | 2 co-axiaux | 2 | 4,50 | 1 moteur Kiekhoefer Mercury de 40 ch | 1 | | | | Hélicoptère monoplace ultra-léger. Entraînement des rotors par chaîne. Expérimental. |
| DEL MAR | DH-1 Whirlymite | 1 | 3 | 4,88 | 1 moteur Kiekhoefer Mercury | 1 | 250 | 100 | 90 | Hélicoptère monoplace ultra-léger. Autonomie 145 km. Version avec turbine Solar Titan de 65 ch. |
| DE TEMPLE | DH-28 | 2 co-axiaux | 2 | 4,25 | 1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch | 2 | 555 | | 120 | Hélicoptère léger. Autonomie 400 km. Prototype en construction. |
| DOMAN | LZ-5-2 | 1 | 4 | 14,65 | 1 moteur Lycoming SO-580 de 400 ch | 8 | 2 360 | 885 | 130 | Toutes missions. Autonomie 615 km. Prototype. |
| GYRODYNE | Rotorcycle | 2 co-axiaux | 2 | 4,57 | 1 turbine libre Solar T-62 de 62 ch | 1 | 240 | 100 | | Ultra-léger, repliable. |
| HILLER | YROE-1 Rotorcycle | 1 | 2 | 5,63 | 1 moteur Nelson H-63 B deux-temps de 43 ch | 1 | 252 | 110 | 80 | Construit sous licence en Angleterre par Saunders-Roe. Hélicoptère ultra-léger, repliable. Autonomie 250 km. |
| | UH-12 Raven | 1 | 2 | 10,67 | 1 moteur Lycoming VO-540 de 305 ch | 3 à 4 | 1 240 | 325 | 145 | Hélicoptère léger. Versions nombreuses pour l'armée et la marine. Version civile 12 E-4. Autonomie 360 km. |
| HUGHES | 269 A | 1 | 3 | 7,60 | 1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch | 2 | 704 | 250 | 136 | Hélicoptère ultra-léger. Versions civile et militaire. |
| KAMAN | HU2K Seasprite | 1 | 4 | 13,41 | 1 turbine libre General Electric T-58 de 1 250 ch | 13 | 3 325 | | | Missions diverses pour la marine. |

| Constructeur | Type | Nombre de rotors | Nombre de pales par rotor | Diamètre du rotor (m) | Groupe moteur | Nombre de pales | Poids en charge (kg) | Charge utile (kg) | Vitesse de croisière (km/h) | Observations |
|---|------------------|------------------|---------------------------|-----------------------|---|-----------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|--|
| KELLETT MCDONNELL MONTE-COPTER OMEGA RÔTOR-CRAFT RÔTORWING SIKORSKY | K-17 | 1 | 2 | 11,28 | 1 turbine Blackburn-Turboméca Turmo 600 entraînant un compresseur Boeing 502 | 2 | 780 | 310 | 145 | Ejection d'air comprimé en bouts de pales, sans combustion. Expérimental. |
| | H43-B Huskie | 2 engrenants | 2 | 14,33 | 1 turbine libre Lycoming T-53 de 860 ch | 12 | 2 660 | 1 260 | 170 | Sauvetage. Autonomie 340 km. |
| | KD-1 A | 1 | 3 | 12,20 | 1 moteur Jacobs R-755 de 225 ch | 2 | 998 | 250 | 180 | Autogire. Missions diverses. Autonomie 300 km. |
| | Model 120 | 1 | 3 | | 3 turbocompresseurs Airesearch GTC-85 | | 2 835 | 1 750 | | Grue volante. Chambres de combustion en bouts de pales. |
| | 15 Triphibian | 1 | 2 | 11 | 1 compresseur Continental 141 de 200 ch | 3 | 910 | 350 | 120 | Hélicoptère amphibie. Ejection d'air comprimé en bouts de pales sans combustion. Autonomie 160 km. |
| | BS-12 D | 1 | 4 | 11,90 | 2 moteurs Lycoming O-540 de 260 ch | 5 | 2 150 | 600 | 135 | Grue volante et applications agricoles. |
| | Pinwheel | 1 | 2 | 5,18 | 2 moteurs fusées à eau oxygénée en bouts de pales de 12 kg | 1 | 227 | 110 | 130 | Ultra-léger pour la marine américaine, repliable. En cours de développement est la version Sky Hook, de dimensions réduites et de puissance accrue pesant à vide 34 kg et pouvant enlever 180 kg. |
| | Sportsman | 1 | 2 | 8,37 | 1 moteur Continental de 115 ch | 2 | 544 | 150 | 150 | Autogire. Hélice propulsive. |
| | S-58 | 1 | 4 | 17,08 | 1 moteur Wright R-1820 de 1 525 ch | 12 à 18 | 5 850 | 2 420 | 160 | Toutes applications civiles et militaires. Armée et marine. Cabine conditionnée. Autonomie 400 km. |
| | S-60 Skycrane | 1 | 5 | 21,96 | 2 moteurs Pratt et Whitney R-2800 de 2 100 ch | | 14 150 | 5 000 | 165 | Grue volante en construction. Version future S-64, chargée utile 8 000 kg avec 2 turbines à gaz Pratt et Whitney JPTD-12 de 4 050 ch. En projet. Grue volante avec rotor à 12 pales, 4 turbines, charge utile 37 000 kg. |
| UMBAUGH GRANDE-BRETAGNE WESTLAND | S-61 | 1 | 5 | 18,91 | 2 turbines libres General Electric CT-58 de 1 250 ch | 25 à 28 | 8 420 | 4 245 | 220 | Hélicoptère amphibie ou non de transport commercial. Autonomie 560 km. Doit être aussi construit au Japon. Version S-61 D militaire avec vaste porte de chargement arrière. Version anti-sous-marin HSS-2. |
| | S-62 | 1 | 3 | 16,17 | 1 turbine libre General Electric CT-58 de 1 050 ch | 11 | 3 375 | 1 220 | 160 | Hélicoptère amphibie de transport commercial. Autonomie 450 km. |
| | 18 | 1 | 3 | 10,70 | 1 moteur Lycoming de 180 ch | 2 | 815 | 275 | 160 | Autogire. Autonomie 570 km. |
| | Widgeon | 1 | 3 | 15 | 1 moteur Alvis-Leonides 521/2 de 500 ch | 5 | 2 675 | 670 | 130 | Dérive du Sikorsky S-41. Passagers, fret ou tous usages. Autonomie 500 km. |
| | Whirlwind | 1 | 3 | 16 | 1 moteur Alvis-Leonides Major 160 de 740 ch ou Pratt et Whitney R-1340 de 550 ch ou Wright R-1300 de 700 ch | jusqu'à 12 | 3 500 | 1 000 | 138 | Versions diverses civiles et militaires (transport, anti-sous-marins, ambulance, sauvetage), dérive du Sikorsky S-55. Autonomie 650 km. Une version est équipée d'une turbine libre De Havilland Gnome de 1 025 ch, vitesse de croisière 160 km/h. |
| | Wessex | 1 | 4 | 17,05 | 1 turbine libre Napier Gazelle de 1 430 ch | 14 | 5 700 | 2 250 | 185 | Dérive du Sikorsky S-58. Versions civiles et militaires (anti-sous-marins, ambulance, sauvetage, transport). Autonomie 630 km. La version Series 2 sera équipée de 2 De Havilland Gnome et pourra emporter 16 passagers. |
| | Belvedere | 2 | 4 | 14,83 | 2 turbines libres Napier Gazelle Series 2 de 1 650 ch | jusqu'à 25 | 8 400 | 3 000 | 220 | Militaire, fret et personnel, toutes missions (ambulance, sauvetage, transport). Autonomie 150 à 600 km. Version civile 192 C en projet. |
| | P-531 Wasp Scout | 1 | 4 | 9,80 | 1 turbine libre Blackburn Nimbus de 650 ch | 6 | 2 250 | 1 000 | 180 | Toutes missions civiles et militaires. Autonomie 500 km. |
| | Rotodyne | 1 | 4 | 31,75 | 2 turbopropulseurs Rolls-Royce Ty de 5 250 ch | jusqu'à 70 | 24 250 | | 325 | Transport passagers et fret. Rotor avec tuyères en bout de pales alimentées en air comprimé pour décolage et atterrissage en hélicoptère, et en rotation libre pour vol en autogire avec 2 hélices propulsives. |
| | A-104 Helicar | 1 | 2 | 7,95 | 1 moteur Agusta A de 120 à 140 ch | 2 | 640 | 250 | 135 | Hélicoptère léger toutes missions. Peut être monté et démonté par une personne. Rotor avec barre stabilisatrice type Bell. Autonomie 330 km. |
| ITALIE AGUSTA | Model 102 | 1 | 2 | 14,50 | 1 moteur Pratt et Whitney R-1340 de 600 ch | 10 | 2 850 | 1 000 | 160 | Civil et militaire. Rotor système Bell. |
| | AZ-101 G | 1 | 4 | 19,81 | 1 turbopropulseur De Havilland Gnome de 1 000 ch | 30 | 11 300 | 5 000 | 200 | Civil et militaire. Rampe de chargement arrière. Autonomie 500 km. |
| | 7002 | 1 | 2 | 12 | 1 turbocompresseur Fiat 4700 de 530 ch | 6 | 1 400 | 750 | 135 | Transport passagers et fret. Ejection d'air comprimé en bouts de pales sans combustion. Autonomie 300 km. Prototype. |
| FIAT | | | | | | | | | | |

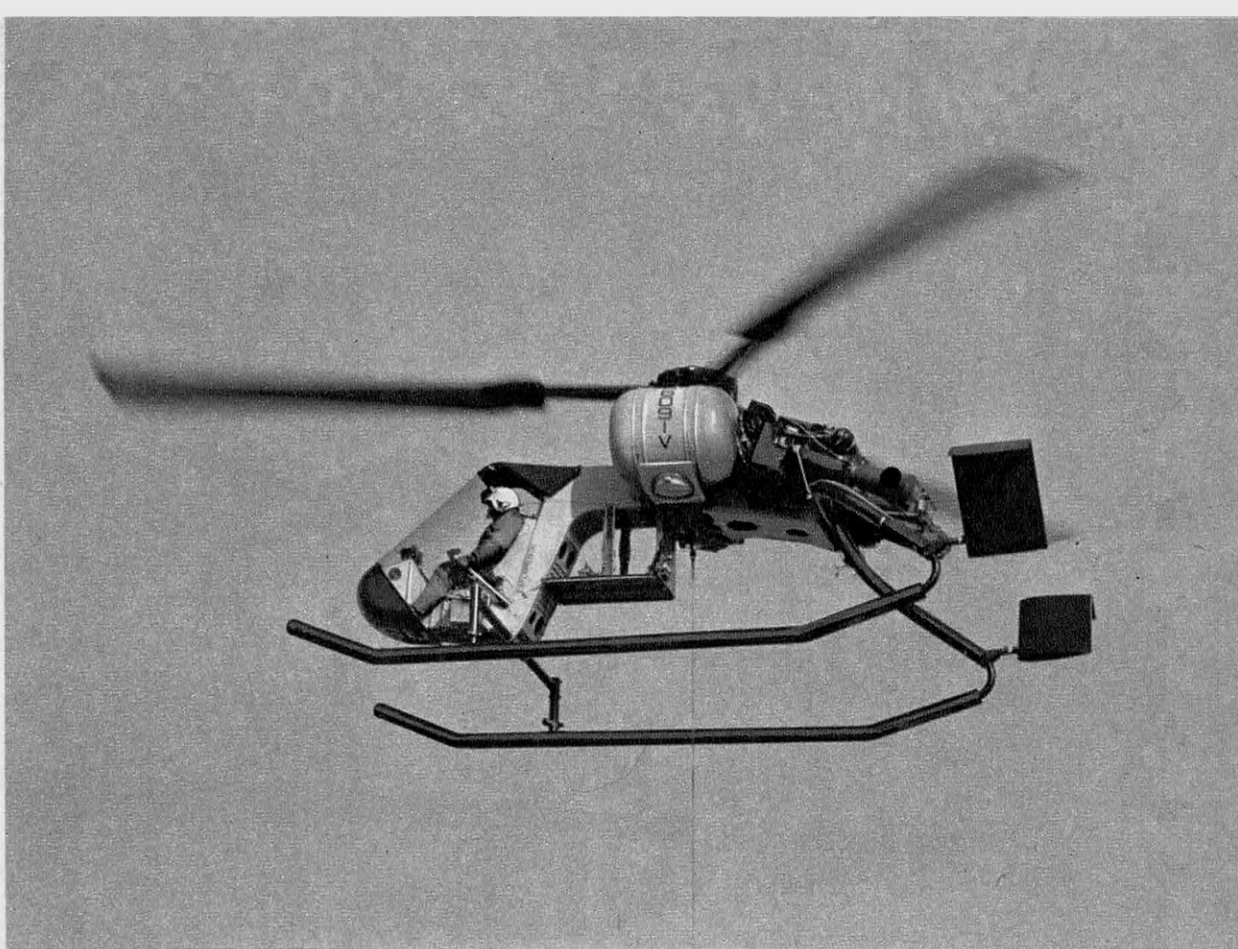


← **LE HU-2 K SEASPRITE** de Kaman est un hélicoptère rapide qui entrera en service dans l'U.S. Navy en 1961. Il est apte à remplir les missions les plus diverses : transport de personnel, (13 hommes), transport de fret accroché extérieurement à la cabine, ambulance, sauvetage, reconnaissance, détection et attaque des sous-marins.



← **LE SIKORSKY S-61 D** est la version militaire, avec vaste porte de chargement arrière, de l'hélicoptère amphibie toutes missions S-61. La maquette porte ici l'insigne de la Luftwaffe parce que Sikorsky propose l'appareil à l'O.T.A.N. La version de transport commercial peut emporter jusqu'à 28 passagers à 220 km/h.

| Constructeur | Type | Nombre de rotors | Nombre de pales par rotor | Diamètre du rotor (m) | Groupe moteur | Nombre de places | Poids en charge (kg) | Charge utile (kg) | Vitesse de croisière (km/h) | Observations |
|----------------------------------|-----------------|------------------|---------------------------|-----------------------|--|---------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|--|
| LUALDI | L-59 | 1 | 2 | 10,60 | 1 moteur Continental 470 D de 260 ch | 4 | 1 200 | 460 | 140 | Hélicoptère léger toutes missions. Rotor système Hiller. Autonomie 3 h 30 mn. |
| PAYS-BAS N.H.I. | Kolibrie | 1 | 2 | 10 | Statoréacteurs NHI TJ-5 en bouts de pales de 23 kg | 2 | 700 | 400 | 95 | Toutes missions (grue volante, agriculture, etc.). Autonomie 100 km. |
| TCHÉCOSLOVAQUIE | HC-2 | 1 | 3 | 8,80 | 1 moteur Walter M-110 de 105 ch | 2 | 580 | 180 | 100 | Hélicoptère léger toutes missions. Autonomie 150 km. |
| U.R.S.S. | HC-3 | 1 | 3 | 11,60 | 1 moteur Walter M-108 H de 240 ch | 5 | 1 400 | | 160 | Toutes missions. Dérive du HC-2. |
| KAMOV | KA-15 | 2 | 3 | 10 | 1 moteur Al-14 V de 275 ch | 2 | | | 125 | Hélicoptère toutes missions. Rotors contrarotatifs. Autonomie 400 km. Le modèle KA-18 en dérive, avec fuselage allongé. |
| MIL | Mi-1 | 1 | 3 | 14 | 1 moteur Ivchenko Al-26 V de 575 ch | 4 | 2 250 | 450 | 140 | Construit aussi en Pologne. Toutes missions. Autonomie 500 km. Version Mi-3 avec rotor à 4 pales. |
| | Mi-4 | 1 | 4 | 21 | 1 moteur ASh-82 V de 1 700 ch | 8 à 11 | 7 200 | 1 500 | 150 | Versions civiles, transport, agriculture. Versions militaires pour 14 hommes; peut emporter des véhicules divers et canons antichars. |
| | Mi-6 | 1 | 5 | 35 | 2 turbopropulseurs Soloviev TB-2 BM de 4 635 ch | jus- qu'à 120 | 32 000 | | | Le plus grand et le plus lourd du monde. |
| YAKOVLEV | Yak-24 | 2 | 4 | 24 | 2 moteurs ASh-82 V de 1 700 ch | 40 | 14 600 | 4 000 | 200 | Appareil militaire. Existe en version de luxe pour 9 passagers. Peut emporter des véhicules divers et canons antichars. Rampe de chargement. |



↑
LE MC DONNELL 120 est une grue volante pouvant soulever près de 2 t. Le rotor est entraîné par réaction, avec, en bouts de pales, des chambres de combustion alimentées par trois turbocompresseurs.

LE CESSNA SKYHOOK est un quadriplace conçu et équipé en « hélicoptère d'affaires » et dont les premières livraisons auront lieu en 1961. Il est de construction métallique, avec moteur de 270 ch.

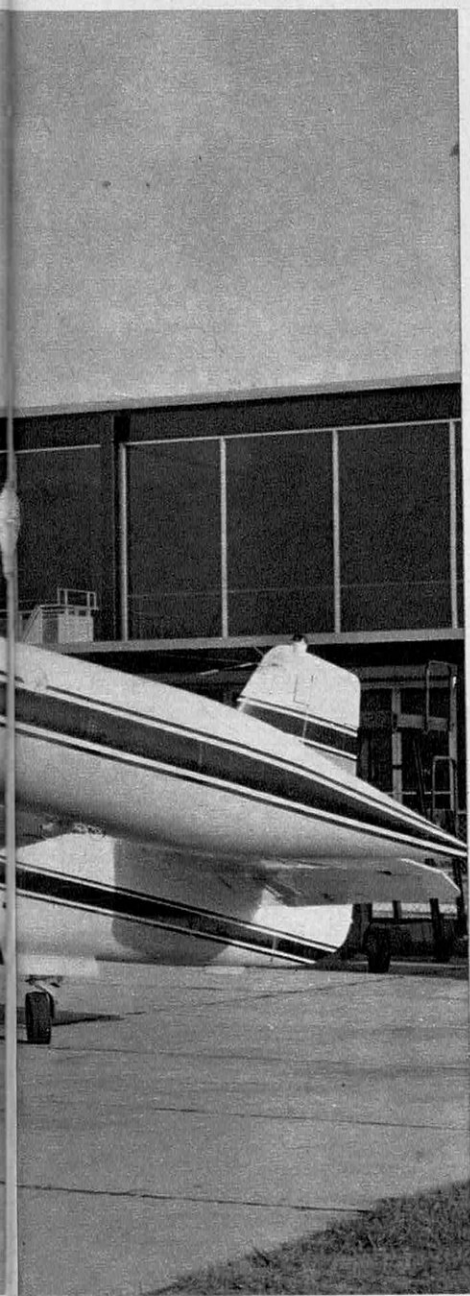




Le Cavalier 2000 de Trans-Florida

C'est la transformation en avion d'affaires luxueux du chasseur North-American F-51 D Mustang de la dernière guerre. Ce biplace en tandem est équipé d'un moteur Rolls-Royce Merlin fabriqué par Packard et vole à 580 km/h.

AVIATION D'AFFAIRES ET PRIVÉE



SI le grand public est à peu près informé de l'évolution des aviations militaire et civile, et même de l'astronautique, par les articles que publie la presse quotidienne, il ignore pratiquement tout de ce que les Américains appellent la « general aviation » qui groupe chez eux les aviations légère, sportive et d'affaires. Pour M. Dupont, qui a cependant sa voiture, posséder un avion est un luxe au même titre qu'un yacht ou un hors-bord. Il ne considère l'avion particulier que sous l'angle d'un jouet dominical hors de prix, réservé à une élite financière que l'on accuse automatiquement de snobisme, ce qui est d'ailleurs parfois vrai.

Pourtant, aux États-Unis, il est presque aussi normal d'avoir son avion que sa voiture. Voulez-vous des chiffres ? La « general aviation » américaine comptait au 1^{er} janvier 1959 près de 70 000 avions qui avaient effectué l'année précédente plus de 12 millions d'heures de vol. Et ces chiffres ont été pulvérisés depuis. Nous avons dit ce que groupe outre-Atlantique le terme « general aviation ». Notre propos n'est pas d'examiner ici l'évolution qui pourrait être celle de l'aviation purement sportive, aviation légère ou vol à voile. Nous nous limiterons à deux seulement de ces « spécialités », l'aviation d'affaires d'une part, l'aviation privée de l'autre. Ce choix, un peu arbitraire convenons-en, est influencé par le fait que ces deux aviations ont connu ces dernières années aux États-Unis comme de ce côté de l'Atlantique, un développement qui ne fait que préfigurer celui qu'on est en droit d'imaginer pour elles dans la prochaine décade.



LE MARKSMAN DE ON MARK est un bombardier Douglas B-26 transformé en avion d'affaires avec l'équipement le plus perfectionné. Avec 2 hommes d'équipage, il loge 7 passagers en cabine pressurisée.

L'aviation d'affaires

Qu'est-ce que l'aviation d'affaires ? Sans doute n'est-il pas inutile de préciser ce que couvre cette expression car on peut facilement constater, au cours de conversations ou de lectures, que tout le monde ne l'entend pas de la même manière. Et, ici encore, nous devons nous référer à l'exemple américain, tant il est vrai que le développement de l'aviation d'affaires s'est fait jusqu'ici quasi exclusivement aux U.S.A. Peut porter la dénomination de « business plane », d'avion d'affaires, tout appareil utilisé par son propriétaire pour effectuer, dans le cadre de son activité professionnelle, tous transports non rémunérés de personnes ou de marchandises. Pour prendre sa pleine signification, cette définition doit être placée dans son contexte, l'aviation civile américaine, laquelle comprend deux grandes subdivisions : les « scheduled airlines », les services réguliers, et la « general aviation », dont la « business aviation » représente environ 50 % en volume.

La croissance de l'aviation de plaisance et d'affaires aux États-Unis n'a pas été régulière. Partie en flèche au lendemain de la guerre et dans l'ivresse de la paix retrouvée, elle fut ensuite ralentie par les événements internationaux. De 15 594 unités en 1947, les livraisons d'avions « utilitaires » tombèrent à 7 037 en 1948, pour descendre jusqu'à 2 302 en 1951. Une remontée régulière conduisit en 1959 à la vente de 7 689 machines, chiffre qui s'est maintenu sensiblement au même niveau en 1960.

Quelle est l'activité de cette flotte ? Elle est énorme puisque représentant, toujours en 1959, plus du double des heures effectuées par les avions utilitaires volant à des fins commerciales et trois fois supérieure au trafic total des sociétés régulières. A l'heure actuelle, la « general aviation » est la principale utilisatrice, et de loin, des aérodrômes américains. Parvenue à un standard technique très élevé du point de vue de l'entraînement des pilotes et des équipements de radio-navigation, elle ne souffre de pratiquement aucune restriction de trafic et il est courant de voir arrêtés côte-à-côte, sur le parking d'un aéroport, un avion de ligne à réaction et un quadriplace de petit tonnage.

Un nouveau secteur industriel en pleine expansion

Il est sans doute superflu de dire que toute une industrie s'est créée autour de cette activité, industrie qui n'est pas limitée, tant s'en faut, à la production des cellules et des moteurs. On se trouve, aux États-Unis, en face d'un secteur industriel consacré aux accessoires aéronautiques plus développé proportionnellement que celui des accessoires d'automobile en Europe. Il existe des centaines de firmes, de tous volumes, se consacrant en totalité ou en partie à la conception et à la fabrication d'appareils de radio-navigation sans cesse plus efficaces, plus poussés et plus précis, et à celles de tous les équipements et accessoires annexes, nécessaires ou non. Il suffit d'ouvrir des revues



LE RÉCENT AVRO 748 A TURBOPROPULSEURS existe en version affaires pour 8 à 20 passagers en cabine conditionnée et pressurisée. Son rayon d'action est de 3 600 km et une cuisine y est aménagée.

spécialisées américaines pour se rendre compte, à la lecture des centaines de placards publicitaires, de l'ampleur du mouvement qui, ainsi que nous le verrons plus loin, est en voie de gagner l'Europe.

Sans être évidemment ce qu'elle était au lendemain de la guerre, lorsque plusieurs dizaines de firmes produisaient des appareils de types variés, mais souvent proches les uns des autres par leur conception et leur performance, l'industrie américaine des avions légers a atteint un stade de développement que peuvent lui envier certaines des plus grandes entreprises européennes produisant des avions de transport ou de combat !

Jusqu'à 1950, les constructeurs américains, cédant à la facilité, se sont contentés de sortir des avions sans prétention qui satisfaisaient une clientèle avide de voler.

Si c'est en forgeant que l'on devient forgeron, ainsi que le prétend le dicton, c'est en volant que l'on s'aperçoit que le vol en avion léger peut être tout autre chose qu'une agréable distraction. Et c'est à partir du moment où certains sportifs voulurent utiliser leur avion pour des voyages d'affaires qu'ils s'aperçurent que leurs appareils étaient tout à fait insuffisants. Ce fut le départ d'une course technique qui nous conduit aujourd'hui aux portes de l'aviation à réaction.

C'est en 1950 que les premiers quadriplaces à atterrisseur escamotable firent leur apparition. Peu à peu, leur confort s'accrut ainsi que leur vitesse et leur distance franchissable, et, évidemment, leur puissance. Tant et si bien que, de ces monomoteurs,

on tira des bimoteurs qui, grandissant à leur tour, sont devenus de véritables petits avions de lignes. Des sociétés plus importantes qui possèdent leur propre flotte aérienne, ont acquis non seulement des avions de lignes transformés en bureaux volants, mais aussi des avions encore beaucoup plus importants, notamment des avions de combat de la dernière guerre « civilisés », y compris des bombardiers quadrimoteurs ! Cela nous conduirait trop loin de passer en revue les types utilisés mais, pour fixer les idées, nous citerons des appareils comme le Lockheed « JetStar » quadriréacteur, le Grumman « Gulfstream » à deux turbines. Si le premier a trouvé des débouchés militaires, le second a été conçu et est construit uniquement pour les hommes d'affaires. En tout, une quarantaine de types différents sont en production, sans compter les chaînes sortant des avions modernisés ou transformés.

L'avion promoteur de ventes

L'idée de l'aviation d'affaires est encore si peu répandue en Europe que le non-initié imagine mal quelles peuvent en être les applications. Outre-Atlantique un avion fait partie des frais généraux de toute société qui se veut à la hauteur. C'est un élément de promotion des ventes, mais aussi de prestige. De même qu'on ne prendrait pas au sérieux, ici, le banquier qui viendrait en scooter à un rendez-vous important, de même le standing d'une société se juge, en Amérique, en grande partie, à la nature du véhicule

dans lequel circule son « brain trust ». Pratiquement, tous les déplacements de plus de 100 km se font en avion et les aéroports comportent souvent des locaux qui permettent de discuter affaires sur place. Où un voyageur de commerce chez nous utilisera une voiture, il utilisera un avion aux U.S.A.

Cette prolifération des avions d'affaires peut surprendre dans un pays où le réseau aérien local est très développé. En fait, elle s'explique par le nombre des aérodromes qui étaient 3 355 ouverts à la circulation des avions privés en 1959. Et il s'en ouvre une vingtaine chaque année ! Les surfaces désertiques ou peu peuplées étant relativement importantes aux États-Unis, on en arrive à une très forte densité des aérodromes. Ajoutons que des règlements libéraux, qui s'expliquent par la démocratisation de l'aviation légère, permettent de se poser pratiquement partout. De même qu'un conducteur de voiture est laissé libre des chemins qu'il empruntera, de même le pilote américain n'est pas menacé des foudres administratives parce qu'il est allé se poser près d'une ferme, sur une prairie de 500 m de long non homologuée comme aérodrome.

Chaque ville qui se veut assez séduisante pour attirer d'éventuelles industries s'aménage une bande dans le sens des vents dominants, près d'une route et à quelques kilomètres du centre. Une station-service ne tarde pas à naître et, si la ville est assez importante, les grandes firmes ne tarderont pas à y installer des « dealers », des représentants, au même titre que Renault ou Citroën s'assurent une présence dans les principales agglomérations de France.

L'aviation d'affaires à la conquête de l'Europe

Si nous avons tout spécialement insisté sur cette description de ce qu'est actuellement l'aviation d'affaires outre-Atlantique, c'est qu'il y a tout lieu de penser que nous assisterons dans les dix années qui viennent à une transposition en Europe.

Le renouveau en Grande-Bretagne a eu pour point de départ la levée des limitations d'importation des matériels américains. Aussitôt un flot de représentants de tout ce que l'aviation d'affaires américaine compte de constructeurs est venu établir des têtes de pont outre-Manche, sollicités le plus souvent d'ailleurs par des revendeurs anglais. Pourtant, la situation de l'aviation légère britannique n'était guère encourageante. La seule firme construisant des avions de moins de

1 000 kg, Auster, se contentait d'un unique et même thème général sur lequel elle se livrait à quelques variations. Tous ses avions étaient des monoplans à aile haute haubannée et train fixe, robustes certes, mais peu confortables, peu rapides et d'un pilotage qui était très loin d'être agréable. La majorité des avions d'avant-guerre ayant traversé la tourmente sans mal, et les surplus militaires ayant insufflé un sang nouveau en 1946, les pilotes anglais se contentèrent de ce qu'on leur proposait. Ils étaient d'ailleurs de moins en moins nombreux, bien que leur pays soit un des plus « air minded » qui soit. Alors que la France comptait environ 3 000 avions légers en 1959, la Grande-Bretagne n'en possédait plus que 800 environ volant sur 170 terrains contre 302 en France.

Mais cette défection des pilotes anglais n'était qu'apparente, puisque l'apparition des matériels américains donna lieu à une véritable résurrection. Ils n'attendaient pour voler que de se voir proposer des matériels dignes de ce nom. Et, depuis lors, de nombreuses sociétés ont acquis un avion moderne, soit qu'elles aient remplacé les matériels antérieurement utilisés, soit qu'elles aient été conquises par l'aviation d'affaires. Si des statistiques précises n'existent pas encore, il suffit de jeter un coup d'œil sur les listes d'immatriculations d'avions anglais pour constater que l'absorption des appareils américains importés se fait à cadence rapide. Limitées d'abord à des machines légères, destinées principalement aux aéro-clubs et écoles de pilotage, ces importations intéressent de plus en plus fréquemment maintenant des avions de plus gros tonnage, et notamment les bimoteurs de 4 à 6 places.

Quant à l'Allemagne, placée sous l'influence politique des États-Unis, il était logique

LE LAKE LA 4 est un robuste amphibie allégé par un large emploi d'aluminium dans sa structure. C'est un quadriplace dont le rayon d'action atteint 800 km pour une vitesse de croisière de l'ordre de 200 km/h. Il décolle sur piste en 200 m et se manœuvre sur l'eau aussi facilement qu'un hors-bord.



qu'elle prenne un « pli » américain, et c'est dans cette perspective que l'aviation d'affaires allemande s'est créée ces dernières années. Si son volume est encore assez limité, elle n'est constituée que d'appareils des plus modernes, pour la majorité d'origine américaine, bien que deux biréacteurs français « Paris II » aient été commandés, ces derniers mois, par deux industriels. La plus prestigieuse unité de cette flotte sera le quadriréacteur Lockheed « JetStar » commandé par le puissant groupe Krupp.

Monomoteurs quadriplaces

Mais, avant d'aller plus loin dans notre panorama européen de l'aviation d'affaires, peut-être devons-nous examiner quels sont les critères permettant de subdiviser la flotte des avions d'affaires, car la topographie de l'Europe et des continents voisins donnera leur pleine valeur à ces critères.

Passant outre aux monomoteurs légers, nous arrivons tout de suite à la catégorie qui, des deux côtés de l'Atlantique, prend une grande expansion, celle des monomoteurs quadriplaces. Ils sont en général pilotés par leur propriétaire ou par un nombre limité de membres des sociétés auxquelles ils appartiennent. Aux États-Unis, tous ces appareils peuvent recevoir des équipements permettant le vol aux instruments (on dit, en termes techniques, vol I.F.R. pour Instrument Flight Rules, par opposition aux conditions de vol à vue ou V.F.R.). Une majorité de pilotes, grâce à une réglementation souple mais suffisante pour garantir la sécurité, ainsi qu'en témoignent les statistiques d'accidents, possèdent la qualification I.F.R., ce qui étend évidemment dans une très large mesure le champ de leurs activités. Cependant, de

par leur volume forcément restreint, ces appareils ne peuvent recevoir un équipement radioélectronique aussi complet que celui d'un bimoteur. Ils sont utilisés le plus souvent pour des vols assez courts et souffrent, en Europe, de certaines limitations, les trajets possibles comportant souvent des survols maritimes assez longs, entre l'Europe et l'Afrique par exemple.

Les bimoteurs légers

Nous trouvons ensuite les bimoteurs légers qui ont fait une percée en flèche aux U.S.A. depuis deux ans. Leur cabine offre un confort qui, comme celui des quadriplaces, équivaut à celui d'une grosse limousine. Plus sûrs grâce à la présence de deux groupes de propulsion, ils sont évidemment plus coûteux, mais ne souffrent d'aucune limitation d'utilisation, pouvant survoler normalement des étendues maritimes. Leur équipement de navigation peut-être plus poussé, et beaucoup des sociétés qui les utilisent emploient un pilote professionnel dont les licences permettent le vol par absolument tous les temps. De ce fait, ils effectuent, en moyenne, un nombre d'heures de vol élevé, ce qui compense la plus grande importance des frais fixes à amortir. Cependant ces appareils sont encore d'un pilotage assez simple pour pouvoir être pilotés par leur propriétaire.

Les bureaux volants

Dans une troisième catégorie nous trouvons des avions légèrement plus gros qui, sans en avoir le volume, ont à peu de chose près les performances et le confort des avions de lignes. C'est là une catégorie dont le





← **LE CESSNA 407**, quadriplace à cabine pressurisée dérivé de l'appareil d'entraînement T-37, est équipé de deux turboréacteurs Continental J-69 de 635 kg de poussée. Il vole à 726 km/h.

LE LOCKHEED JETSTAR → est un avion d'affaires à réaction pour huit passagers, volant à plus de 800 km/h avec quatre turboréacteurs de 1 360 kg de poussée, disposés à l'arrière du fuselage.

développement est relativement récent et qui tend à prendre une grande ampleur en Amérique. Il n'est déjà plus question, évidemment pour les hommes d'affaires, d'être leur propre pilote. Ces machines sont déjà de petits bureaux volants qui permettent de parcourir de grandes distances sans fatigue et en poursuivant son travail, puisque certains appareils comportent... une table pour la dactylo et même le téléphone ! Ces bimoteurs, dont la majorité appartient maintenant à des types spécialement conçus pour l'aviation d'affaires, grignotent peu à peu un marché qui était jusqu'ici celui des « super-executives », avions de ligne ou de combat transformés en palaces volants et utilisés par les chefs des grosses entreprises pour leurs déplacements avec leur état-major et souvent même leurs clients. C'est à ce marché que correspondent des biturbines comme le Grumman « Gulfstream » ou des quadriréacteurs comme le Lockheed « JetStar », ce qui n'exclut d'ailleurs pas les appareils encore plus gros, puisque près de la moitié des Fokker « Friendship » vendus

par Grumman aux États-Unis l'ont été comme avions d'affaires.

C'est dans cette catégorie qu'apparaît un confort supplémentaire : la pressurisation. Il semble bien, en fait, qu'elle marque une démarcation entre les deux classes d'appareils, tant il est vrai que le seul exemple américain de bimoteur léger pressurisé a été jusqu'ici un échec commercial. Dérivé d'un modèle existant, il a vu son prix croître dans une proportion telle qu'il a été délaissé par la clientèle, ses performances n'étant nullement en proportion.

La pressurisation

A partir de quand la pressurisation se justifie-t-elle sur un avion d'affaires ? C'est là une question sur laquelle les avis sont partagés, mais nous essaierons néanmoins de lui apporter une réponse.

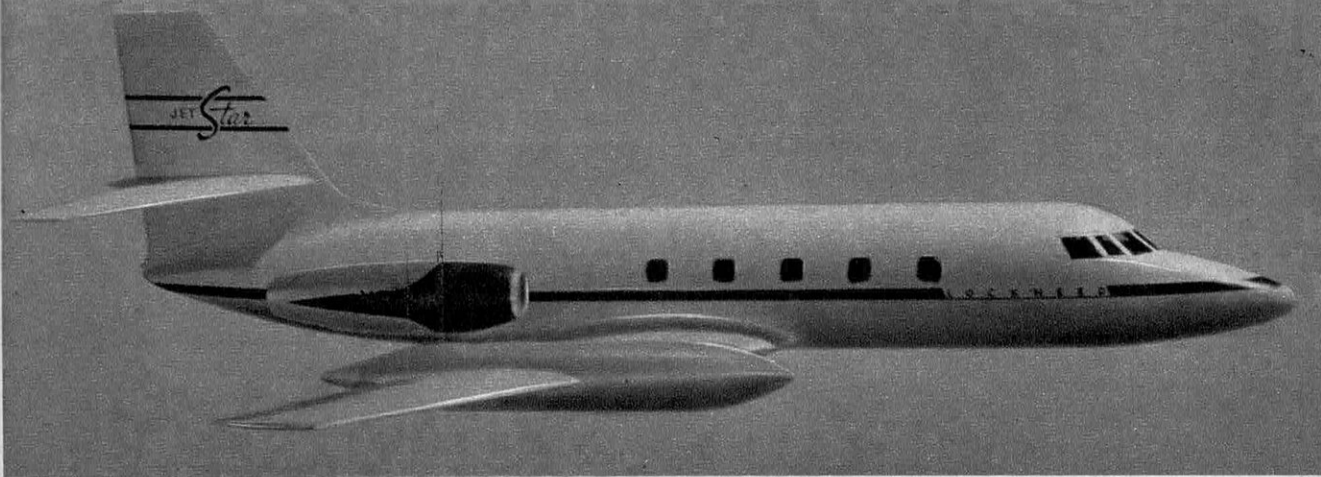
Si un avion d'affaires est employé sur des trajets où existent des lignes régulières, il est presque indispensable que cet appareil

LE PIAGGIO P-166, bimoteur d'affaires à 6 places avec bar, toilette et vaste soute à bagages, a une vitesse de 300 km/h. Autonomie 800 km.



L'AERO COMMANDER 680 F, 5 places, 500 km/h. C'est la dernière version d'une lon





ait des caractéristiques de vitesse et de confort équivalentes de celles des avions de lignes. Comment envisager, par exemple, qu'un homme d'affaires fasse ses liaisons Paris-Alger en Douglas DC-3, alors que la ligne régulière est desservie plusieurs fois par jour par des « Caravelle » ?

D'autre part, la pressurisation permet de voler haut et rapidement pour peu que les groupes motopropulseurs puissent tirer profit des possibilités qui leur sont offertes. Il est difficilement pensable, par exemple, qu'un avion à réaction ne soit pas pressurisé, car les altitudes de croisière économique des réacteurs l'exigent.

Sur le marché européen

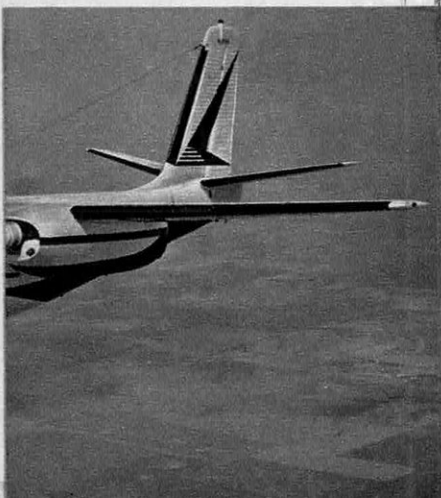
Si la tendance actuelle du marché américain est à l'image de celle qui mit l'industrie automobile en péril il y a quelques années, c'est-à-dire conduisant à des machines sans cesse plus raffinées et plus coûteuses, il semble dès à présent que la physionomie de

l'aviation d'affaires européenne se dessine au travers des productions déjà annoncées ou en préparation. Certes, elle comptera de nombreux monomoteurs légers, mais il apparaît que les deux catégories principales seront celles du bimoteur léger non pressurisé à confort de conduite intérieure, utilisé pour des voyages de 2 ou 3 heures, et du bimoteur rapide à confort « avion de ligne » utilisé pour des liaisons plus longues.

S'il est probable que la seconde catégorie sera longtemps encore équipée d'appareils d'origine américaine, le prix de telles machines nécessitant des séries très importantes, plusieurs bimoteurs légers se disputent déjà le marché européen. Outre des prototypes en essai en Allemagne et Autriche, la Grande-Bretagne fourbit ses armes et l'Italie produit déjà son Piaggio P-166 qui connaît un légitime succès. Cependant, la tentative industrielle la plus audacieuse, techniquement et commercialement, est sans aucun doute celle de la S.F.E.R.M.A. française avec son « Marquis » turbopropulsé.

es, à deux moteurs de 380 ch, vole à 400 gue lignée apparue il y a quelque dix ans.

LE BEECHCRAFT QUEEN AIR, 7 places, est un bimoteur d'affaires doté de l'équipement électronique le plus complet. Vitesse 300 km/h.



Décidée à se lancer dans l'aviation d'affaires, la S.F.E.R.M.A., par le truchement des avions légers qu'elle a transformés pour les besoins de la mise au point des turbines de faible puissance Turbomeca, s'est intéressée à une production de Beechcraft, le « Travel Air », qui semblait particulièrement indiqué pour recevoir des turbopropulseurs. Les essais d'un premier « Turbo-Travelair » furent couronnés de succès et, dans le cadre d'accords passés entre les deux sociétés américaine et française, cette dernière a entrepris la transformation de la plus récente version du « Travel Air », le « Baron ». Par l'adjonction de ses turbines « Astazou », le « Baron » est devenu le « Marquis ». Avant d'en entreprendre la fabrication complète, la S.F.E.R.M.A. a lancé un programme de transformation de cellules « made in U.S.A. ». Six sont sur chantier à St-Nazaire.

Si la S.F.E.R.M.A. croit à la possibilité de produire en France des avions spécifiquement destinés aux hommes d'affaires, c'est qu'elle croit avant tout qu'il existe en puissance un marché français susceptible d'absorber une partie de cette production. Il est un fait certain, c'est que depuis quelques années l'aviation d'affaires s'est acquis droit de cité dans les milieux spécialisés. Et les formes prises par cette activité sont assez diverses.

Le marché français

Après quelques gros magnats industriels qui acquièrent un avion plus pour leurs déplacements de plaisance que d'affaires, on a vu se multiplier le nombre de sociétés possédant leur avion. Plusieurs grandes entreprises possédant des usines décentralisées n'ont rien trouvé de plus efficace pour les déplacements de leurs cadres que d'organiser des services aériens privés entre leur siège social parisien et leurs usines de province. Les appareils généralement utilisés ne comportent que six à huit places, mais ils permettent par tous les temps des liaisons rapides de techniciens et d'ingénieurs, ainsi que le transport des visiteurs. Plusieurs journaux possèdent aussi leur avion, et nombre de voyageurs de commerce ont découvert que les routes aériennes sont moins encombrées que leurs consœurs terrestres et qu'après tout un avion léger n'était ni dangereux, ni difficile à piloter.

Même sur des secteurs où les services aériens réguliers sont très développés, l'avion d'affaires conserve l'avantage d'une grande souplesse d'emploi, n'étant soumis à aucun horaire. Une discussion qui se prolonge n'est plus une catastrophe, et un marché

signé plus rapidement que prévu ne se solde plus par de précieuses heures perdues à attendre le départ de la ligne.

On peut se demander quelles sont les raisons du développement soudain, en deux ans, d'une aviation d'affaires européenne qui était jusqu'ici pratiquement inexistante. En premier lieu, nous sommes parvenus au terme de la période de décalage qui existe souvent entre les États-Unis et l'Europe. En deuxième lieu, l'influence des accords politiques et commerciaux en Europe a été déterminante.

En effet, l'unification commerciale de l'Europe tend à multiplier les liaisons d'une part, à en changer la nature d'autre part. L'imbrication plus étroite des industries, le développement des échanges techniques et commerciaux, vont rapidement rendre insuffisant un réseau aérien régulier pourtant déjà très dense, mais qui ne dessert qu'un nombre relativement limité de grands centres. Tant l'ingénieur que l'homme d'affaires ont besoin désormais de pouvoir effectuer des liaisons d'usine à usine, entre des centres d'une importance ne justifiant pas une escale du réseau régulier. De plus, du fait des associations, des accords techniques et financiers, les réunions d'ingénieurs ou d'agents commerciaux, les conseils d'administration internationaux deviennent chose courante et justifient des déplacements de personnes de plus en plus nombreux.

Il est évidemment assez difficile de donner une idée du potentiel de l'aviation d'affaires en Europe. Cependant, en se basant sur la réalité américaine et sur la rapidité du « démarrage » en Europe, les spécialistes américains en la matière pensent que le stade actuel des États-Unis sera atteint beaucoup plus rapidement qu'on ne le suppose généralement. Si nous citons le chiffre de 40 000 « business planes » actuellement en service aux États-Unis, et si nous le transposons à l'Europe, sans doute paraîtrons-nous un peu utopiste. C'est pourquoi nous nous contenterons d'affirmer ici qu'il y a place en Europe pour un nombre considérable d'avions d'affaires. Il n'y a aucun risque à parier que, dans quelques années, l'aviation d'affaires sera entrée dans les mœurs européennes comme elle l'est depuis longtemps aux U.S.A.

Sur le plan politico-commercial, la fixa-

LE BEECHCRAFT TRAVEL AIR est un appareil →
léger de grand tourisme et d'affaires à 5 places,
avec moteurs de 180 ch et double commande.
Autonomie 1 600 km en croisière à 320 km/h.

tion à 15 % du tarif douanier commun pour les appareils d'un poids à vide équipé de moins de 5 000 kg doit favoriser les constructeurs européens. En attendant, les constructeurs américains intensifient leur effort commercial et développent leurs ventes, profitant de ce qu'aucune concurrence réelle n'existe encore de la part des industriels locaux. Mais cette situation ne va pas durer.

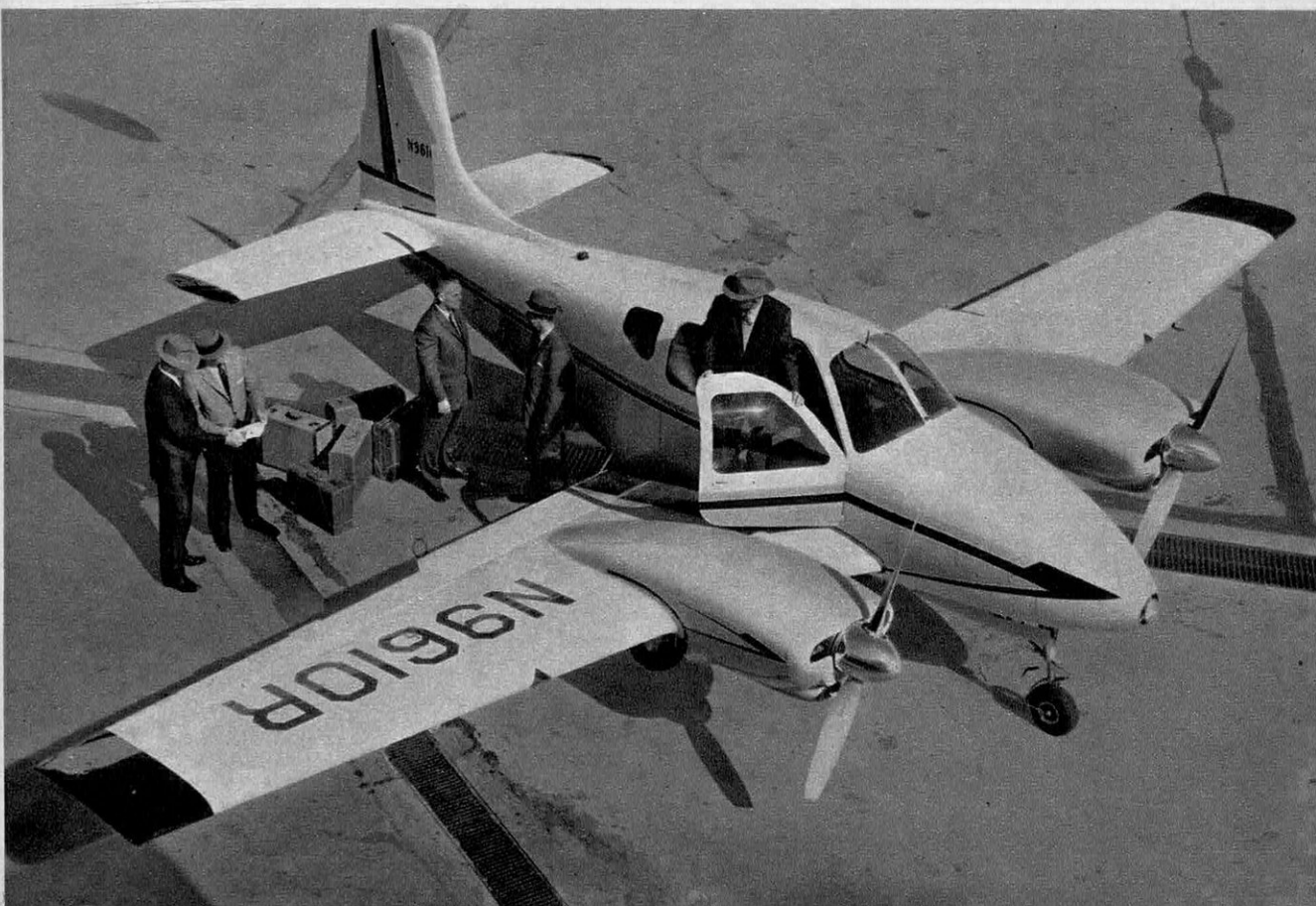
Le choix d'un avion d'affaires

Il est une idée ancrée solidement dans la pensée du public et des utilisateurs éventuels, c'est que le développement de l'aviation d'affaires outre-Atlantique s'explique essentiellement par les grandes distances à parcourir. Or, en fait, les statistiques prouvent que la longueur moyenne des étapes parcourues par les avions d'affaires américains correspond étroitement aux distances européennes, et même à celles intérieures d'un pays comme la France. Il n'est pas douteux, à titre d'exemple, qu'un avion soit intéressant pour un chef d'entreprise qui doit aller de Strasbourg à Bordeaux ou de Lyon à Bayonne. L'unification de l'Europe portera d'ailleurs définitivement le coup de grâce à une conception dépassée.

Les chances de succès de l'aviation d'affaires européenne sont d'autant plus grandes qu'elle bénéficiera, aux premiers stades de son développement, de l'expérience accumulée par les utilisateurs américains, expérience qui peut notamment aider le choix des acheteurs potentiels.

C'est là une question très importante évidemment, à laquelle, même aux États-Unis, une attention suffisante n'est pas toujours accordée. On trouve dans des articles de la presse spécialisée américaine des exemples d'industriels qui, après plusieurs mois d'utilisation de leur avion s'aperçoivent que le modèle qu'ils ont acheté ne correspond pas à leurs besoins, ce qui les entraîne très souvent dans des frais supplémentaires importants pour augmenter l'équipement de radio-navigation ou pour changer l'aménagement intérieur.

Il est évident qu'un nouveau venu à l'aviation d'affaires aura de fortes chances de faire un mauvais choix s'il n'est pas guidé. Ce risque tend à diminuer au fur et à mesure que l'utilisation des avions légers se développe, les contacts entre hommes d'affaires permettant à l'expérience acquise de se propager rapidement. Cependant, surtout dans les deux ou trois prochaines années, les vendeurs



1 Beechcraft A-33 Debonair

Quadriplace type affaires, aile basse (envergure 10 m), train tricycle escamotable, moteur Continental six cylindres de 225 ch. Vitesse 300 km/h, autonomie 1 850 km.

1



2 Cessna Model 210

Quadriplace à aile haute (envergure 11,15 m) et train escamotable. Moteur Continental six cylindres de 260 ch. Vitesse de croisière 300 km/h, autonomie 1 200 km.

3 Procaer Picchio F. 15

Quadriplace de tourisme, aile basse (envergure 9,30 m), train tricycle escamotable, moteur Lycoming de 180 ch. Autonomie de l'ordre de 1 700 km à 270 km/h de croisière.

4 Piper Comanche 250

Quadriplace type affaires, aile basse (envergure 11 m), train escamotable, double commande, moteur Lycoming six cylindres de 250 ch. Vitesse de croisière 290 km/h.

3



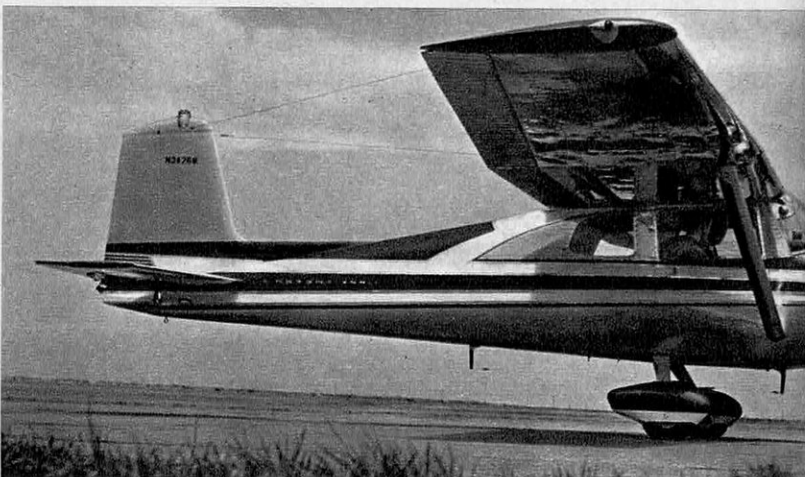
5 Cessna Model 150

Biplace côte à côte, avec ou sans double commande, aile haute (envergure 10,16 m) et train tricycle fixe. Moteur Continental de 100 ch. Vitesse de croisière 190 km/h.

6 Jodel Mousquetaire

Quadriplace léger de tourisme, aile basse (envergure 10,22 m), train fixe, moteur Lycoming quatre cylindres de 180 ch. Vitesse de croisière 230 km/h. Autonomie 1 200 km.

5



7 Mooney Mark 21

Quadriplace de tourisme, aile basse (envergure 10,65 m), train tricycle escamotable. Moteur Lycoming quatre cylindres de 180 ch. Vitesse de croisière 270 km/h.

8 Wassmer Super IV

Quadriplace de tourisme, fuselage en tubes d'acier, aile basse (envergure 10 m), train tricycle escamotable. Moteur Lycoming de 180 ch. Vitesse de croisière 260 km/h.

7

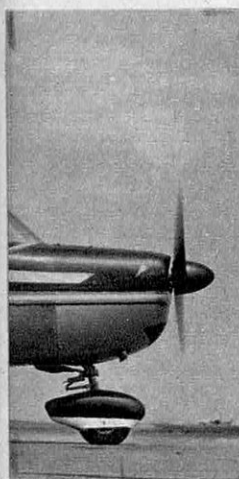




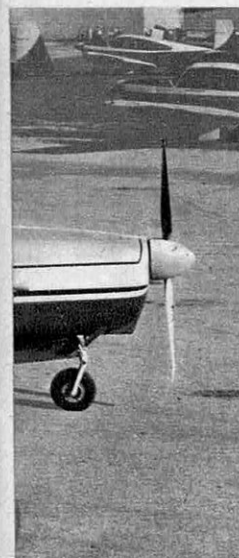
2



4



6



8





auront une part prépondérante à jouer dans le développement de l'aviation dont dépend leur avenir.

Connaissant les besoins d'un client, c'est le vendeur qui devra éclairer son choix et la vente devra certainement s'accompagner, de ce côté de l'Atlantique, d'un gros effort dans les domaines de la promotion des ventes et des services après vente. Tout autant que sur le type de l'avion lui-même, le client aura besoin de conseils pour le choix des équipements, car ceux-ci sont directement fonction de l'utilisation prévue. Pourquoi vendre un avion équipé en I.F.R. à un client qui compte le mettre entre les mains d'un pilote non qualifié pour ce genre de vol ? Inversement, il serait de très mauvaise politique de vendre une machine mal équipée à un acheteur qui aurait besoin, au contraire, d'un appareil « tous temps », mais que le prix d'achat effraie. Tout avion bien vendu, c'est-à-dire donnant satisfaction à son propriétaire du point de vue exploitation, non seulement garantira la conquête du nouvel utilisateur à l'aviation d'affaires, mais deviendra aussi un puissant élément de propagande.

Stations-service Aviation

Il est, cependant, un point qui fait toujours tiquer le candidat propriétaire : les servitudes d'exploitation. A moins qu'il n'appartienne à une très puissante société, il risque d'être effrayé d'avoir à créer un « service aviation »

qui s'occupera de l'entretien courant de son matériel, de la préparation des vols, etc. Une solution à ce problème est celle des « stations-service » qui sont en somme une extrapolation de leurs contre-parties automobiles. C'est d'ailleurs encore un exemple qui nous vient des États-Unis, où de tels établissements existent sur la plus grande partie des aéroports. Tandis qu'il va traiter ses affaires, le « business man » laisse son avion aux mains des spécialistes de la station qui l'examineront, lui et ses divers équipements. Valable à l'escale, cette formule l'est aussi sous forme de « pension » s'il existe au port d'attache de l'avion une de ces stations. Le propriétaire s'en remet alors exclusivement aux techniciens de la station pour tout l'aspect mécanique de son exploitation. Certaines organisations se chargent même de fournir des équipages afin d'éviter des frais inutiles à des propriétaires d'avions qui n'en ont pas un usage quotidien. Ainsi la société à laquelle le volume de ses activités ne permet pas d'envisager raisonnablement d'appointer un pilote à plein temps, et encore moins un mécanicien, se trouve, pour un forfait mensuel, déchargée de l'aspect technique et administratif des opérations. Seuls les très puissants groupes industriels possédant une véritable flotte d'avions ont intérêt à créer un département spécialisé pour son exploitation. Il en existe d'ailleurs déjà quelques exemples en Europe.

Si aucune organisation aussi complète que

← **LE PIPER PA 25 PAWNEE** est un avion spécialisé pour les traitements agricoles et qui, fabriqué en série, sort à raison d'une unité par jour. C'est un monoplace à train fixe avec 5 heures d'autonomie.

celles que nous venons d'évoquer ne fonctionnent encore de ce côté de l'Atlantique, plusieurs sont d'ores et déjà à même de fournir la majeure partie de ce que, en terminologie militaire, on appelle le « support technique ».

Il reste enfin un dernier point à examiner pour clore notre panorama : celui de l'infrastructure et des réglementations. Examiner ces deux points dans le détail serait assurément fort intéressant, mais nous entraînerait beaucoup trop loin. Aussi nous contenterons-nous de disséquer le problème.

A chaque ville son terrain

L'un des écueils sur lesquels l'aviation d'affaires européenne naissante risque de buter, est celui des aérodromes équipés. En effet, si nos pays sont abondamment pourvus de petits aérodromes praticables à la grande majorité des avions de moyen tonnage, ils sont à 95 % dépourvus des installations radioélectriques les plus rudimentaires. Une bonne partie, en France notamment, ne sont que des plates-formes atterrissables plus ou moins gardiennées, sur lesquelles le ravitaillement n'est même pas toujours assuré. Or, pour que l'avion d'affaires se justifie, il faut qu'il permette d'aller partout. Indépendamment de ses capacités propres à se contenter de piste en herbe, l'avion doit pouvoir, à l'étape, « trouver le gîte et le couvert ».

Il n'est pas utopique de dire que, d'ici cinq ans, toute ville d'Europe de 5 000 à 10 000 habitants qui ne possèdera pas sa bande aménagée se vouera à une sclérose définitive. Aucune industrie nouvelle ne viendra plus s'y implanter s'il n'existe pas de possibilité de liaison aérienne. Il ne s'agirait pas pour ces villes de se créer un aéroport avec piste en dur et installations d'atterrissage sans visibilité. Une bande suffisamment dégagée de 600 à 700 m de long, si possible en bordure d'une route, un petit local avec poste VHF, une pompe à essence et un gardien-mécanicien suffiront, en attendant que l'activité aérienne se développe. C'est un devoir pour les municipalités de se pencher sur la question si elles veulent contribuer efficacement au développement économique de leur ville.

Pour ce qui est de l'équipement de mauvaise

visibilité des aérodromes secondaires, il n'est pas nécessaire, dans un premier stade tout au moins, qu'il soit très développé. Il est en effet bien rare, même en conditions de vol I.F.R., de ne pouvoir venir à vue, depuis le terrain équipé le plus proche sur lequel on a percé, vers l'aérodrome secondaire non équipé, but du voyage.

Disons enfin un mot de la réglementation. Le régime sous lequel vole actuellement l'aviation non commerciale ne pourra résister longtemps à la poussée de l'aviation d'affaires. Il n'est pas de pays où l'activité aérienne soit plus intense qu'aux États-Unis puisque près de 12 millions d'heures de vol sont effectuées chaque année par la « general aviation ». Il n'est pas de pays non plus où la réglementation soit plus souple. Le vol y est libre. Point n'est besoin, avant le décollage, de perdre des heures à remplir des formulaires. On monte dans son avion, et on contacte la tour de contrôle pour solliciter l'autorisation de décoller vers telle destination. C'est tout. Et il n'y a pas plus d'accidents qu'ailleurs, proportionnellement à l'activité évidemment.

D'autre part, on laisse aux pilotes pouvant prouver d'un minimum de connaissance du vol I.F.R. la liberté de voler sans pour autant qu'ils doivent suivre un entraînement digne d'un pilote de ligne. Un avion non muni de radio est évidemment inconcevable et, qu'on le veuille ou non, nous en arriverons au même point en Europe dans un proche avenir.

Les appareils européens

Sans doute, pour clore ce chapitre consacré à l'aviation d'affaires, convient-il enfin de nous livrer à un rapide panorama des matériels disponibles.

L'acquéreur éventuel d'un avion d'affaires n'aura que l'embarras du choix car il peut disposer en Europe de pratiquement toute la gamme américaine, ou des productions des principales marques tout au moins. En matière de productions européennes, un tour d'horizon sera beaucoup plus vite fait.

La grande masse des monomoteurs produits en Europe sont de trop faible puissance pour une utilisation régulière en avion d'affaires. Néanmoins quelques tri- et quadriplaces de puissance moyenne commencent à sortir en série, en France notamment. Nous pensons aux Wassmer « Super IV » de construction mixte, au Jodel « Mousquetaire » en bois, aux Gardan « Horizon » et Morane « Rallye » métalliques. Comme le Klemm 107-D allemand et les Procaer et



← **LE UMBAUGH 18** est un autogire léger biplace en tandem avec double commande, qui peut recevoir des aménagements type affaires ou être équipé pour les traitements agricoles. Fairchild doit en construire 10 000 exemplaires d'ici fin 1962.

→ **L'AEROCAR** est un biplace côte à côte, volant à 160 km/h et susceptible d'être transformé en 5 minutes en véhicule routier, remorquant alors ses ailes repliées. Le même moteur actionne l'hélice en vol ou entraîne les roues avant sur la route.

Aviamilano italiens, ils peuvent constituer des avions économiques pour des hommes d'affaires dont les déplacements peuvent éventuellement souffrir des retards dus aux mauvaises conditions atmosphériques. Dans la gamme des bimoteurs, la France n'offre que son « Marquis » à turbines, appareil aux larges possibilités, mais déjà assez coûteux. Rien du côté allemand et italien, un avion aux essais en Autriche. Quant à l'Angleterre, c'est à Farnborough cette année qu'elle fera sa rentrée, que l'on attend spectaculaire. Sous l'impulsion d'une puissante entreprise métallurgique, possédant elle-même sa propre flotte aérienne privée, a été formée la société Beagle qui regroupe Auster et Miles et prépare, en collaboration avec Rolls-Royce qui a acquis des licences de moteurs de faible puissance aux États-Unis, plusieurs machines destinées spécifiquement au marché des avions d'affaires. D'autres industriels travaillent aussi la question, dont Holste en France.

Tout ceci laisse évidemment présager une période plus difficile pour les importateurs d'avions américains, et encore cela n'est pas sûr, car il se peut que la demande se développe plus vite que la production.

L'aviation d'affaires européenne est lancée, et comme il n'est pas d'exemple d'industriel qui ait renoncé à « son » avion après en avoir eu un, il ne fait aucun doute qu'elle est à la veille d'un développement prodigieux.

L'aviation privée

Considéré par beaucoup comme un luxe un peu tapageur, l'avion privé connaît depuis quelques années en Europe une vogue qui, pour n'être pas égale à celle dont il bénéficie aux États-Unis, n'en est pas moins assez extraordinaire. Pourtant l'aviation légère est aussi à la veille d'une révolution en Europe, car elle se développera de pair avec l'aviation d'affaires. Les terrains créés pour les besoins de la seconde ne pourront que stimuler un emploi généralisé des avions légers qui seront d'autant plus séduisants qu'ils affranchissent leurs utilisateurs des servitudes d'un réseau routier de plus en plus encombré. Un exemple est d'ailleurs symptomatique : le démarrage de la chaîne du « Rallye », premier avion de tourisme produit en France sur une échelle réellement industrielle, avec des cadences de production dignes de ce nom. Il y a trois ans seulement, aucun constructeur d'avion n'aurait osé penser pouvoir gagner de l'argent en construisant des avions légers en très grande série. Chose plus significative encore, Morane n'est pas seul à croire à cette possibilité, et l'ingénieur Yves Gardan a dessiné un quadriplace à la mode américaine, mais coûtant deux fois moins cher grâce à une structure d'une simplicité sans égale. Quant à Morane-Saulnier, 100 heures d'ouvrier suffisent pour construire une cellule de son



« Rallye », ceci grâce à un procédé unique et révolutionnaire de soudure automatique par points.

Cette expansion de l'aviation légère française est due en grande partie à la compréhension de l'État qui a consenti à accélérer ce développement par l'attribution de primes d'achat. Cependant, devant l'ampleur du mouvement, il est à craindre que le maintien de ces primes sans distinction des conditions d'emploi des avions ne conduise bientôt à un budget trop élevé. Mais, en admettant même que des limitations interviennent, ces primes auront néanmoins joué leur rôle, ayant contribué largement à faire de l'aviation privée française la deuxième du monde.

Avions sûrs, pilotes sûrs

La place nous manquerait ici pour examiner tous les problèmes qui intéressent l'aviation privée. Tout au plus pouvons-nous citer le principal qui est celui des limitations d'activités dues aux trafics aériens militaires et surtout civils, dans la région parisienne notamment. L'encombrement sans cesse plus dense du ciel conduira certainement dans ces prochaines années à un renforcement accru du cloisonnement de l'espace aérien et à l'obligation pour les avions légers de comporter au moins un poste de radio.

Cependant, une fois encore, il n'y a pas de

raison que ce qui se fait aux U.S.A., paradis de l'aviation légère, ne puisse être transposé en Europe. On peut à ce sujet noter une chose, c'est que dans ce pays, le seul où la pratique de l'aviation soit réellement démocratisée, ce que l'on a coutume d'appeler l'« avion de sécurité » n'existe pas. Il existe des avions sûrs, évidemment, mais surtout des pilotes sûrs. Car c'est là que réside la vérité. C'est à notre sens une utopie de penser vulgariser l'aviation grâce à des avions qui seraient, dit-on, à la portée de tous. Piloter un avion léger n'est pas plus difficile que de conduire une voiture. Même moins peut-être. Mais il importe que les pilotes connaissent les limites de leurs machines, et c'est de ce côté qu'un grand effort doit être fait.

Quelle que soit la sécurité intrinsèque d'un avion, on n'empêchera jamais son pilote de pratiquer le jeu grisant du « rase-mottes ». Or chacun sait que c'est là la cause principale des accidents d'aviation légère.

Avec l'aide vulgarisatrice de l'aviation d'affaires et selon l'évolution naturelle de notre vie moderne, aidée en cela par les progrès de l'Europe politique, on est en droit d'attendre pour l'aviation privée de ce côté de l'Atlantique un développement immense dans les dix prochaines années. L'aviation à la portée de tous n'est plus une utopie.

R. DE NARBONNE

LIBRAIRIE

SCIENCE ET VIE

24, Rue Chauchat, Paris 9^e - Tél. TAI 72 86

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.

(Catalogue général, 7^e édition 1960, prix franco NF 4,00)

AÉRODYNAMISME

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 dans les ondes de pression. 324 p. 16 × 25, 150 fig., relié, 1951. NF 56,00

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., relié, 1958. NF 64,00

LA MÉCANIQUE DU VOL. Performances des avions et des engins. George L. et Vernet J. F. — Position du problème. Trièdres de référence. Hypothèses habituelles du calcul des performances. Les forces de masse. Les forces de propulsion. Les forces aérodynamiques (généralités, régime subsonique). Les forces aérodynamiques en transsonique et en supersonique. Précisions sur les notions d'altitude et de vitesse. Les équations du vol. Considérations sur l'équation de sustentation. Calcul des performances (principe des diverses méthodes). Puissances utilisables et nécessaires. Poussée utilisable et nécessaire (précisions sur les définitions). Caractéristiques du vol en palier. Avions à hélices. Aérodynes à réaction. Étude du virage. Le vol sans moteur. Les accélérations longitudinales. La montée à vitesse pratiquement constante. La montée à vitesse variable. Décollage et atterrissage. Distance franchissable. Autonomie. Exemples de problèmes d'optimisation d'avions de transport. Notions élémentaires sur la stabilité et la maniabilité. Les phénomènes limitant les performances. Annexes : La propulsion par l'hélice. Méthode graphique d'exploitation de l'équation de sustentation. Recherche d'une loi de montée optimum. Quelques remarques sur les performances des véhicules hypersoniques terrestres. Exercices de calculs des performances. Abaques et tableaux numériques. 468 p. 16 × 25, 344 fig., 17 planches, relié, 1960. NF 98,00

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. 160 p. 16 × 25, 115 fig., 2^e édit., 1960. NF 20,00

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 édit., 1957. NF 19,50

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. NF 31,00

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. NF 60,00

FABRICATION DES AVIONS ET MISSILES. Guibert M. P. Le plan de fabrication : Établissement, représentation et exploitation. Généralités sur l'outillage. La fabrication des pièces détachées : Traçage, perçage, mise au contour. Formage. Profilage, cintrage. Forgeage, filage, fonderie. Fraisage à longue course. États de surface. Usinages par étincelage et par ultrasons : usinage chimique. Traitements. L'assemblage : Rivetage. Soudage. Collage. Nids d'abeilles. Matériaux composites et plastiques. Le montage des ensembles. Cadencement des opérations. Outillages d'assemblage. L'aménagement et le montage final : Équipement des ensembles. Chaînes de montage final ; atelier de piste. L'interchangeabilité. Le contrôle technique. Les fabrications spéciales. L'évolution des fabrications aéronautiques : Évolution due aux matériaux et demi-produits ; évolution de l'outillage, des procédés, des machines. Évolution de la technique avion ; mur de la chaleur. Avions hypersoniques. Fabrication des missiles. 848 p. 19 × 27, 693 fig., relié toile, 1960. NF 125,00

ESSAIS EN VOL. Performances et qualités de vol. Renaudie J. Tome I. Étalonage. Performances : Étalonage. — Passage sur base. Passages à la tour. Accompagnements. Avions balise. Étalonage : d'incidence, de dérapage. Méthodes continues d'étalonage. Performances : Performances en palier rectiligne des avions à réaction ; en montée ou descente rectiligne uniforme (avions lents, planeurs) ; en montée rectiligne, uniforme ou non des avions à réaction ; en virage, marges de manœuvre. Domaine de vol, décrochage et limites de manœuvre. Détermination, en vol, des coefficients aérodynamiques, polaire en vol. Décollages et atterrissages. 192 p. 16 × 25, tr. nbr. fig., 2^e édit., 1960.

Tome II. Qualités de vol : Stabilité longitudinale stabilité transversale. Maniabilité latérale, efficacité des ailerons. Maniabilité longitudinale, efficacité de la gouverne de profondeur. Action initiale des gouvernes. Décrochage et vol à basses vitesses, atterrissage et décollage. Vol à puissance

dissymétrique. 164 p. 16 x 25, cr. nbr. fig., 2^e édition, 1960.
Les deux volumes ensemble NF 39,00

MOTEURS D'AVIONS. Marchal R. — Historique. Le fonctionnement thermodynamique 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'embiellage. Recherche des efforts dans l'embiellage. Calcul de résistance des organes de l'embiellage. 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. Carburant. 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, 678 p. 19 x 28, cart. 1 vol. de planches 21 x 27, 73 planches sous portefeuille cartonné, 2^e édit., 1953 NF 140,00

TECHNOLOGIE ET FONCTIONNEMENT DES MOTEURS D'AVIATION. Lorrin M. de. — Notions de Thermodynamique. Fonctionnement du moteur d'aviation. Technologie des divers organes. Description de quelques moteurs typiques. Autres systèmes de moteurs d'aviation. 333 p. 16,5 x 25, 170 fig., 6 pl. hors-texte, 3^e édit., 1949 NF 20,00

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 : turbo-réacteurs. Pulso-réacteurs. Avions. Hélicoptères. 440 p. 14 x 22, nombr. fig., 2^e édit., relié, 1952 NF 34,00

LE TURBORÉACTEUR ET AUTRES MOTEURS A RÉACTION. Kalnin A. et Laborie M. — Bases de propulsion par réactions : moteurs, combustibles, matériaux. Turbo-réacteurs : compresseurs, chambre de combustion, turbine, alimentation, allumage. Énergétique des turbo-réacteurs : poussée, puissance, rendement. Turbo-réacteurs en utilisation : installation, entretien, pannes. Fusées, stato-réacteurs, pulso-réacteurs, motoréacteurs, turbopropulseurs, propulsion par réaction et vol vertical : hélicoptères, appareils divers. 402 p. 16 x 25, 280 fig., relié toile, 1958 NF 53,00

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 x 21,53 fig., 1952 NF 12,00

TURBINES A GAZ ET REACTEURS. Lefort P. — Compoundage du moteur à pistons. Turbine à gaz, étude théorique. Turbine à gaz, problème du carburant. Pulso-réacteur, stato-réacteur 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 x 19,5, 59 fig., 24 pl. hors-texte, 1953 NF 7,00

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 x 21, 211 fig., 2^e édit., 1956 NF 18,00

Tome II : Les Moteurs : Caractéristiques de quelques avions récents. Montage, réglage et entretien des avions. Les planeurs. Les moteurs d'avion (études théorique et pratique). Les moteurs à réaction et turbines à gaz. 328 p. 13,5 x 21, 206 fig., 2^e édit., 1956 NF 18,00

L'HÉLICOPTÈRE. Moine J. — Le pilotage : Caractéristiques et principes. Manœuvres et évolutions. Vol de nuit, vols 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 x 23, 1953 NF 12,50

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 x 24, 57 fig. 1949 NF 7,60

RADIO - ÉLECTRICITÉ - RADAR

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 x 23, 400 fig., 4^e édit., 1957 NF 15,00

LA RADIO DANS LA NAVIGATION. Reynes X. — Radiotélégraphie. Radiogoniométrie. Radiophares. Radioterrage. Radars-sondeurs U. S. et radioélectriques. 342 p. 16 x 25, 230 fig., 3^e édit., 1951 NF 18,00

LES STATIONS RADIOÉLECTRIQUES DE BORD MARINE ET AVIATION. Reynes X. — Règles de services. Description. Schémas. Exploitation. Réglages. Code Q. 210 p. 13,5 x 21, 105 fig., 1951 NF 9,90

CE QUE LE TECHNICIEN DOIT SAVOIR DU RADAR. Chrétien L. — Les lampes pour ondes courtes. Lignes coaxiales. Lignes de transmission. Guides d'ondes. Radiateurs d'ondes. Les circuits modulateurs. Le récepteur du radar. I. F. F. ou dispositifs d'identification. 248 p. 14 x 22,5, 236 fig., 2^e édit., 1955 NF 9,90

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 x 25, nbr. fig., 1951 NF 23,00

BALISES RADAR. Roberts A. — L'emploi des balises. Exigences des systèmes comportant des balises. Codage et communications. Trafic et construction. Projets de balises : circuits HF. Récepteurs de balises. Émetteurs de balises : les magnétrons. 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 des balises. Installation, mise en fonction et entretien. 630 p. 16 x 24, 236 fig., nbr. photos, relié, 1950 NF 36,00

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. Navigations. Atterrissage. Radar. Équipement de bord et au sol. Automatisme et télécommande. Mesures électroniques. Contrôles électroniques. Machines à calculer électroniques. Matériaux. 846 p. 19 x 28, 565 fig., relié toile, 1955 NF 75,00

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 x 21,5, 114 fig., 1954. **Annexe :** Cartes synoptiques. Transmission 40 p. 15 x 21,5, 6 tabl., 1954. Les 2 vol. NF 32,00

LA MÉTÉOROLOGIE DU NAVIGANT. Viat 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 x 24, 40 pl. nuages (3 en couleurs), 150 illustr., 7 pl. en couleurs. Nouvelle édit., 1956. NF 19,50

MANUEL DE MÉTÉOROLOGIE DU VOL A VOILE. Bessemoulin J. et Viat 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 x 24, 165 fig., 2^e édit., revue et mise à jour, 1956. NF 14,00

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 x 25, 120 fig., 1952. NF 23,00

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. NF 10,00

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, nombr. fig., 1951. NF 11,50

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. NF 9,50

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, nombr. photos et fig., 8^e édit., 1960. NF 9,60

COMMENT APPRENDRE A PILOTER UN HÉLICOPTÈRE. 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. NF 9,90

INVITATION AU VOL A VOILE. Beauville J. et G. — Les hommes. Les machines. Le ciel. La vie du vol à voile. Croquis de piste. 212 p. 13,5 x 21, illustré, 1960 NF 8,50

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. NF 12,00

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. NF 14,00

HISTORIQUE - VULGARISATION

HISTOIRE DE L'AVIATION des origines à nos jours. **Chambre R.** — 512 p. 22 x 28, 1 100 illustr. hélios, 20 planches en couleurs, relié jaquette ill., 1958 NF 65,00

LES GRANDS PROBLÈMES TECHNIQUES DE L'AVIATION. Lachniet J. — L'aérodynamique des grandes vitesses. La propulsion des avions. L'envol vertical. Les méthodes nouvelles de fabrication. Le développement de l'aviation commerciale. L'évasion vers l'espace. Les engins guidés. 118 p. 14 x 22, 53 fig., 1960. NF 9,00

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. NF 33,00

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. NF 8,65

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. NF 9,50

Tome II. 223 p. 16 x 25. 1955. NF 9,50

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 NF 1,00). Envoi recommandé: NF 0,60 de supplément.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

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

Je n'ai qu'un regret

c'est de n'avoir pas connu plus tôt l'École Universelle !

écrivent des centaines d'élèves enthousiastes, rendant ainsi hommage au prestigieux ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE de la plus importante école du monde, qui permet de faire chez soi, à tout âge, brillamment, à peu de frais, les études les plus variées, d'obtenir en un temps record tous diplômes ou situations.

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

- Br. 53.960 : **Les premières classes : 1^{er} degré, 1^{er} cycle** : Cours préparatoire (classe de 11^e), Cours élémentaire (classes de 10^e et 9^e), Cours moyen (classes de 8^e, 7^e). Admission en 6^e.
- Br. 53.965 : **Toutes les classes, tous les examens, 1^{er} degré, 2^e cycle** : classe de fin d'études, Cours complém., C.E.P., Brevets, Programme général ou limitatif 1961, C.A.P.; — **2^e degré** : de la 6^e aux classes de Lettres sup. et de math. spéc., Bacc., B.E.P.C., E.N., Bourses; — **Classes des collèges techniques**, Brevet d'enseignement industriel et commercial, Bacc. technique.
- Br. 53.962 : **Les études de Droit** : Capacité, Licence, Carrières juridiques (Magistrature, Barreau, etc.).
- Br. 53.974 : **Les études supérieures de Sciences** : P.C.B. (M.G.P., M.P.C., S.P.C.N., etc.), Certificats d'études sup., C.A.P.E.S. et Agrégation de Math.
- Br. 53.983 : **Les études supérieures de Lettres** : Propédeut., Licence, C.A.P.E.S., Agrégation.
- Br. 53.987 : **Grandes Ecoles et Ecoles spéciales** : Polytechnique, Ecoles Normales Supérieures, Chartes, Ecoles d'Ingénieurs (Ponts et Chaussées, Mines, Centrale, Supérieure Aéro, Electricité, Physique et Chimie, A. et M., etc.); **militaires** (Terre, Mer, Air); **d'Agriculture** (Institut agronomique, Ecoles vétérinaires, Ecoles nationales d'Agriculture, Sylviculture, Laiterie, etc.); **de Commerce** (H.E.C., H.E.C.F., Ecoles supérieures de Commerce, Ecoles hôtelières, etc.); **Beaux-Arts** (Architecture, Arts décoratifs); **Administration** (Ecoles professionnelles, Ecoles spéciales d'Assistantes sociales, Infirmières, Sages-Femmes).
- Br. 53.964 : **Carrières de l'Agriculture** (Régisseur, Directeur d'Exploitation, Chef de culture, Assistant, Aviculteur, Apiculteur, Contrôleur laitier, Conseiller agricole, etc.), **des Industries agricoles** (Laiterie, Sucrerie, Meunerie, etc.), **du Génie rural** (Entrepreneur, Conducteur, Chef de chantier, Radiesthésiste), **de la Topographie** (Géomètre expert).
- Br. 53.975 : **Carrières de l'Industrie et des Travaux publics** : Electricité, Electronique, Physique nucléaire, Mécanique, Automobile, Aviation, Métallurgie, Mines, Prospection pétrolière, Travaux publics, Architecture, Mètre, Béton armé, Chauffage, Froid, Chimie, Dessin industriel, etc.; préparations aux C.A.P., B.P., Brevet de Technicien (Bâtiment, Tr. Publics, Chimie), préparations aux fonctions d'ouvrier spécialisé, agent de maîtrise, contre-maître, dessinateur, sous-ingénieur; Cours d'initiation et de perfectionnement toutes matières.
- Br. 53.963 : **Carrières de la Comptabilité** : Caissier, Chef Magasinier, Aide-Comptable, Comptable, etc., Préparation au C.A.P. d'Aide-Comptable, au B.P. de Comptable, au diplôme d'Expert-Comptable.
- Br. 53.976 : **Carrières du Commerce** : Employé de bureau, Sténodactylo, Employé de banque, Publicitaire, Secrétaire, Secrétaire de Direction, etc.; préparations aux C.A.P. et B.P.; **Publicité, Banque, Bourse, Assurances, Hôtellerie**.
- Br. 53.967 : **Pour devenir fonctionnaire** : Toutes les fonctions publiques; Ecole nationale d'Administration.
- Br. 53.977 : **Tous les emplois réservés**.
- Br. 53.970 : **Orthographe, Rédaction, Versification, Calcul, Dessin, Ecriture**.
- Br. 53.979 : **Calcul extra-rapide** et calcul mental.
- Br. 53.966 : **Carrières de la Marine Marchande** : Ecole nat. de la Mar. march., Elève-Officier au long cours; Elève-chef de quart; Capitaine de la Marine Marchande; Capitaine et Patron de pêche; Officier Mécanicien de 2^e ou 3^e classe; Certificats internationaux de Radio de 1^{re} ou de 2^e classe (P et T).
- Br. 53.984 : **Carrières de la Marine de Guerre** : Ecole Navale; Ecole des Elèves officiers; Ecole des Elèves ingénieurs mécaniciens; Ecoles de Service de Santé; Commissariat et Administration; Ecoles de Maistrance; Ecole d'Apprentis marins; Ecoles de Pupilles; Ecoles techniques de la Marine; Ecole d'application du Génie maritime.
- Br. 53.978 : **Carrières de l'Aviation** : Ecoles et carrières militaires; Ec. de l'Air, Ec. milit. de sous-offic. élèves-offic.; Personnel navigant; Mécaniciens et Télémechaniciens; — Aéronautique civile; — Carrières administratives; — Industrie aéronautique; — Hôtesse de l'Air.
- Br. 53.961 : **Radio**: Construction; dépannage de poste. — **Télévision**.
- Br. 53.986 : **Langues vivantes** : Anglais, Allemand, Russe, Espagnol, Italien, Arabe. — **Tourisme**.
- Br. 53.968 : **Etudes musicales** : Solfège, Harmonie, Composition, Direction d'orchestre; Piano, Violon, Flûte, Clarinette, Guitare, Accordéon, Instruments de Jazz; Chant; Professorats publics et privés.
- Br. 53.980 : **Arts et Dessins** : Dessin pratique, Cours universel de Dessin; Anatomie artistique; Illustration; Figurine de mode, Composition décorative; Aquarelle, Gravure, Peinture, Pastel, Fusain; Professorats.
- Br. 53.985 : **Carrières de la Couture et de la Mode** : Coupe, Couture (Flou et Tailleur), Lingerie, Corset, Broderie, préparations aux C.A.P., B.P., Professorats officiels; préparations aux fonctions de Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse-Retoucheuse, Modiste, Coupeur hommes, Chemisier, etc.; Cours d'initiation et perfectionnement toutes spécialités. — **Enseignement ménager** : Monitorat et Professorat.
- Br. 53.971 : **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. 53.981 : **Cinéma** : Technique générale, Décoration, Prise de vues, Prise de son. — **Photographie**.
- Br. 53.969 : **Coiffure et Soins de beauté**.
- Br. 53.988 : **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.

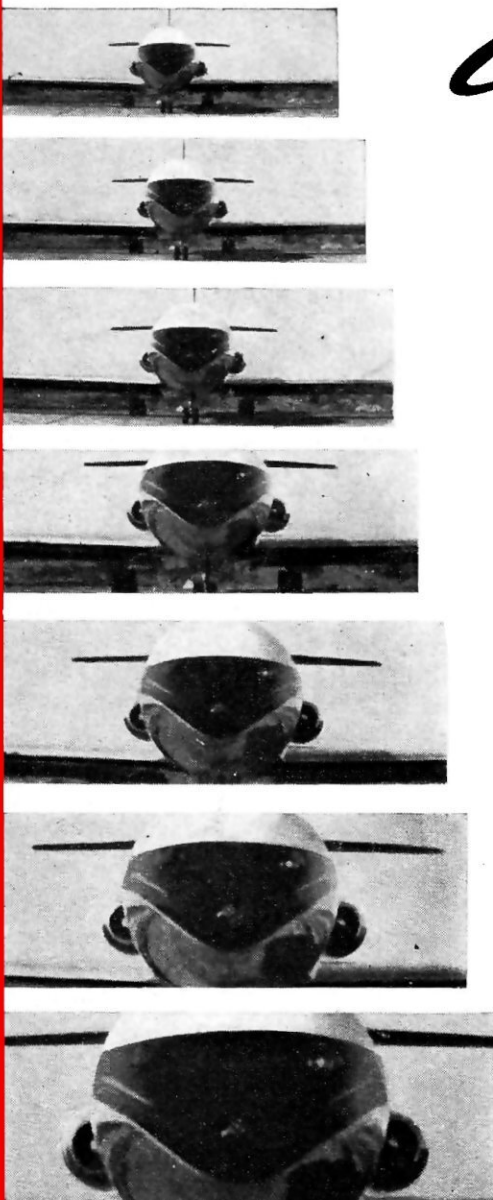
DES MILLIERS D'INÉGALABLES SUCCÈS

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

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

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

Longueur d'atterrissage 1470 mètres



Caravelle

le seul
"Jet"

pouvant utiliser
les mêmes pistes
que ses ancêtres
à hélices



Sud Aviation

37, BOULEVARD DE MONTMORENCY, PARIS 16^e TEL : BAG. 84-00
SUD-AVIATION CORP. 500 FIFTH - NEW-YORK 36 N.Y. U.S.A.