

SCIENCE *VIE*

et

ÉDITION TRIMESTRIELLE N° 70 4 F

aviation 65



NUMERO HORS SERIE



L'ARMÉE DE L'AIR PRÉPARE VOTRE AVENIR EN VOUS DONNANT UN MÉTIER

Jeunes gens de moins de 18 ans,
les écoles suivantes vous sont ouvertes

L'ÉCOLE D'ENSEIGNEMENT DU SERVICE GÉNÉRAL D'AUXERRE

- Prépare gratuitement aux C.A.P. d'aide-comptable, d'employé de bureau. Ces diplômes sont délivrés par l'Education Nationale.
- Prépare aux brevets des différentes spécialités du Service général de l'Armée de l'Air, telles que : Comptabilité, Contrôle des Opérations aériennes, Mécanographie, Météorologie, Mess et Ordinaires, Secrétariat, Sports, etc.

CONDITIONS D'ADMISSION :

- Etre âgé de plus de 17 ans et de moins de 18 ans au premier jour du mois de l'admission en école;
- Avoir suivi entièrement une classe de troisième, quel que soit le type d'enseignement.

ENGAGEMENT :

- Durée du séjour à Auxerre (treize mois), augmentée de trois ans.

LES ÉCOLES D'APPRENTIS MÉCANICIENS DE L'ARMÉE DE L'AIR DE SAINTES ET DE NIMES

- Donnent aux élèves un enseignement général, technique et professionnel en vue de les présenter à un Certificat d'aptitude professionnelle.
- Préparent leur admission en Ecole de Spécialisation à Rochefort, où ils seront formés en qualité de techniciens : Equipement, Electronique, Détection électromagnétique, Radio, Fil, Avion, Equipement, Armement, Electricité, Véhicules servitudes, Atelier, Photo, Ravitaillement, etc.

CONDITIONS D'ADMISSION :

- Première année :
 - Etre âgé de plus de 16 ans et de moins de 17 ans;
 - Avoir suivi entièrement une classe de troisième, quel que soit le type d'enseignement.
- Seconde année :
 - Etre âgé de plus de 17 ans et de moins de 18 ans;
 - Avoir suivi entièrement une classe de deuxième de l'enseignement technique industriel.

ENGAGEMENT :

- Durée de séjour à l'Ecole (deux ans ou un an), augmentée de cinq ans.

CARRIÈRES POSSIBLES À LA SORTIE DE CES ÉCOLES

- DEVENIR OFFICIER D'ACTIVE EN PRÉPARANT LE CONCOURS DES E.O.A.
- POURSUIVRE UNE CARRIÈRE DE SOUS-OFFICIER.
- LES JEUNES GENS NE DESIRANT PAS CONTINUER UNE CARRIÈRE MILITAIRE POURRONT, À LA FIN DE LEUR ENGAGEMENT, TROUVER DANS LA VIE CIVILE DE TRES NOMBREUX DEBOUCHES QUE LEUR CONFERENT LES CONNAISSANCES ACQUISES DANS L'ARMÉE DE L'AIR.

DATES DE CONCOURS ET D'ENTRÉE EN ÉCOLE

AUXERRE

Concours : mars, juin, septembre.
Entrée : mai, septembre, janvier.

SAINTES et NIMES

Concours : février, juillet.
Entrée : avril et septembre, septembre et janvier.

Pour tous renseignements complémentaires, adressez-vous au :

SERVICE D'INFORMATION AIR (SERVICE S. V.)

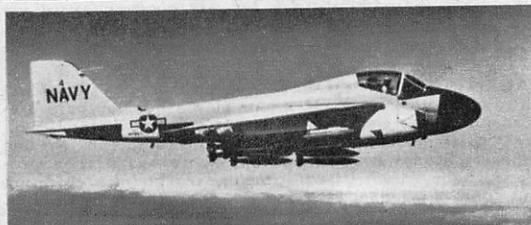
26, Bd VICTOR, PARIS (15^e)

Tél. LEC. 84-63.

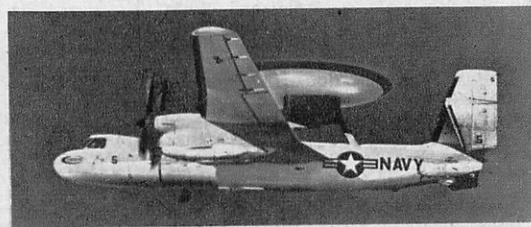


O.V - I Mohawk - Le Grumman Mohawk est l'avion de surveillance et de reconnaissance de l'U.S. Army. Étant capable de décoller et d'atterrir sur des pistes très courtes et non préparées, il est vraiment l'avion de première ligne. Points à noter : l'interchangeabilité de ses éléments, la simplicité de son utilisation opérationnelle et la facilité de son entretien. Le Mohawk peut être ravitaillé en vol, ce qui ajoute à sa mobilité et à sa disponibilité et ce qui prolonge son rayon d'action jusqu'aux zones de combat lointaines.

A-6A Intruder - Le Grumman Intruder est le seul avion tout-temps au monde capable d'assurer toutes les missions d'attaque à grande distance à partir de porte-avions ou de pistes de première ligne. Il localise, identifie et détruit les objectifs lointains, de nuit ou de jour, avec une précision encore jamais atteinte. L'Intruder permet une navigation précise, un excellent repérage des objectifs et une grande souplesse d'emploi. A sa construction robuste, il ajoute la sécurité attachée au bimoteur.



E-2A Hawkeye - Le Hawkeye est la contribution la plus récente de Grumman aux techniques de détection lointaine aéroportée. Sa mission : détection et analyse des objectifs hostiles à des distances suffisantes pour prévenir la pénétration et l'attaque de l'ennemi. Il permet une couverture radar beaucoup plus profonde. Les objectifs sont automatiquement détectés et identifiés pendant que les informations objectif et interception sont transmises instantanément aux postes de commandement.



Les Blue Angels de l'U.S. Navy - Sous l'appellation officielle de l'U.S. Navy Flight Demonstration Team, la patrouille des Blue Angels s'est produite devant quelque 76 millions de spectateurs depuis sa création en 1946. Les Blue Angels ont, de tout temps, utilisé des avions Grumman. D'abord équipés de F6F "Hellcat", ils volent aujourd'hui sur des Grumman "Tiger" intercepteurs supersoniques à aile en flèche et démontrent le haut niveau d'entraînement et l'adresse des pilotes de l'U.S. Navy.



GRUMMAN Aircraft Engineering Corporation
Bethpage, New York, U.S.A.

GRUMMAN International, Inc.
26, rue de la Pépinière, Paris 8^e, France
Téléphone : LABorde 09-14 - Telex : 28370



PROUVRÉ

Techniques modernes....

.... carrières d'avenir

L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL, répondant aux besoins de l'Industrie, a créé des cours par correspondance spécialisés en Electronique Industrielle et en Energie Atomique. L'adoption de ces cours par les grandes entreprises nationales et les industries privées en a confirmé la valeur et l'efficacité.

ÉLECTRONIQUE

INGÉNIEUR. — Cours supérieur très approfondi, accessible avec le niveau baccalauréat mathématiques, comportant les compléments indispensables jusqu'aux mathématiques supérieures. Deux ans et demi à trois ans d'études sont nécessaires. Ce cours a été, entre autres, choisi par l'E.D.F. pour la spécialisation en électronique de ses ingénieurs des centrales thermiques. **Programme n° IEN.O.**

AGENT TECHNIQUE. — Nécessitant une formation mathématique nettement moins élevée que le cours précédent (brevet élémentaire ou même C.A.P. d'électricien), cet enseignement permet néanmoins d'obtenir en une année d'études environ une excellente qualification professionnelle. En outre il constitue une très bonne préparation au cours d'ingénieur. **Programme n° ELN.O.**

COURS ÉLÉMENTAIRE. — L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL a également créé un cours élémentaire d'électronique qui permet de former des électroniciens « valables » qui ne possèdent, au départ, que le certificat d'études primaires. Faisant plus appel au bon sens qu'aux mathématiques, il permet néanmoins à l'élève d'acquérir les principes techniques fondamentaux et d'aborder effectivement en professionnel l'admirable carrière qu'il a choisie. **Programme n° EB.O.**

SEMI-CONDUCTEURS ET TRANSISTORS

(Niveau Agent Technique)

Leur utilisation efficace (et qui s'étend de plus en plus) exige que l'on ne se limite pas à les étudier « de l'extérieur », c'est-à-dire superficiellement, en se basant sur leurs caractéristiques d'emploi, mais en partant des principes de base de la Physique, de la constitution même de la matière.

Connaissant alors la genèse de ces dispositifs, on en comprend mieux toutes les possibilités d'utilisation actuelle et future.

Comme pour nos autres cours, les formules mathématiques ne sont utilisées que pour compléter nos exposés, et encore sont-elles, chaque fois, minutieusement détaillées, pour en rendre l'assimilation facile.

Ce cours comprend l'étude successive des :

- Dispositifs semi-conducteurs,
- Circuits amplificateurs à transistors,
- Circuits industriels à transistors et semi-conducteurs.

Programme n° SCT.O.

Demandez sans engagement le programme qui vous intéresse en précisant le numéro et en joignant 2 timbres pour frais d'envoi.

ÉNERGIE ATOMIQUE

INGÉNIEUR. — Ce cours de formation d'ingénieur en énergie atomique, traite sur le plan technique tous les phénomènes se rapportant à cette science et à toutes les formes de son utilisation. **Programme n° EA.O.**

De nombreux officiers de la Marine Nationale suivent cet enseignement qui a également été adopté par l'E.D.F. pour ses ingénieurs du département « production thermique nucléaire », la S.N.E.C.M.A. (Division Atomique), les Forges et Acieries de Châtillon-Commentry, etc.

Ajoutons que l'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL est membre de l'A.T.E.N. (Association Technique pour l'Energie Nucléaire) et de BELGICATOM (Association Belge pour le Développement Pacifique de l'Energie Atomique).

Les diverses Nations Européennes sont, chacune, représentées à FORATOM par une seule Association Nationale telle que : A.T.E.N. pour la France, BELGICATOM pour la Belgique... etc...

L'un des buts essentiels de chaque Association Nationale est d'encourager l'enseignement des techniques nucléaires, pour former les spécialistes nécessaires aux activités nouvelles qui en résultent.

Consciente de l'efficacité des Cours d'Énergie Atomique et d'Électronique de l'Institut Technique Professionnel, BELGICATOM s'est assuré l'exclusivité de leur diffusion dans tout le Benelux.

NOS RÉFÉRENCES

Électricité de France	La Radiotechnique
Burroughs	Lorraine-Escaut
Alsthom	Cie Thomson-Houston
Commissariat à l'Énergie Atomique	S.N.C.F.
	Saint-Gobain, etc.

INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL
69, rue de Chabrol, Bâtiment A - PARIS (10^e) — PRO. 81-14 et 71-05

Pour le BENELUX: **BELGICATOM**, 31, rue Belliard, BRUXELLES 4 — Tél.: (02) 11-18-80

LE **MYSTERE 20**

LE **ROI** DES AVIONS

L'AVION DES **PRÉSIDENTS**



GÉNÉRALE AÉRONAUTIQUE MARCEL DASSAULT
SUD-AVIATION

JEUNES FRANÇAIS

avez-vous pensé que la

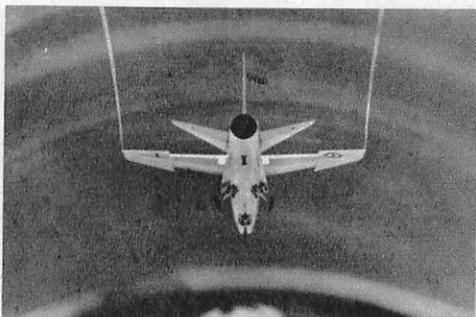
MARINE NATIONALE

peut faire de vous des
Techniciens qualifiés ?

LA MARINE NATIONALE vous propose

a) ses ÉCOLES

- Si vous avez de 15 à 17 ans et le niveau de la classe de quatrième, ses deux écoles des Mousses, Pont et Machines ;
- Si vous avez de 16 à 19 ans, et le niveau de la classe de deuxième, ses trois écoles de Maistrance, Pont, Machines et Aéronavale.
- b) L'ENGAGEMENT (de 17 à 25 ans) qui vous donne l'accès aux écoles de spécialités selon vos goûts et vos aptitudes...



Quel que soit votre cas personnel, des bureaux d'information sont à votre disposition pour vous orienter.

Pour en connaître l'adresse ou recevoir des brochures sur les carrières de la Marine, adressez le bon ci-contre au :

SERVICE DES ENGAGEMENTS DE LA MARINE

3, avenue Octave-Gréard, PARIS - 7^e

BON à découper ou à recopier

M _____

DATE DE NAISSANCE _____

NIVEAU D'ÉTUDES _____

ADRESSE : _____

Science et Vie - Mai 65

S F E N A

EQUIPEMENTS POUR AVIONS,
HELICOPTERES ET ENGINS :
PILOTES AUTOMATIQUES,
CENTRALES GYROSCOPIQUES,
HORIZONS, DIRECTIONNELS,
GYROMETRES, ACCELEROMETRES,
COMPAS, SYNTHETISEURS DE VOL,
SERVO-MÉCANISMES, MICROMOTEURS,
AMPLIFICATEURS MAGNETIQUES
ET A TRANSISTORS,
ELEMENTS DE NAVIGATION
PAR INERTIE,
LOCALISATION ET GUIDAGE,
TELECOMMANDES & TELEMESURES,
MESURE ACOUSTIQUE DES ECARTS.

SOCIETE FRANCAISE D'EQUIPEMENTS POUR LA NAVIGATION AERIENNE

Siège Social : 25 à 29, Rue du Pont
NEUILLY-SUR-SEINE - MAILLOT 49-35

DANS 54 PAYS DU MONDE

A TOUTES LES ALTITUDES
Sous toutes les latitudes



BREVETS SZYDLOWSKI

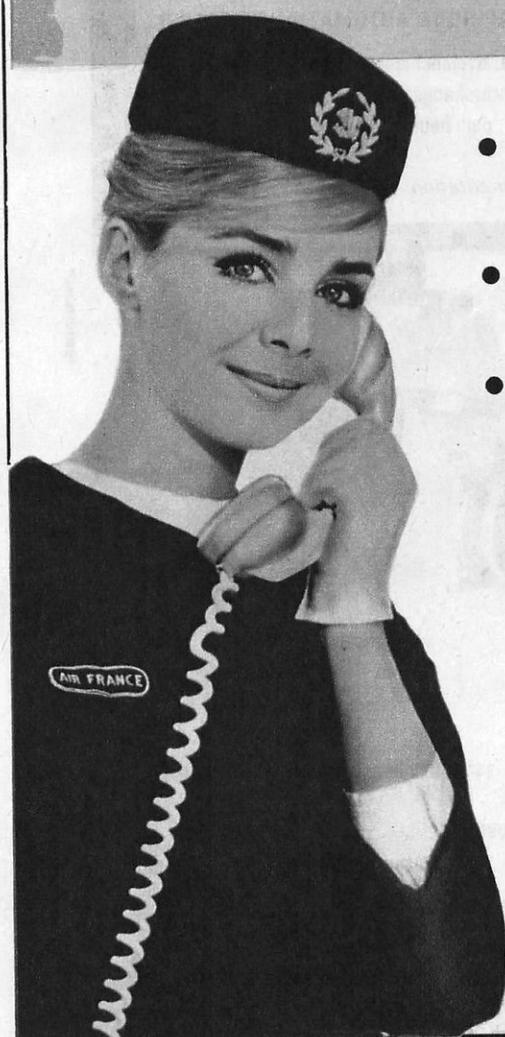
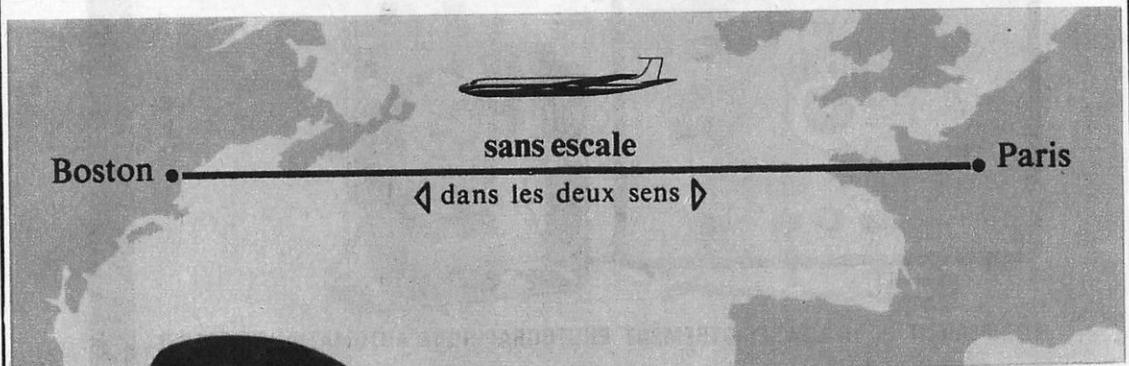
TURBOMECA
BORGES B.P. FRANCE

AIR FRANCE inaugure le 17 Mai

le meilleur service jet direct pour

BOSTON

8^e escale Air France en Amérique du Nord



- **Un horaire idéal**

Décollage d'Orly à 12 h 30
(heures locales)
Arrivée à Boston à 15 h 05

- **3 vols par semaine**

Départs de Paris : Lundi - Jeudi - Vendredi.

- **Le tarif le plus bas**

Classe Économique, aller-retour Paris-Boston - tarif excursion 14-21 jours : 1654 F.

En plus de Boston, Air France dessert également en Amérique du Nord: New York - Washington - Chicago - Los Angeles - Montréal - Anchorage - Mexico.

D'autre part, à BOSTON - sans changement d'aéroport - vous disposez de nombreuses correspondances vers tous les principaux centres des Etats-Unis.

Pour préparer votre prochain voyage et utiliser éventuellement les facilités offertes par le Crédit Personnel Air France, consultez au plus tôt votre Agent de voyages ou Air France.

AIR FRANCE
LE PLUS GRAND RÉSEAU DU MONDE

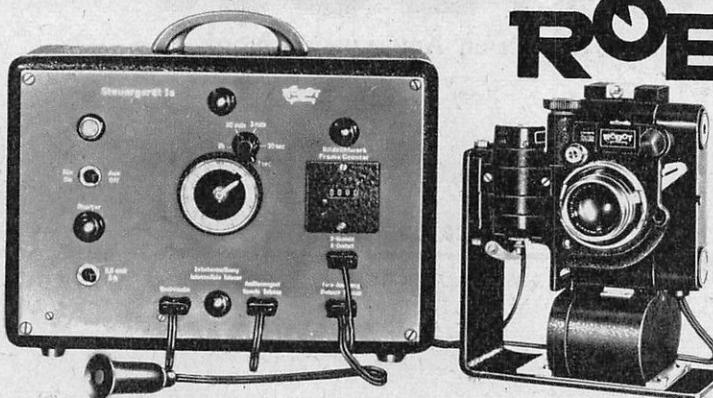
à Votre Service

* Tarif applicable du lundi au jeudi inclus sur les vols transatlantiques, sauf du 4 juin au 27 juin et du 20 août au 12 septembre - Renseignez-vous.

UFCO

RECHERCHE - CONTROLE ANALYSE DES MOUVEMENTS

ROBOT



EQUIPEMENT POUR L'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE AUTOMATIQUE ASSERVI

Caméras 24x24 ou 24x36 avec dispositifs électriques de déclenchement et d'avance du film par minuteries - magasin 10 ou 60 m de film. Objectifs interchangeables de 24 à 360 mm de focale. Cadence de prise de vue de 4 images/sec. à 1 par heure. Dispositif pour enregistrement d'OSCILLOGRAMMES.

Documentation technique sur demande

CAMERAS A GRANDE VITESSE

HITACHI

pour l'étude
des phénomènes
rapides

16 M à main - Bobine 30 m
100 à 2000 images/sec.

16 H automatique - Bobine 30 m
500 à 10000 images/sec.

16 HB même modèle que 16 H, mais permettant la surimpression d'un tracé oscilloscopique

16 H 400 Bobine 120 m - 500 à 10000 images/sec.



PUBLICITE-PHOT

Documentation technique sur demande

HUET
PARIS

Tous problèmes d'enregistrement photographique ou cinématographique

SOCIETE GENERALE D'OPTIQUE - PIERRE COUFFIN & Cie
76 Boulevard de la Villette, PARIS 19 - Tél. 205-89-49

Usines à PARIS - LIBOURNE - DUSSELDORF - CERDON

VOUS AUREZ VOTRE

situation assurée

QUELLE QUE SOIT
VOTRE INSTRUCTION
préparez un

DIPLOME D'ETAT

C.A.P. B.E.I. - B.P. - B.T.
INGENIEUR

avec l'aide du
**PLUS IMPORTANT
CENTRE EUROPEEN
DE FORMATION
TECHNIQUE**

PAR CORRESPONDANCE

Méthode
révolutionnaire (brevetée)
Facilités : Alloc. familiales,
Stages pratiques gratuits
dans des Laboratoires
ultra-modernes, etc...

NOMBREUSES REFERENCES
d'anciens élèves et des
plus importantes entrepri-
ses nationales et privées

DEMANDEZ LA BROCHURE GRATUITE

A. 11 à :



**ECOLE TECHNIQUE
MOYENNE ET SUPERIEURE**

36, rue Etienne-Marcel - Paris 2^e

Pour nos élèves belges :

BRUXELLES : 22, Av. Huart-Hamoir - CHARLEROI : 64, Bd. Joseph II

en devenant
TECHNICIEN
dans l'une de ces
**branches
d'avenir**
lucratives et
sans chômage

ELECTRONIQUE - ELECTRICITE -
RADIO - TELEVISION - CHIMIE -
MECANIQUE-AUTOMATION-AU-
TOMOBILE-AVIATION-ENERGIE
NUCLEAIRE-FROID-BETON AR-
ME-TRAVAUX PUBLICS-CONS-
TRUCTIONS METALLIQUES, ETC.



DR 250

Le plus **rentable**
des avions **rapides**

4 places + bagages

250 km/h de croisière

66 000 F toutes taxes comprises

Amortissement Sociétés
3 ans

Centre Est Aéronautique

B. P. 40 DIJON - Aérodrome DAROIS - Téléphone 35.29.18 et 19

TELECTRIC S.A. SCHAAN (Principauté de Liechtenstein) MATERIEL ÉLECTRONIQUE DE RADIONAVIGATION A TRANSISTORS



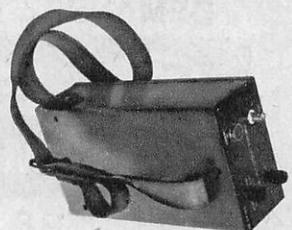
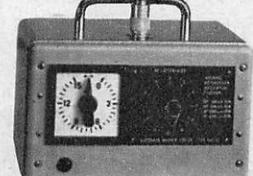
Tous les appareils de la firme Telectric S.A. se distinguent par leur sensibilité, leur sélectivité et leur très faible consommation sur batterie grâce à l'emploi généralisé des nouveaux types de transistors professionnels. Dans tous les cas, le rendement de ces appareils vous surprendra, car ils sont loin des normes minima requises par l'Aviation Civile.

1° — STATION VHF DE BASE BS 25. — Puissance d'émission de 5 watts HF. Consommation très réduite du récepteur, ne dépassant pas 3 ampères lors de l'émission. Canaux standards espacés de 50 kHz de 118 à 136 MHz. Émission et réception contrôlées par quartz. Sensibilité du récepteur: 1,5 yV pour rapport signal-bruit de 20 db.

2° — STATION VHF PORTABLE TYPE PTR 605. — Les caractéristiques techniques sont les mêmes que pour le TR 605 de bord. 2 batteries de 6 volts donnent une autonomie de 8 heures. Antenne fouet ou de véhicule sous option. Écouteur type HS 11. Poids 2,7 kg avec les batteries. 76 x 138 x 270 mm.

3° — APPAREIL DE BORD VHF TYPE TR 605. — Appareil télécommandé pour installation sur tableau de bord. 6 canaux VHF. Utilisable **SUR PLANEUR** grâce à l'emploi d'accus ne craignant pas le froid. Très faible consommation et longue portée grâce à l'emploi de transistors spéciaux. Puissance de l'émetteur: 1 watt, sensibilité du récepteur 1,5 yV (20 db). Utilisable en vols acrobatiques avec équipement spécial ainsi que dans les cockpits bruyants. Poids: 1,960 kg. Télécommande aux dimensions standard.

4° — AUTOMATIC MARKER TESTER. — Appareil pour tester les "Marker Beacon".



Importateur exclusif pour la France et les Ex-Colonies :

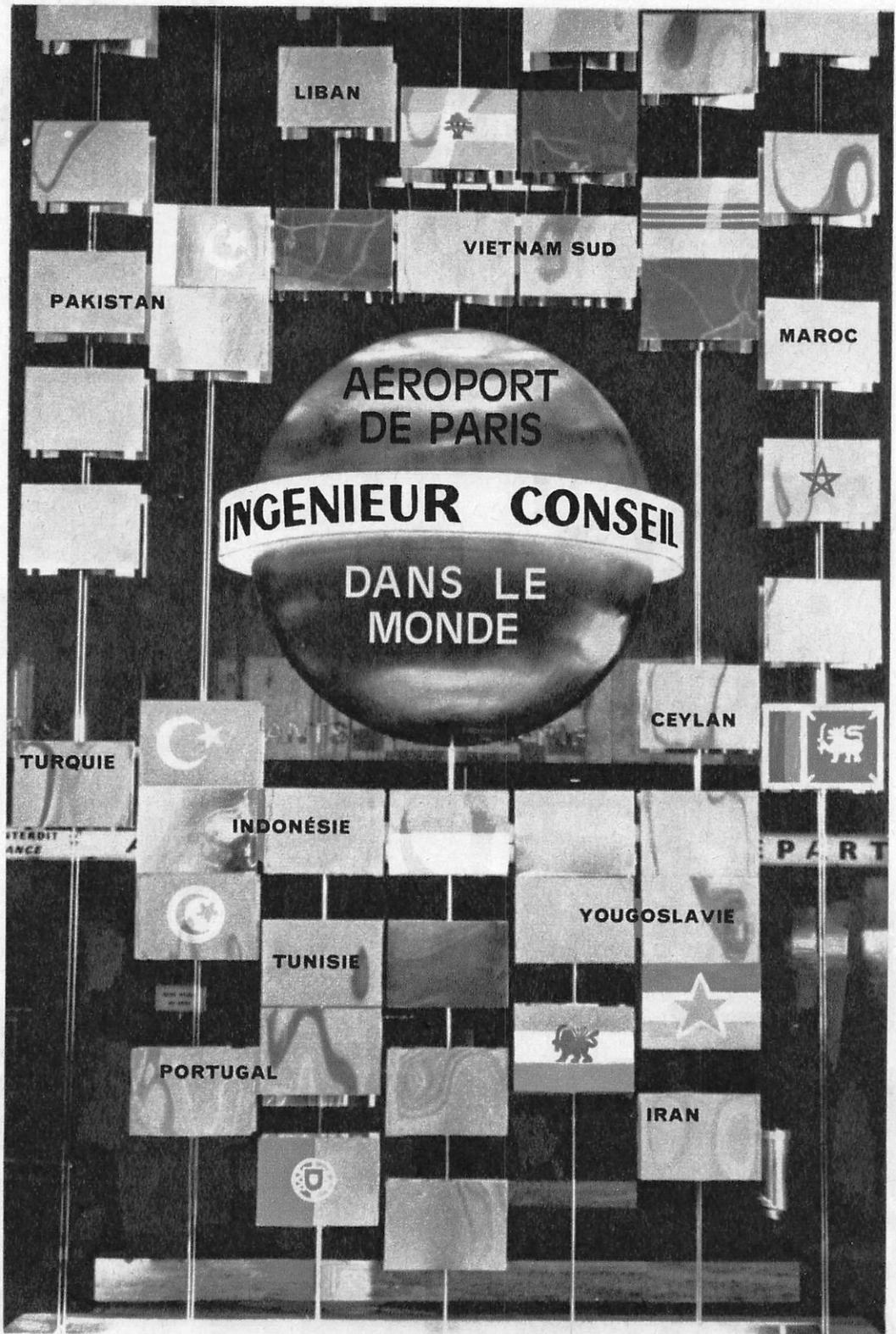
AVIAIMPEX S.A. 10, rue Jean-Mermoz - PARIS 8^e

BREGUET S
T O L
9 4 1



S. A. DES ATELIERS D'AVIATION L. BREGUET

B.P. 12 VELIZY-VILLACOUBLAY (S.-et-O.) - TEL. 64231-80 - TELEX 25895



numéro hors-série

aviation 65



sommaire

L'industrie aéronautique mondiale	12
Où va le transport aérien ?	34
L'avion à géométrie variable	44
Transports supersoniques	54
Le « bang » sonique	68
Turboréacteurs	72
Les aéroports à l'heure de Concorde: vers le futur Paris-Nord	84
L'aviation d'affaires	92
Les sports aériens	106
Où en est l'avion pour tous ?	116
L'avion de combat atteint Mach 3	120
Hélicoptères	134
Engins balistiques stratégiques et tactiques .	140
L'arsenal des missiles	148

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. : Élysée 16-65.
Chèque postal : 91-07 PARIS.
Adresse télegr. : SIENVIE PARIS.

Publicité : 2, rue de la Baume,
Paris-8^e. Tél. : Élysée 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.

TARIF DES ABONNEMENTS

POUR UN AN :

	France et États d'expr. française	étranger
12 parutions	25,— F.	30,— F.
12 parutions (envoi recom.)	37,— F.	41,— F.
12 parutions plus 4 numéros hors série	38,— F.	45,— F.
12 parutions plus 4 numéros hors série (envoi recom.)	55,— F.	60,— F.

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 0,50 F en timbres-poste.

Belgique et Grand-Duché (1 an)	Service ordinaire	FB 250
	Service combiné	FB 400
Hollande (1 an)	Service ordinaire	FB 250
	Service combiné	FB 425

Règlement à Édimonde, 10, boulevard Sauvinière, C.C.P. 283.76, P.I.M. service Liège.
Maroc, règlement à Sochepress, 1, place de Bandoeng, Casablanca, C.C.P. Rabat 199.75.



Un 707 - 320 B Intercontinental sort de l'usine Boeing de Renton.

L'INDUSTRIE AERONAUTIQUE



Par rapport aux autres industries mécaniques, l'industrie aérospatiale offre des caractères très particuliers dont le plus accusé est sans aucun doute de dépendre, dans une proportion variable mais toujours importante, des commandes de l'État. Cela est vrai même aux États-Unis où, pourtant, l'importance des marchés justifie que l'industrie prenne le risque de financer ses initiatives civiles sur ses propres ressources.

Les industries aérospatiales présentes dans le monde sont de puissance et de niveau très variés; certaines, qui limitent leur activité à des travaux d'entretien, n'ont qu'une valeur symbolique. Bien que les matériels aériens, tant militaires que civils, ne cessent de voir leurs prix croître, de nombreux pays s'efforcent d'établir une industrie aéronautique capable de témoigner, à l'échelon international, de leur vitalité et de leur progression technologique. L'établissement de telles industries n'a qu'une valeur militaire très relative; elles sont en général contraintes de se cantonner dans la conception ou la fabrication d'appareils de performances et de prix modestes, tels les avions d'entraînement.

Pour la clarté de l'exposé, nous étudierons les industries mondiales par continent, ce qui est d'ailleurs logique car les matériels aériens subissent l'influence de la géographie.

LES AMÉRIQUES

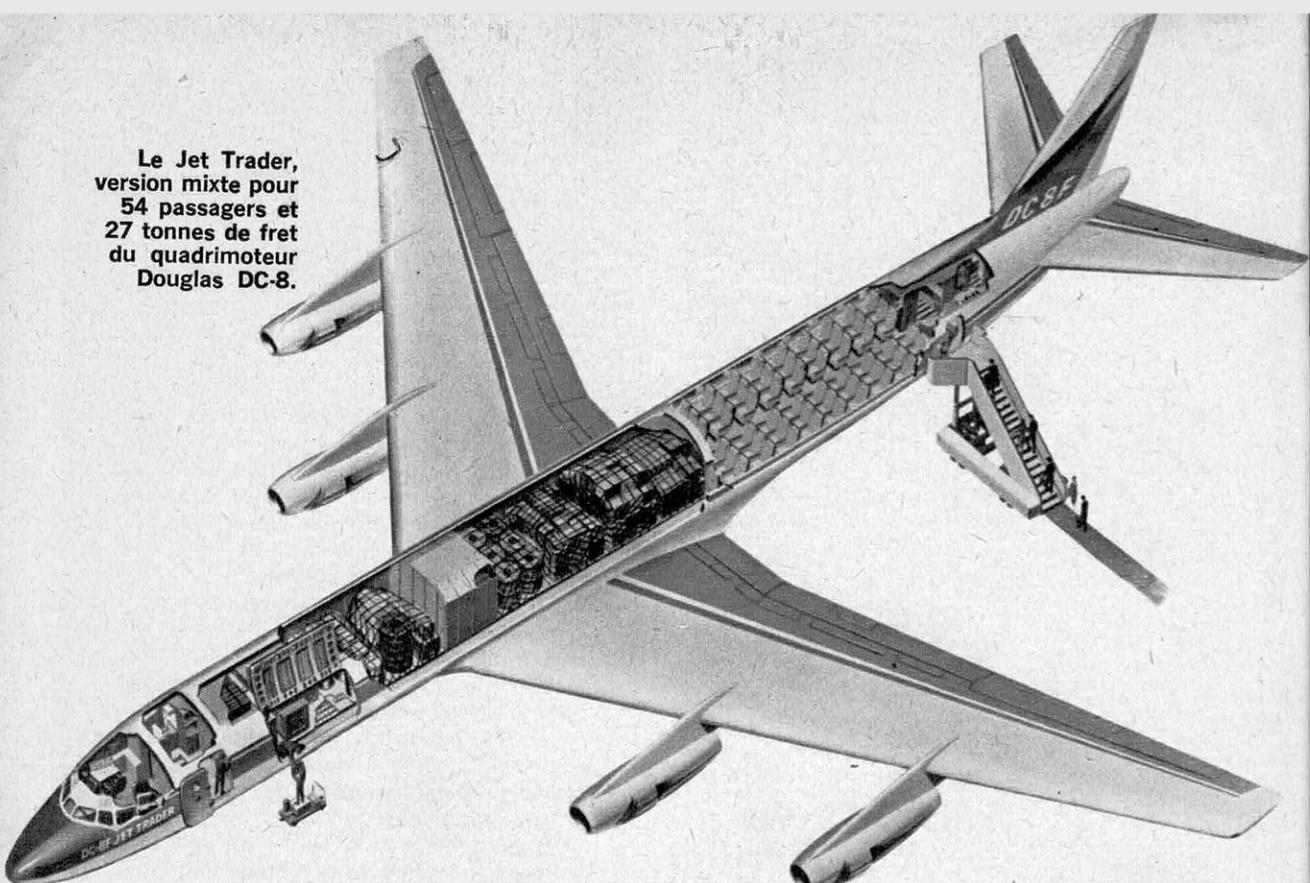
Avec plus de 1 250 000 employés, l'industrie aérospatiale des États-Unis est la plus puissante du monde. Stimulée par les besoins de la politique internationale américaine, disposant d'énormes ressources financières, cette industrie est aussi en pointe sur le plan technique.

Il ne faut pas croire, pourtant, qu'il n'y ait aucun problème outre-Atlantique. La crise industrielle sévit aussi aux U.S.A., avec des modalités particulières dues au fait que les forces armées américaines ont été les premières à donner la primauté aux missiles sur les avions.

MONDIALE

NAUTIQUE

Le Jet Trader,
version mixte pour
54 passagers et
27 tonnes de fret
du quadrimoteur
Douglas DC-8.

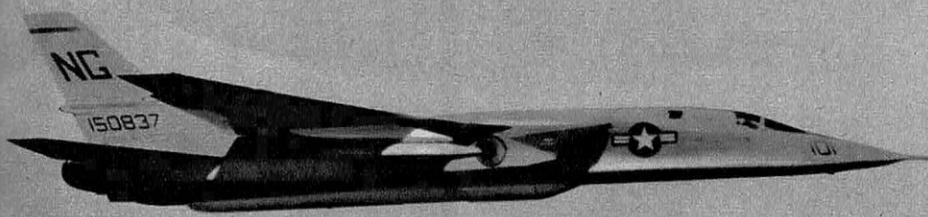


Le Grumman
Hawkeye dans sa
version C2A
de transport
aéronaval pour
liaisons avec les
porte-avions.



Le Grumman
Mohawk OV-10
à turbopropulseur,
biplace de
reconnaissance
photographique
radar de l'US Army.





Le North-American Vigilante, chasseur-bombardier pour porte-avions, biréacteur de plus de Mach 2.

Ce virage a exigé une reconversion partielle de l'industrie de la métallurgie vers l'électronique. Il implique aussi qu'une part importante des investissements soit consacrée aux laboratoires et aux recherches plutôt qu'aux productions. C'est ainsi qu'en dépit de l'augmentation des budgets aéronautiques et spatiaux, tant civils que militaires, l'industrie américaine s'est trouvée confrontée avec le problème des plans de charge de ses ateliers de fabrication. Le fait que, pour la première fois, une firme comme Boeing se trouve sans aucun programme de production d'avions militaires donne la mesure de la crise.

Activement soutenue par son meilleur client — les forces armées —, l'industrie s'efforce de convaincre le Département de la Défense afin qu'il lance de nouveaux programmes d'avions pilotés. Cette campagne n'a pas, jusqu'ici, été très efficace. De ce fait, les rares projets proposés par le gouvernement font l'objet de luttes d'influence extrêmement violentes, telle la sélection du TFX devenu depuis F-111.

La volonté de la Maison Blanche de limiter les dépenses de l'Etat ne simplifie pas non plus les choses.

La juxtaposition de ces divers éléments va conduire l'industrie américaine à accentuer ses efforts d'exportation. Elle se contentait, jusqu'ici, de vendre à l'étranger moins de 10 % de sa production, alors que la proportion est voisine de 30 % pour certains pays européens.

Les industries européennes vont donc être soumises à une double offensive américaine, sur leurs marchés extérieurs et aussi à l'intérieur. L'essentiel des avions de ligne en service dans les compagnies du monde occidental venant déjà des Etats-Unis, c'est dans le secteur militaire que s'accentuera la pression américaine. Elle se fait déjà sentir, en Allemagne notamment où, nous le verrons, divers constructeurs américains ont pris des participations financières importantes dans plusieurs sociétés spécialisées.

On peut diviser l'éventail des entreprises américaines en deux groupes : les grosses firmes, comptant de 20 000 à 100 000 personnes, et les autres qui ont de 1 200 à 8 000 ouvriers. Il apparaît donc qu'il n'y a pas de progression régulière dans l'importance des entreprises, mais bien deux catégories nettement délimitées et disproportionnées.

North American Aviation, avec ses 105 000 employés, est la firme la plus importante. Par la création de plusieurs divisions spécialisées, elle est présente dans tous les secteurs d'activité (aviation, espace, électronique). Son nom est associé notamment à l'avion-fusée X-15, au bombardier expérimental trisonique XB-70 et au projet Apollo d'exploration lunaire. Parmi ses autres réalisations, citons le biplace d'entraînement Buckeye, le biréacteur léger Sabreliner et l'avion d'attaque embarqué Vigilante.

La Boeing Airplane Company, avec 90 000 personnes, est un brillant second. Spécialiste des avions de gros tonnage, cette société a produit depuis la fin de la guerre 1 175 bombardiers B-47 de 90 tonnes, plus de 800 cargovarailleur KC-135 de 120 tonnes. Dans le domaine civil, elle a livré près de 500 exemplaires des différentes versions du quadriréacteur 707, elle a en commande plus de 230 triréacteurs 727; enfin, elle vient de lancer le biréacteur 737.

Présent dans la compétition du transport supersonique avec son projet 733 à géométrie variable, Boeing assure une partie des fabrications du lanceur spatial Saturn V. Il est aussi le maître d'œuvre du missile stratégique Minuteman, non sans apporter sa contribution à la recherche spatiale sous diverses autres formes. Ayant étudié la géométrie variable pour le projet TFX, il en a fait profiter sa filiale allemande Bölkow. Au titre de la diversification, Boeing a racheté les hélicoptères Vertol et fabriqué des turbines légères de sa conception.

En troisième position, *Lockheed* est la société aéronautique dont la diversification a été la plus poussée. Elle compte 85 000 techniciens et ouvriers travaillant pour l'aérospatial. La division de Californie, spécialisée dans les avions rapides (F-104, YF-12A, A-11) et les avions de transport civil (Lockheed Electra dont dériva le P3V Orion anti-sous-marins), vient d'ajouter les hélicoptères à ses activités. Elle est responsable du projet supersonique CL-283 (L-2000).

La Division de Georgie est spécialisée dans la production de transports militaires. Elle produit actuellement le quadriturbine Hercules (plus de 700 livrés en 29 versions, la production continuant au rythme de 12 avions par mois !) et le quadriréacteur C-141 Starlifter



Equipé de turbopropulseurs basculants, le Curtiss-Wright X-19 décolle et atterrit verticalement. En vol horizontal, il dépasse 650 km/h.



Avion d'appui tactique type « Coin » subversive), le Model 48 Charger à

de 145 tonnes. Mentionnons aussi le quadri-réacteur léger de liaison et d'affaires Jetstar.

Avec Douglas, on tombe au chiffre de 45 000 employés (ce qui est encore le double de l'effectif de Sud-Aviation). Sur le point de disparaître par suite des difficultés de vente du DC-8, en concurrence avec le Boeing 707, Douglas a sérieusement raffermi sa position. Son biréacteur léger DC-9 fait l'objet de près de 250 commandes ou d'options alors que le prototype commence seulement ses essais. Le seul avion militaire en production est le monoplace embarqué Skyhawk, mais la société est activement présente dans le domaine spatial.

Le quatrième grand est un constructeur de moteurs pour avions et fusées, Pratt et Whitney (39 500 personnes) dont la production équipe les 4/5 des quadri-réacteurs de ligne. Pratt et Whitney doit équiper également le véhicule spatial du projet Apollo. Cette société a des accords de coopération et de licence avec la SNECMA française.

General Dynamics (ex-Convair) emploie 36 000 personnes. Venue très tard au transport à réaction, la société a été presque ruinée par la mise au point de ses quadri-réacteurs 880/990. Elle a été sauvée par la production des missiles dont Atlas (projet Mercury notamment) est l'exemple le plus spectaculaire. La planche de salut de cette entreprise — outre le fait qu'elle appartienne à un groupe puissant et diversifié — a été sa victoire dans le concours TFX. La société produira au moins 1200 F-111 dans les dix années qui viennent. Elle a de plus lancé à ses frais le développement d'un avion tactique COIN, le Model 48 Charger.

McDonnell (35 000 personnes) a eu la bonne fortune de produire, avec le Phantom II, un extraordinaire avion de combat. Cet appareil a été commandé simultanément par l'US Navy, les Marines et l'US Air Force, plus ré-

cemment par la Royal Navy et la Royal Air Force britanniques. Au total, plus de 1 000 exemplaires de ce biplace bimoteur bisonique seront certainement produits. Dans le domaine spatial, cette société est responsable des capsules Gemini et Mercury.

Nous trouvons ensuite, pour ne citer que les principaux, Aerojet (moteurs-fusées et recherches spatiales; 30 000 personnes), General Electric (réacteurs et électronique aérospatiale, 20 000 personnes), Grumman (avions embarqués de tous types, avions à turbines, espace, 10 000 personnes), Sikorsky (hélicoptères, 8 000 personnes), Bell Helicopters (5 400 personnes), Kaman (hélicoptères, 3 500 personnes).

L'une des caractéristiques de l'industrie aéronautique américaine est sa domination mondiale en matière d'avions légers, mono- et bimoteurs, destinés à l'aviation d'affaires. La production se fait au rythme de 7 000 unités par an. Les trois principaux producteurs sont, dans l'ordre, Cessna, Piper et Beechcraft, qui offrent chacun une gamme extrêmement variée.

Au total, plus de quarante constructeurs ont une réelle activité industrielle aux U.S.A. Cependant, les difficultés présentes incitent à des regroupements qui conduiront tôt ou tard à la disparition de certaines firmes en tant que constructeurs autonomes. Ainsi la Fairchild Stratos, devenu Fairchild-Hiller par absorption du célèbre constructeur d'hélicoptères, englobera prochainement Republic Aviation. La situation de cette dernière firme est très critique depuis l'arrêt de la production du F-105 Thunderchief.

D'autre part, on assiste de plus en plus à des associations de constructeurs pour la réalisation de certains projets. L'exemple du cargo à décollage vertical XC-142A, produit par Ling-Temco-Vought, Hiller et Ryan, celui du F-111



Counter Insurgency ou lutte anti-décollage court et très maniable.



Destiné aux mêmes missions que le précédent et plus classique, le North-American YAT - 28 E adapté d'un appareil d'entraînement.

auquel *General Dynamics* et *Grumman* collaborent, annoncent des accords comparables dans la réalisation de projets beaucoup plus ambitieux, comme le cargo lourd C-5A ou le transport supersonique.

Ce sont là les deux principaux programmes sur lesquels l'industrie risque d'avoir à travailler dans les dix prochaines années, aussi font-ils l'objet d'une lutte dramatique. Certes, les programmes spatiaux sont loin de se ralentir mais, nous l'avons vu, ce ne sont pas eux qui assurent l'emploi des ouvriers.

L'industrie des cellules et des moteurs est évidemment complétée par une industrie des équipements qui, par son niveau technique et la diversité de ses productions, vient aussi en tête à l'échelon mondial.

Le **Canada** possède lui aussi une industrie aéronautique importante, bien qu'avec ses quelque 20 000 employés elle ne puisse supporter la comparaison avec sa voisine.

Le principal constructeur canadien, *Canadair* (6 500 personnes), est une filiale de la *General Dynamics*. Son bureau d'études très actif a déjà produit plusieurs types intéressants; le plus récent est l'avion V/STOL à voilure basculante CL-84. Les activités de production sont actuellement concentrées sur le biplace d'entraînement CL-41 Tutor et le Lockheed F-104 Starfighter.

De *Havilland Canada* fut une des premières firmes à comprendre l'intérêt des avions robustes à décollage court. Son premier avion fut un petit biplace d'entraînement, le Chipmunk, qui fit une belle carrière industrielle. Sa seconde création date de 1947 et est encore en production. Il s'agit du monomoteur de travail aérien Beaver, en service dans 63 pays et dont plus de 1 500 exemplaires ont été construits. La plus récente version est animée par une turbine. Plus gros, mais de même formule, le DHC-3 Otter a aussi connu le succès

puisque plus de 500 exemplaires volent alors que la construction de série se poursuit.

Décollage court, simplicité, robustesse, telles sont les qualités du premier bimoteur construit par cette firme. Il s'agit du DHC-4 Caribou qui est aussi un succès commercial. Plus de 250 exemplaires sont en service ou en commande. La version DHC-5 Buffalo à turbo-propulseurs paraît, elle aussi, devoir connaître le succès. Enfin, de *Havilland* s'apprête à faire voler un Twin Otter DHC-6 qui viendra judicieusement compléter la gamme.

A côté de divers constructeurs de faible importance, survivent deux firmes de moteurs, *Orenda* et *United Aircraft of Canada*.



Gagnant en août 1964 du concours institué par l'US Navy pour avions type « Coin », le NA 300.

L'avion-cargo canadien CL-44 possède dans sa version commerciale un fuselage à section arrière pivotante permettant l'introduction directe des charges volumineuses.



Pour l'avenir, il semble, malheureusement, que l'industrie canadienne risque de perdre son individualité et doive se contenter de produire des matériels américains sous licence.

La tentative d'implantation d'une industrie aéronautique au Mexique ayant échoué, seuls le Brésil et l'Argentine ont une activité en ce domaine. Ailleurs, on ne trouve que des ateliers de réparation, encore qu'il soit question d'un embryon d'industrie productive au Pérou.

Au Brésil, l'industrie aéronautique souffre des mêmes maux que le pays lui-même, c'est-à-dire d'indigence financière. Actuellement, seuls des avions légers de tourisme sont produits en série bien qu'à diverses reprises il ait été question de bâtir une industrie à la mesure de cet immense pays. Il faut dire que la livraison gratuite par les États-Unis de tous les matériels militaires n'est pas faite pour stimuler la création de cette industrie. Fokker et Morane-Saulnier ont échoué dans leurs efforts. Il est aujourd'hui question d'une aide de Hawker Siddeley Aviation ou de Handley-Page pour la construction sous licence du transport HS-748 ou du Herald. On parle aussi d'une action possible des industriels français.

L'Argentine, après avoir eu de grandes ambitions sous le régime péroniste — des chasseurs supersoniques de conception locale ne volèrent-ils pas? — est obligée de se contenter aujourd'hui de réalisations plus modestes. La *Direccion Nacional de Fabricaciones e Investigaciones Aeronauticas* (DINFIA) est une entreprise nationalisée qui possède un bureau d'étude actif, mais peu de moyens lui sont donnés de réaliser ses concepteurs. Un biturbine léger (Turbomeca Bastan), le IA 45 Guarani, est actuellement produit en petite série pour les besoins de l'armée. La DINFIA construit aussi deux modèles de monomoteurs de tourisme venant en concurrence avec quelques autres productions locales.



Produit par De Havilland Canada, le DHC-5 Buffalo, transport militaire lourd tactique à décollage court.



Version Turbo-Beaver à turbopropulseur du transport civil et militaire DHC-2 pour 10 passagers.

Le Canadair CL-84 à aile pivotante, destiné à des missions tactiques, est actuellement en essais.



EUROPE

En Europe, la première place devrait évidemment être donnée à l'industrie de l'U.R.S.S., mais on n'en sait en général que peu de choses. On peut estimer à environ 1 000 000 le nombre de techniciens et d'ouvriers soviétiques travaillant pour l'aviation.

De conception d'avant-garde, parfois même révolutionnaire, les machines soviétiques paraissent d'une construction assez rudimentaire, si l'on en juge d'après les avions civils exportés. La structure paraît toujours assez lourde, et n'utilise que des procédés de fabrication très conventionnels. En ce qui concerne les moteurs, les potentiels de fonctionnement entre révisions sont très bas par rapport aux chiffres atteints dans l'industrie occidentale. En revanche, l'Union Soviétique possède, tant en ce qui concerne les avions que les moteurs, divers types sans équivalence en Occident.

Antonov, spécialiste des transports, a conçu les AN-16 *Ukraina* (quatre turbines, 80 à 130 passagers, versions civiles et militaires), l'AN-24 (biturbine pour 44/50 passagers) et l'avion de travail aérien AN-14 *Pchelka*.

Le bureau d'étude Ilyushin est responsable de l'Ili-18, un quadriturbine qui semble être le meilleur transport soviétique actuel et connaît une vogue certaine dans les pays communistes, et plus récemment le quadrireacteur Ili-82 dont la ligne évoque celle du VC-10 anglais.

La gamme des transports soviétiques est complétée par les créations de Tupolev dont le Tu-114 *Rossiya* — un géant de 165 t, à quatre turbines de 15 000 ch — est l'exemple le plus spectaculaire. Depuis le Tu-104, sont entrés en service les Tu-124 et 134, dont la filiation est certaine. Le 134 comporte des réacteurs en position arrière, comme Caravelle.

Le bureau d'études Mikoyan-Gurevich (Mig) partage avec ceux de Yakolev, Sukhoi et Tupolev la conception des avions militaires.

Mig et Sukhoi sont spécialisés dans les intercepteurs.

On parle depuis longtemps déjà d'un transport supersonique soviétique. Cet appareil pourrait être une adaptation simple du bombardier Myasishchev. On parle aussi, périodiquement, d'une apparition possible des matériels soviétiques sur les marchés extérieurs, notamment en ce qui concerne les avions civils.

Les expériences passées ont amplement démontré que les productions russes sont encore très loin d'offrir la fiabilité et de présenter les paramètres commerciaux susceptibles de les mettre en concurrence avec les productions occidentales. Celles-ci sont conçues dans une optique d'exploitation rentable qui n'est pas nécessaire en U.R.S.S., où l'Aeroflot joue un peu le rôle de la S.N.C.F. On sait aussi quelles sont les difficultés d'approvisionnement en pièces détachées. Il ne semble donc pas y avoir quelque chose à craindre de ce côté-là.

Deuxième industrie du monde libre avec ses 263 000 employés, l'industrie aéronautique en Grande-Bretagne vit depuis quelques mois des heures difficiles.

Astreinte à se regrouper voici cinq ans en un petit nombre de groupes puissants, cette industrie s'est toujours refusée à une collaboration réelle avec ses collègues occidentales.

Elle n'a pas compris assez tôt que ses marchés propres étaient devenus insuffisants et que ses moyens ne lui permettaient pas de concurrencer efficacement les États-Unis. Il en résulte qu'un trop grand nombre de matériels non compétitifs en ce qui concerne les prix, et de surcroît arrivant souvent trop tard, sont invendables à l'exportation. C'est le cas des transports Trident et VC-10 qui ne seront construits qu'à quelques dizaines d'exemplaires pour le marché britannique ou pour le Commonwealth.

L'Aéro-Boero 95, triplace léger argentin de tourisme avec version équipée pour traitements agricoles.



Le *Guarani* argentin, transport léger pour 15 passagers, dont il existe des versions affaires et militaires.



L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

D'autre part, l'industrie s'est développée sans aucune planification. La qualité du personnel ne l'empêche pas d'être pléthorique et d'un rendement très mauvais. Enfin, les utilisateurs ont toujours défini des cahiers de charges « collant » tellement étroitement à leurs besoins propres que les matériels qui en sont issus ne peuvent satisfaire qu'eux, ce qui réduit considérablement les possibilités d'exportation. Le cas du chasseur Lightning illustre parfaitement cette situation.

Les succès à l'exportation qu'ont connus certains matériels comme le Canberra, le Viscount ou le Hunter durant la précédente décennie, n'ont pas été suffisants pour empêcher la crise. La prise de pouvoir par les travailistes n'a fait qu'aggraver les choses. Mais cette crise provoquera sans doute une purge salutaire : l'industrie, contrainte d'abandonner certains programmes (transport STOL HS-681, chasseur VTOL HS-1154, bombardier TSR-2), est désormais persuadée que sa sauvegarde est dans la collaboration avec l'Europe. Le Gouvernement semble aussi en être convaincu. Mais, dans l'état actuel des choses, Concorde et le missile air-sol AS-37 demeurent les seuls exemples d'une coopération de grande envergure.

Enfin, les ambitions spatiales très modestes de la Grande-Bretagne et l'abandon quasi-total des programmes de missiles militaires ont contribué à la baisse des plans de charge de l'industrie.

La *British Aircraft Corporation*, née de la fusion de Vickers, Bristol, Hunting et English-Electric, est le plus puissant groupe britannique. Il est le partenaire de Sud-Aviation dans le programme Concorde.

Si la production du chasseur tous-temps Lightning se poursuit, celle du bombardier supersonique TSR-2 a été abandonnée en application de la politique d'économie du Gouvernement. Autres productions, les quadri-réacteurs VC-10 et Super VC-10, destinés essentiellement à la BOAC, connaissent une carrière commerciale plus difficile que le biplace d'entraînement Jet Provost dont plusieurs versions nouvelles sont attendues pour les mois qui viennent.

Cheval de bataille de la BAC et successeur du célèbre Viscount, le biréacteur court-courrier One Eleven a vu le début de sa carrière freiné par plusieurs incidents de mise au point qui ont refroidi la sympathie de la clientèle. Près de 80 exemplaires sont malgré tout déjà en commande, mais, dans l'avenir, il faudra compter avec les concurrents américains DC-9 et Boeing 737.

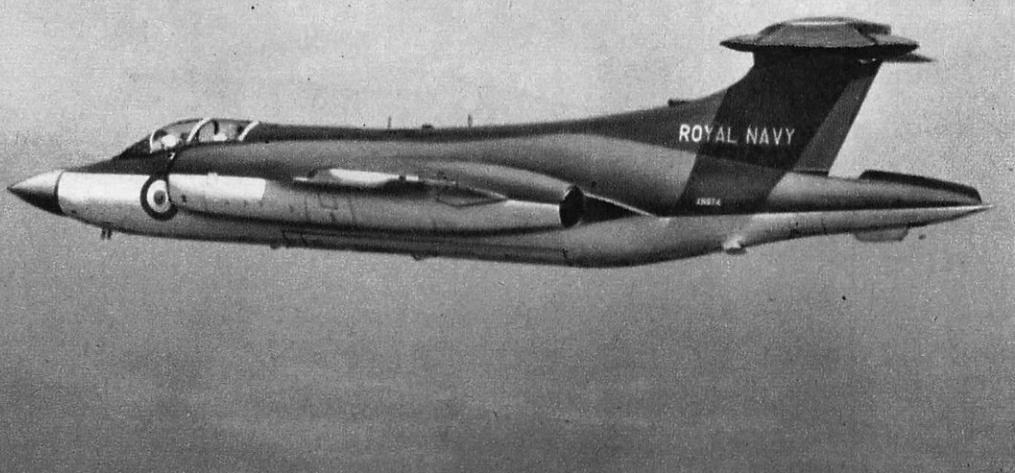
Hawker Siddeley Aviation a regroupé les activités et installations de Avro, Armstrong-Whitworth, De Havilland, Blackburn, Hawker et Gloster.

Dans le large éventail de ses productions actuelles, seuls le biturbine HS-748 et le biréacteur léger HS-125 semblent devoir connaître une brillante carrière sur les marchés internationaux. Éprouvée par l'annulation de deux projets S/VTOL, la société a, en compensation, reçu récemment commande d'une série de Comet adaptés à la lutte anti-sous-marin et d'une centaine d'exemplaires de son chasseur à décollage vertical HS-1127 Kestrel.

Le cargo léger STOL militaire Andover, dérivé du 748 civil, devrait avoir plus de chance que l'Argosy, cargo « idéal » arrivé trop tôt sur un marché du fret continental encore em-



La version civile du Hawker-Siddeley 748, transport pour étapes courtes et moyennes emportant 58 passagers.



Chasseur-bombardier pour porte-avions de la Royal Navy, le Hawker-Siddeley Buccaneer est un biréacteur transsonique pouvant emporter une bombe nucléaire.



Le Handley-Page Dart Herald, transport moyen-courrier à aile haute qui emmène 56 passagers.

L'avion d'affaires Hawker-Siddeley 125, adopté comme transport léger (Dominie) pour la RAF.



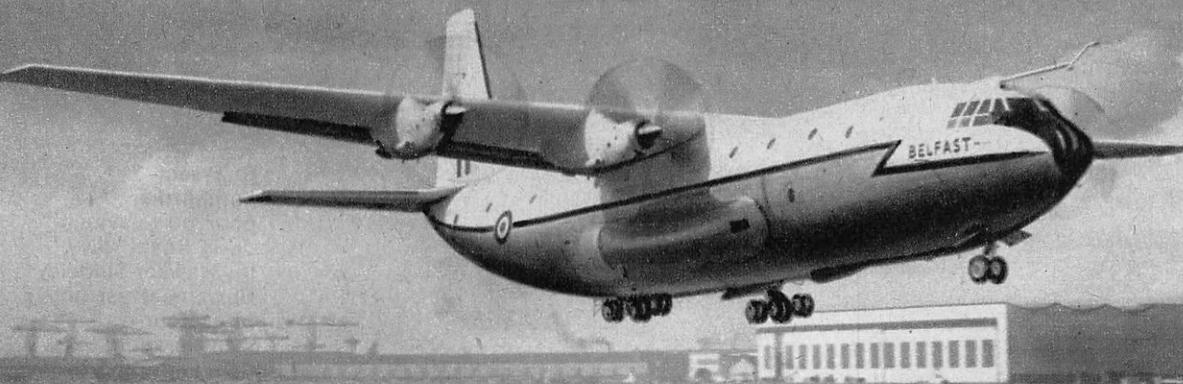
bryonnaire. Quant au Trident, triréacteur moyen-courrier, il arrive bien tard sur un marché déjà fort disputé et ses qualités ne suffiront sans doute pas à assurer sa percée. Au nombre des autres productions du groupe, citons le biplace d'entraînement Gnat Trainer, le chasseur embarqué Sea Vixen et l'avion d'attaque Buccaneer.

Handley-Page est la seule société privée qui ait résisté — au prix de quels sacrifices — à l'effort de regroupement entrepris par le Gouvernement. Sa résistance lui a valu d'être boudée par les services officiels qui ont réduit ses commandes d'État. Contrainte à la diversification, elle n'en vend pas moins avec beaucoup de dynamisme et d'acharnement son excellent transport Herald. Quant à Short, elle doit son indépendance à son implantation en Irlande où le problème de l'emploi est brûlant, et surtout au fait qu'elle est semi-nationalisée. Terminant une « chaîne » de dix cargos lourds Belfast, elle lance un transport léger rustique, le Skyvan, qui devrait connaître le succès car il est encore sans concurrent direct.

L'industrie des avions légers est représentée par Beagle, qui aura beaucoup de mal à s'imposer face aux productions américaines établies sur des séries considérables.

Westland, spécialisée dans les hélicoptères et les véhicules à effet de sol, ne parvient pas à obtenir des crédits d'études et doit se contenter de produire des adaptations de matériels américains. On pense qu'une collaboration pourrait s'établir avec Sud-Aviation, tant pour le Super Frelon que pour le SA 330.

En ce qui concerne les moteurs et réacteurs — atout majeur des Britanniques dans leur coopération avec l'Europe —, Bristol Siddeley et Rolls-Royce se trouvent en concurrence mais les exemples de collaboration entre les deux firmes ne manquent pas non plus.



Le cargo lourd Belfast à grande capacité est équipé de 4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne. La rampe d'accès arrière permet le chargement rapide de véhicules blindés.



En France, avec 85 000 ouvriers seulement, l'industrie aérospatiale paraît modeste, mais elle est d'une efficacité remarquable : elle exporte près de la moitié de sa production.

Bénéficiant de la sollicitude des pouvoirs publics qui financent l'essentiel de ses activités et guident son expansion, notre industrie est confrontée à des problèmes d'autant plus graves que le marché national est plus restreint. Il faut aussi considérer qu'une part importante des budgets disponibles est attribuée à l'érection de la force nationale de dissuasion nucléaire. Bien que cette force ait, dans une première étape, apporté un volume de travail considérable à l'industrie aérospatiale française, elle conduit aussi à des choix de matériels privant certains prototypes des commandes nationales qui auraient pu assurer leur percée à l'étranger.

Le problème essentiel de l'industrie fran-

çaise est le nombre très restreint de matériels qu'elle pourra exporter dans les cinq ou six prochaines années. Les avions aujourd'hui en production seront pour la plupart démodés et la gamme offerte se réduira à quelques types dont certains fort coûteux de par leur complication.

Sud-Aviation, dont Caravelle poursuit une belle carrière industrielle, fonde de grands espoirs sur Concorde d'une part, sur son hélicoptère moyen SA 330 d'autre part.

A Caravelle, dont plus de 200 exemplaires sont vendus dans les versions normales et Super, devrait succéder un court-courrier à haute densité (150 à 200 places) qui a reçu le nom de Galion et doit faire l'objet d'une coopération avec la Grande-Bretagne. Quant aux hélicoptères, leurs succès dans le monde entier ne se comptent plus. Alouette II et III volent à plus de 1 200 exemplaires tandis que

L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

la fabrication de série se poursuit à la cadence de huit unités par mois. Le Super Frelon, détenteur de plusieurs records du monde, apparaît comme une machine particulièrement brillante dont seul le prix peut freiner l'expansion. Toutefois, il est vraisemblable que certaines exportations en seront réalisées, en dépit de vives pressions américaines, en Allemagne notamment. Il est construit en série pour le gouvernement français, tout comme le nouveau SA 330 dont l'armée doit recevoir plus de 200 exemplaires d'ici 1970.

Mentionnons aussi les activités de Sud dans le domaine des avions légers. Elle a rassemblé sous sa houlette le Gardan Horizon, le bimoteur MATRA-Moynet Jupiter et plus récemment les productions Morane-Saulnier.

Premier producteur de missiles du monde par le nombre sinon par le tonnage, *Nord-Aviation* partage avec l'Allemagne la mise au point et la production du cargo militaire Transall. Cet avion est actuellement commandé à 160 exemplaires. Il n'est pas invraisemblable que cet appareil puisse être exporté en dépit de la concurrence américaine. En revanche, c'est aux U.S.A. que le petit biturbine Nord 262 a trouvé sa meilleure chance en enlevant une première commande de la société Lake Central qui, de plus, s'est chargée de sa représentation. Successeur idéal du DC-3 du fait de ses performances et de ses paramètres opérationnels, cet avion, dont le meilleur atout est un classicisme sans faille, devrait pouvoir se vendre de par le monde en plusieurs centaines d'exemplaires, car plus de 1 100 DC-3 volent encore.

Nord-Aviation prend en outre une part importante, sur le plan industriel, à la réalisation des programmes de missiles balistiques français tant scientifiques que militaires.

Longtemps spécialisée dans les avions militaires à très hautes performances, la *Générale Aéronautique Marcel Dassault* a fait une apparition remarquée sur les marchés civils avec son biréacteur d'affaires et de liaison *Mystère 20*. Une cinquantaine d'exemplaires sont actuellement commandés, des options existant sur plus de 100 autres unités.

Confiant une bonne partie des travaux de série à d'autres entreprises françaises, la GAMD n'en conserve pas moins un potentiel de production important.

L'essentiel de ses activités porte actuellement sur la série des chasseurs polyvalents *Mirage III* et sur celle du bombardier bisonique *Mirage IV* dont 62 exemplaires sont commandés. En tenant compte des appareils qui sont construits sous licence en Australie et en Suisse,

le programme des *Mirage III* portera sur au moins 700 unités. Des versions de cet appareil sont en service en Israël (72 *Mirage III CJ*) et en Afrique du Sud.

Toujours dans le domaine militaire, Dassault a réalisé le premier avion de combat bisonique à décollage vertical, le *Mirage III V* qui effectue actuellement ses essais. Associé à une arme nucléaire, cet appareil doit constituer, grâce à sa quasi-invulnérabilité au sol, un avion tactique d'une haute efficacité. Son entrée en service dans l'Armée de l'Air est prévue vers 1970.

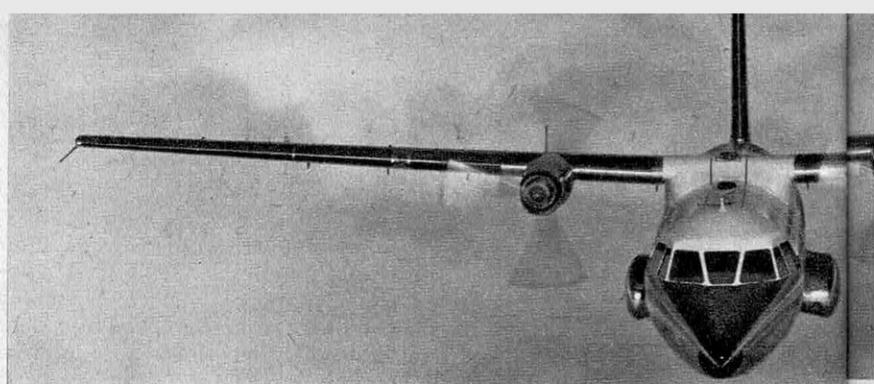
Dans le domaine civil, outre le *Mystère 20*, la GAMD tente d'intéresser le Gouvernement français à son projet *Mystère 30*, un court-courrier de 56 places. Cet avion pourrait, comme Galion, faire l'objet d'une coopération avec l'industrie anglaise.

La *Société des Ateliers d'Aviation Louis Breguet* est assurée d'un plan de charge industriel important pour au moins huit à dix ans avec la production de son patrouilleur naval *Atlantic*. Mais cette firme n'a pu obtenir mieux qu'une avance de financement de la pré-série pour son cargo à décollage court type 941, le seul avion de sa classe volant actuellement dans le monde. La production du 941 va être internationalisée par la participation des industries belge et britannique. De solides espoirs sont fondés pour une production sous licence aux U.S.A. par McDonnell. Divers pays s'intéressent à cette machine exceptionnelle qui vera son succès commercial s'affirmer dès que sa fabrication aura démarré.



Une autre production de Short ; le transport léger Turbo-Skyvan se contente de pistes sommaires.

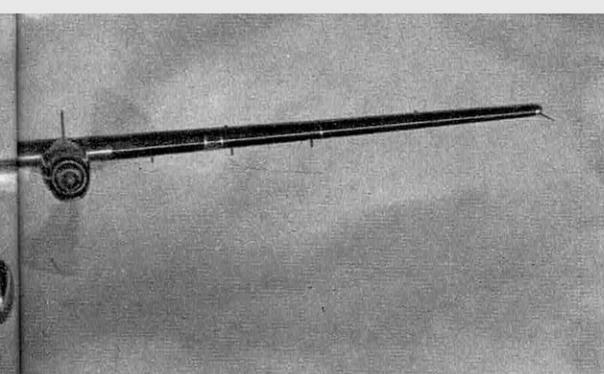
**Le transport pour
étapes courtes
Nord 262 pour 26
passagers, entré
en service en 1964
sur Air Inter**



AVIATION FRANÇAISE

Constructeur et type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids max. au décollage (kg)	
Mirage IV	12	23,50	31 600	2 t SNB 7000 com
Mystère 20	15,40	17,15	11 100	2 t Gen 700
Mystère 30	21	22,50	16 500	2 t Roll 172
DRUINE				1 m
D.31 Turbulent	6,58	5,33	280	CO2
D.5 Turbi	8,70	6,86	495	1 m B22 Con 65 c
D.61/62 Condor	8,35	6,90	600	1 m de 100
GATARD				1 m
Statopian AG 02	6,40	4,53	280	mod
JODEL				1 m
D.112 Club	8,22	6,36	520	de 6
JURCA				1 m
M.J.2 Tempête	6	5,86	430	A 65
M.J.3	6,24	5,86	480	1 m C 90
M.J.5 Sirocco	7	6	630	1 m tal O
M.J.6	8,80	7,80	780	2 m Pote 115
M.J.7 Gnatsum	7,50	6,71	630	1 m de 1
MERVILLE				1 m
D.63	8,38	6,75	703	4E-2
MORANE-SAULNIER				2 t
M S 760 Paris II	10,15	10,24	3 800	Turb VI di
M S 880 Rallye	9,60	6,83	800	1 m 4E-2

L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE



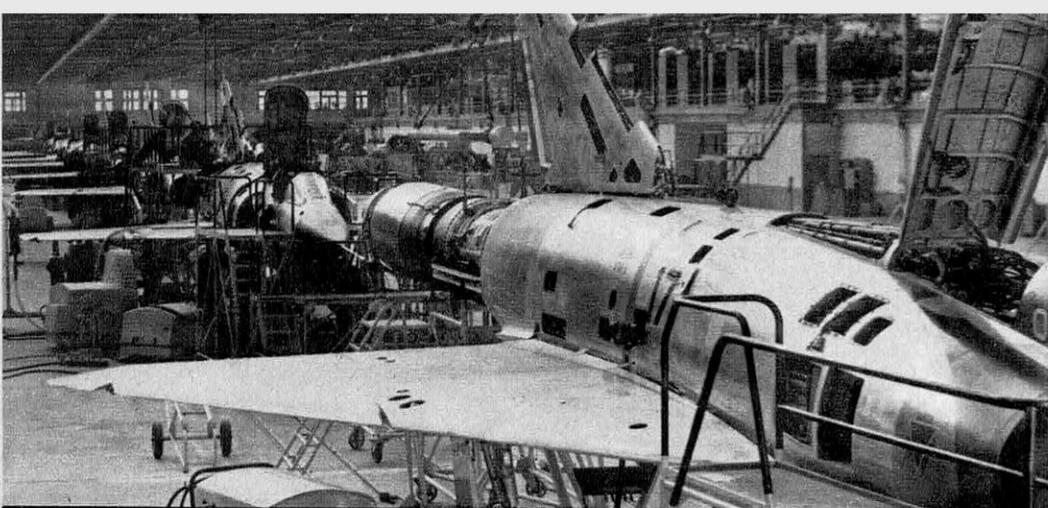
	Propulseurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse max. ou de croisière (km/h)	Observations
500	2 turboréacteurs SNECMA Atar 5K de 7 000 kg avec post-combustion.	M = 2,2	Bombardier biplace à aile en delta à 60° extrapolé du Mirage III. Emporte une bombe thermonucléaire. Parachute de freinage à l'atterrissement. Cockpit conditionné. Sièges éjectables Martin-Baker. Plafond 20 000 m. Rayon d'action 1600 km, augmenté par ravitaillement en vol par tankers KC-135.
100	2 turboréacteurs General Electric CF 700-2 B de 1905 kg.	820	Liaison et affaires. Construit en collaboration avec Sud-Aviation. Vendu aux Etats-Unis sous le nom de Falcon. Aile en flèche à 30°, 8/12 passagers. Cabine pressurisée et conditionnée. Autonomie 3 000 km.
500	2 turboréacteurs Rolls-Royce RB. 172-57.	800	Transport pour étapes courtes. 36/48 passagers. Autonomie 1000 km. Construit en coopération avec Siebelwerke (Allemagne fédérale). Prototype en étude.
280	1 moteur Ardem 4 CO2 de 45 ch.	160	Monoplace de tourisme ultra-léger pouvant être construit par des amateurs. Construit en Grande-Bretagne (Rollason) : aile basse, train fixe (équipé éventuellement de skis) ; autonomie 400 km. Version fabriquée en Espagne (Stark Iberica).
495	1 moteur Beaucier 4 Bo2 de 45 ch, ou Continental A 65 de 65 ch.	135	Biplace léger de tourisme pouvant être construit par des amateurs. Aile basse, train fixe. Autonomie 640 km.
600	1 moteur Continental de 75 ch (D.61 ou 100 ch (D.62).	170	Biplace léger de tourisme pouvant être construit par des amateurs. Construit en Grande-Bretagne (Rollason). Aile basse, train fixe ; autonomie 550 km.
280	1 moteur Volkswagen modifié de 24 ch.	140	Monoplace de tourisme ultra-léger pouvant être construit par des amateurs. Aile basse, train fixe. Peut être équipé de moteurs jusqu'à 40 ch. Autonomie 375 km.
520	1 moteur Continental de 65 ch.	160	Biplace léger de tourisme pouvant être construit par des amateurs. Aile basse, train fixe. Autonomie 530 km. Version D.117 avec moteur Continental de 90 ch. Voir aussi Centre Est, Sté Aéronautique Normande et Wassmer.
430	1 moteur Continental A 65 de 65 ch.	170	Monoplace léger de voltige pour construction par amateur. Aile basse, train fixe. Peut recevoir des moteurs divers jusqu'à 125 ch.
480	1 moteur Continental C 90 de 90 ch.	210	Monoplace léger de voltige pour construction par amateur. Aile basse, train fixe ou rentrant. Peut recevoir des moteurs divers de 85 à 125 ch. Version dérivée M.J.4 Shadow.
630	1 moteur Potez 4E-20 de 105 ch.	235	Biplace léger de tourisme et de voltige pour construction par amateur. Aile basse, train fixe ou rentrant. Peut être équipé de divers moteurs de 90 à 135 ch.
780	2 moteurs Continental C 90 de 90 ch ou Potez 4E-30 de 115 ch.	220	Biplace de tourisme pour construction par amateur. Aile basse, train tricycle escamotable.
630	1 moteur Continental de 100 ch.	230	Monoplace léger pour construction par amateur.
703	1 moteur Potez 4E-20 de 105 ch.	195	Biplace léger de tourisme dérivé du Druine Condor. Train tricycle. Autonomie 850 km.
800	2 turboréacteurs Turboméca Marboré VI de 480 kg.	700	Quadruplace de liaison ou biplace d'entraînement. Cabine pressurisée et conditionnée. En version d'appui tactique pourrait emporter bombes, roquettes et 2 mitrailleuses de 7,5 mm et un canon de 30 mm. Plafond 12 000 m, autonomie 1750 km. Version affaires Paris III, 6 places.
800	1 moteur Potez 4E-20 de 105 ch.	180	Triplace léger de tourisme. Train fixe, double commande. Autonomie 1300 km. Version Super-Rallye avec moteur Continental O-300-C de 145 ch ou Lycoming de 150 ch. Version quadruplace Rallye Commodore avec moteur Lycoming de 150 ch, poids 1000 kg, vitesse de croisière 205 km/h, autonomie 1050 km.



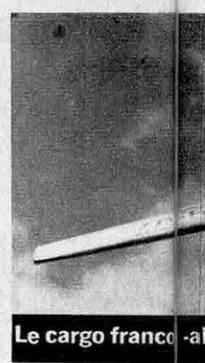
Le Breguet 1150 Atlantic, appareil de reconnaissance et anti-sous-marins, construit par un consortium européen.

Le Breguet 941 à voilure soufflée pour décollage court, dont une version doit être construite aux Etats-Unis.





Chaîne de montage des intercepteurs Mirage III dans les ateliers de la G.A. Marcel Dassault.



Le cargo fran

AVIATION FRANÇAISE

Constructeur et type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids max. au décollage (kg)	Propulseurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse max. ou vitesse de croisière (km/h)	Observations
NORD C.160 Transall	40	32,05	47 000	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne R.1y. 20 de 6 665 ch.	510	Transport moyen pour applications civiles et militaires, passagers et fret (81 parachutistes équipés, véhicules blindés jusqu'à 16 tonnes), construit en coopération avec Hamburger Flugzeugbau, Daimler et Vereinigte Flugtechnische Werke. Peut utiliser des terrains non aménagés. Aile haute. Rampe de chargement arrière. Cockpit et soutes pressurisés et conditionnés. Peut être équipé de deux turboréacteurs supplémentaires Rolls-Royce RB-162 de 1800 kg ou Bristol-Siddeley Orpheus B Or.3 de 2 000 kg. Autonomie 4 800 km.
262	21,90	19,28	10 300	2 turbopropulseurs Turboméca Bastan VI.B2 de 1080 ch.	370	Transport pour étapes courtes dérivé du Super-Broussard. 26/29 passagers. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. Autonomie 1740 km.
PIEL Émeraude	8,30	6,03	500/640	1 moteur Continental A 65 de 65 ch ou C 90 de 90 ch ou Salmon de 90 ch.	160/200	Biplace léger de tourisme pouvant être construit par amateur. Versions dérivées, construites aussi en Espagne (Aeronasa), Allemagne (Binder Aviatik sous le nom de Smaragd), Grande-Bretagne (Fairtravel sous le nom de Linnet), Afrique du Sud (Durban Aircraft). Aile basse, train fixe, double commande. Autonomie 850 km. Version 3 places Diamant avec moteur Continental 100 ch ou Potez 115 ch et Super-Diamant avec moteur Continental 145 ch. Version voltige 2 places C.P. 750 avec moteur Potez 115 ch.
POTEZ 841	19,60	15,90	8 900	4 turbopropulseurs United Aircraft of Canada PT6A-6 de 580 ch.	455	Transport léger pour liaisons régionales (24 passagers) ou affaires (8 passagers). Cabine pressurisée. Autonomie 3000 km. Version 842 avec turbopropulseurs Turboméca Astazou X de 640 ch. Version en projet avec fuselage allongé (longueur 16,80 m). Construit aussi en Irlande.
CM 170 Magister	11,40	10,06	3 200	2 turboréacteurs Turboméca Marboré II A de 400 kg.	715	Biplace d'entraînement. Construit aussi sous licence en Finlande (Valmet) et en Israël (Israel Aircraft Industries). Cockpit pressurisé et conditionné. 2 mitrailleuses de 7,5 mm, roquettes, bombes, engins air-sol Nord AS-II. Autonomie 1000 km. Version 94 avec turboréacteurs Turboméca Marboré Super VI de 530 kg, sièges éjectables. Version aéronavale CM 175 Zéphir.
SCINTEX Super-Émeraude	8,25	6,54	700	1 moteur Continental 0-200-A de 100 ch.	220	Biplace léger de tourisme dérivé du Piel Émeraude. Aile basse, train fixe, double commande. Autonomie 1000 km. Peut être équipé d'un moteur Potez 4E-20 de 105 ch.
250 Rubis	10,25	7,75	1 475	1 moteur Lycoming 0-540 de 250 ch.	300	Quadruplace d'affaires. Train escamotable, double commande, cabine conditionnée. Autonomie 1500 km.
SIPA Antilope	11,10	9	1 900	1 turbopropulseur Turboméca Astazou X de 665 ch.	425	Tourisme 4/5 places. Aile basse. Autonomie 2 000 km.
SOCIÉTÉ AÉRONAUTIQUE NORMANDE						
Jodel D.150 Maseret	8,15	6,30	720	1 moteur Continental 0-200-A de 100 ch ou Potez 4E-20 de 105 ch.	250	Biplace léger de tourisme dérivé de l'Ambassadeur. Autonomie 1700 km.
Jodel DR-1052 Excellence	8,72	6,52	780	1 moteur Continental 0-200-A de 100 ch ou Potez 4E-20 de 105 ch.		Quadruplace de tourisme, version du Jodel Ambassadeur. Aile basse, train fixe.

Constructeur et type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids max. au décollage (kg)
Jodel D.140 C Mousquetaire III	10,27	7,82	1 200 1 m 0-36 180
Jodel D.160	10,86	8,32	1 500 1 m de 2
SUD-AVIATION			
Caravelle VI-R	34,30	32,01	50 000 2 tu Rolls 533
Caravelle Super	34,30	33,01	52 000 2 tu doubt White 6 353
Concorde	25,56	56,13	148 000 4 tu Bristol 593
Gy-80 Horizon	9,70	6,57	1 100 1 m 0-32 ou 160
Moynet M360 Jupiter	11,10	8,13	1 875 2 m 10-30
60.A Marquis	11,53	8,39	2 725 2 tu Turb Astazou 450
SE 3130 Alouette II		9,60	1 500 1 tur Artou 700
SE 3160 Alouette III		10,12	2 100 1 tur Artou 700
SA 3210 Super Frelon		23,15	12 000 3 tur Furm 1500
SA 330		14,80	6 400 2 turb Basta
WASSMER D.120 Paris-Nice	8,22	6,36	650 1 m C 360 180
Super IV	10	8,09	1 200 1 m 0-36 180



allemand Transall, 47000 kg, dépasse 500 km/h.



Le Potez 840 à 4 turbopropulseurs Turbomeca Astazou.

Propulseurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse max. en vol croisière (km/h)	Observations
1 moteur Lycoming 0-360-A2A de 180 ch.	240	Tourisme 4/5 places. Aile basse, train fixe. Autonomie 1400 km.
500 1 moteur Lycoming de 235 ch.	250	Transport léger et tourisme 6 places. Aile basse, train fixe. Prototype.
000 2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon 533-R de 5 715 kg.	845	Moyen-courrier pour 64/80 passagers. Aile en flèche à 20°. Fuselage pressurisé et conditionné. Autonomie 2 560 km. Série 10 R avec turboréacteurs à double flux Pratt et Whitney JT8D-1 de 6 350 kg. Autonomie 3 130 km.
000 2 turboréacteurs double flux Pratt et Whitney LY 8 D-1 de 6 350 kg.	835	Version à fuselage allongé pour 104 passagers. Autonomie 3 260 km.
8000 4 turboréacteurs Bristol-Siddeley/SNECMA Olympus 593 B de 15 000 kg.	M = 2,2	Long-courrier supersonique étudié en collaboration avec British Aircraft Corporation. 118 passagers. Aile ogivale en delta. Cabine pressurisée et conditionnée. Autonomie 6 700 km.
100 1 moteur Lycoming 0-320-A de 150 ch ou 0-320-B de 160 ch.	230	Quadriceptre de tourisme et d'affaires. Aile basse, train tricycle semi-escamotable, double commande. Autonomie 1280 km.
875 2 moteurs Lycoming 0-360-A de 200 ch.	328	Avion d'affaires. Moteurs aux deux extrémités du fuselage, une hélice tractrice, une hélice propulsive. Train tricycle escamotable. 4/5 places. Autonomie 1 850 km. Version 6/7 places avec moteurs Lycoming 10-540-A de 290 ch, poids max. 2 290 kg, vitesse de croisière 360 km/h.
2 725 2 turbopropulseurs Turbomeca Astazou II J de 450 ch.	460	Avion d'affaires 5/6 places adapté du Beechcraft Baron. Train tricycle escamotable. Autonomie 1 900 km.
1 500 1 turbine Turbomeca Artouste II de 406 ch.	175	Hélicoptère tous usages, 5 places. Rotor principal à 3 pales de 10,20 m de diamètre; rotor anti-couple arrière de 1,80 m de diamètre. Autonomie 600 km. Série 3180 avec turbine Turbomeca Astazou II de 360 ch.
2 100 1 turbine Turbomeca Artouste III B de 700 ch.	200	Version extrapolée du précédent pour 6 passagers et fret divers et en version d'assaut pour 6 hommes équipés. Peut être équipé de caméras acquises, moteur Nord SS-12 et AS-12. Rotor principal à 3 pales de 11 m de diamètre. Autonomie 710 km. Version 3164 de reconnaissance, avec armement anti-char ou opérations anti-sous-marines: canon de 20 mm, roquettes, moteurs AS-11 ou AS-12.
2 000 3 turbines Turbomeca Turmo III C3 de 1500 ch.	260	Hélicoptère lourd étudié en collaboration avec Sikorsky. Rotor principal à 6 pales de 18,90 m de diamètre; rotor anti-couple arrière à 5 pales de 4 m de diamètre. Toutes missions passagers (30 hommes équipés), fret, sauvetage, lutte anti-sous-marine. Autonomie 960 km.
6 400 2 turbines Turbomeca Bastan VII.	290	Hélicoptère moyen missions diverses militaires (12 hommes équipés) ou fret. Rotor principal 4 pales; rotor anti-couple arrière à 5 pales de 3,12 m de diamètre. Autonomie 575 km.
650 1 moteur Continental C 90-12 F de 95 ch.	190	Version de luxe du Jodel D.112. Train fixe, double commande. Autonomie 1100 km.
1 200 1 moteur Lycoming 0-360-A1A de 180 ch.	265	Tourisme et affaires 4/5 places. Aile basse, train tricycle escamotable. Autonomie 1 700 km. Version WA 41 à train fixe.

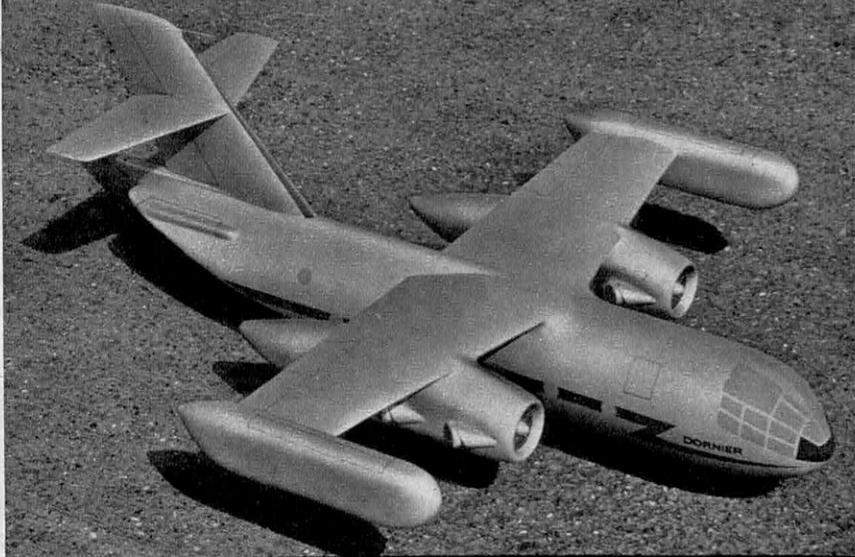
La société *Henry Potez* a récemment concentré ses activités autour du quadriturbine 841/842 et des biplaces d'entraînement *Magister*. Ces deux types, existant en différentes versions, recèlent des possibilités d'exportations certaines bien que la concurrence soit particulièrement aiguë dans ces deux catégories de matériels.

En plus de ces entreprises principales, auxquelles viennent s'ajouter les producteurs de moteurs *SNECMA*, *Hispano-Suiza* et *Turbomeca*, l'industrie française compte quelques sociétés plus modestes généralement spécialisées dans les avions légers. Citons la *SIPA* dont *Antilope* a rendu le nom célèbre par une série de records, *Centre-Est Aéronautique* de Dijon, la *Société Aéronautique Normande*, *Reims-Aviation*, filiale de *Cessna*.

L'avenir de l'industrie aérospatiale française dépendra essentiellement des options du Cinquième Plan. En ce qui concerne les avions militaires, on sait déjà que les seuls programmes nouveaux seront un biréacteur transsonique d'entraînement (ECAT) et un biturbine léger de liaison (bi-Astazou). Même indigence au chapitre des études, où l'on mentionne seulement un *Mirage III G* à géométrie variable. Même si on considère que certaines décisions sont tenues secrètes, tout ceci ne mène pas très loin. Sur le plan civil, il faudrait au moins que le *Galion* et le *Mystère 30* soient retenus pour que notre industrie ne soit pas déclassée au début de la prochaine décennie.

Notre principale faiblesse réside dans le domaine des réacteurs de grande puissance et une coopération avec la Grande-Bretagne s'impose, même si elle doit impliquer des sacrifices.

En dehors de ceux déjà cités, onze pays européens disposent d'une industrie aéronautique. Nous y consacrerons une note brève en les prenant dans l'ordre alphabétique.



Le transport Dornier DO-31 est équipé de deux réacteurs de propulsion et de quatre réacteurs de sustentation (4 Rolls-Royce développant 2 000 kg).

Allemagne : troisième industrie continentale (32 000 personnes), elle est en voie de passer sous la coupe des U.S.A. par le jeu de participations financières dans le capital de nombreuses sociétés. Les activités industrielles sont essentiellement réduites à des productions sous licence, sauf en ce qui concerne les matériels légers. L'arrivée à terme des programmes F-104 G et Fiat G-91 laisse l'industrie sans travail. La décision de construire 400 hélicoptères moyens Bell Iroquois étant prise, on attend maintenant le choix d'un hélicoptère lourd. S'ajoutant à la production des Transall, ces programmes devraient permettre de faire la soudure avec les fabrications d'avions de combat de la génération 1970.

Après avoir utilisé les bonnes volontés européennes pour se réorganiser et rattraper son retard technique, l'Allemagne est aujourd'hui tentée de coopérer avec les États-Unis. Ces derniers domineraient ainsi définitivement l'un des trois principaux marchés européens. A côté des participations financières au capital de certaines sociétés, des accords pour le développement en commun de certains projets ont été passés à l'échelon gouvernemental. Ces mêmes projets, notons-le, faisaient déjà l'objet d'accords purement européens et l'entrée en scène des U.S.A. bouleverse singulièrement les équilibres établis.

Le manque de profondeur de son territoire très allongé a incité l'Allemagne à s'intéresser particulièrement aux avions de transport et de combat à décollage court ou vertical. Elle en prépare toute une génération, de conception originale.

Belgique : assez dynamique, très au courant des techniques modernes grâce à la construction du F-104 G, mais ne disposant pas de

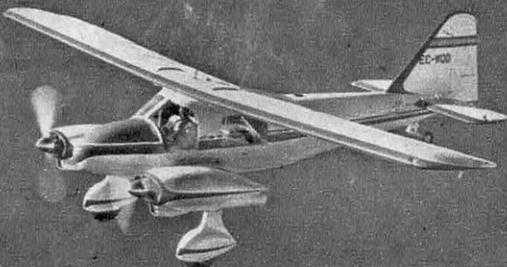
bureaux d'études importants et limitée à un marché très réduit, l'industrie belge est pour l'instant dans une situation délicate. La Force Aérienne devant remplacer ses transports d'assaut et ses chasseurs-bombardiers dans un avenir proche, l'industrie sera sans doute intéressée à ces deux programmes. Déjà, les fournisseurs potentiels font des offres de coopération industrielle aux constructeurs. Ainsi, la *SABCA* et la *FN* ont-elles formé l'*ABADAC* (Association Belge pour l'Avion à Décollage et Atterrissage Court) pour la promotion du *Breguet 941*, la *SA Avions Fairey* semblant pencher du côté du *HS-748 Andover*. De toute façon, l'industrie dans son ensemble bénéficiera d'une commande éventuelle.

Espagne : groupant moins de 8 000 personnes, l'industrie aéronautique espagnole n'en est pas moins active puisque les trois principales sociétés, *CASA*, *Hispano-Aviacion* et *AISA* ont des bureaux d'études propres. *CASA* construit différents types de transports pour l'armée, *Hispano* des biplaces d'entraînement à réaction, *AISA* des avions légers. Toutes effectuent des réparations pour l'*US Air Force* et participeront à la production de 70 *Northrop F-5* commandés pour l'Armée de l'Air espagnole.

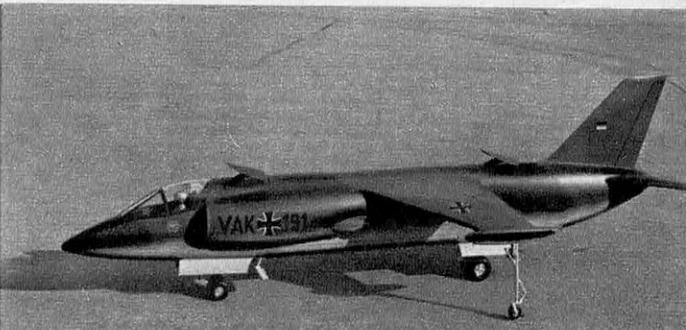
Finlande : Au delà de deux ou trois constructeurs d'avions légers et planeurs, la Finlande dispose d'une seule usine aéronautique, la *Valmet OY*, qui termine la production sous licence de 52 *Potez Magister*.

Hollande : Seul constructeur hollandais, *Fokker* a le privilège d'être l'un des plus florissants d'Europe en dépit de sa taille moyenne (5 000 employés). Cela tient à la participation de *Fokker* à divers projets militaires (F-104,

L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE



Le Dornier DO-28 est un appareil d'affaires et de tourisme pour 6 à 8 passagers. Vitesse 300 km/h.



L'appareil tactique Vak-191, chasseur-bombardier V/STOL, actuellement à l'étude en Allemagne.



La firme Hamburger a réalisé le HFB-320 Hansa, un bimoteur de transport léger et d'affaires.

Atlantic), mais surtout à la fabrication de son biturbine F-27 dont elle a vendu plus de 200 unités. Pour lui succéder, Fokker a lancé le F-28 Fellowship, bimoteur pour lignes courtes, dont la construction se fait avec l'aide financière du gouvernement néerlandais et en coopération avec des industriels allemands et britanniques.

Italie : A côté d'un fourmillement de petites entreprises construisant des avions de tourisme, cinq constructeurs principaux ont réussi à survivre dans un pays où il n'y a aucune politique aéronautique à long terme.

Avec le support industriel et financier du tout-puissant groupe Fiat, la *Fiat Aviazione*

tient évidemment la première place, mais se limite à des productions sous licences, exception faite toutefois du chasseur-bombardier léger G-91 dont plus de 500 exemplaires ont été produits tant en Italie qu'en Allemagne. Fiat collabore aussi à la production de série des Caravelle et du Super Frelon. Elle étudie un chasseur à décollage vertical (G-95), un transport à décollage court (G-222) et un hélicoptère de formule nouvelle (Fiat 7005).

AerMacchi participe à tous les programmes industriels importants (F-104G par exemple) et a diversifié intensément ses activités (carrosseries, motos...). De plus, cette firme conserve un bureau d'études actif. Ses ateliers produisent actuellement le biplace d'entraînement MB 326 — qui intéresse plusieurs pays africains — et le monomoteur de travail aérien Lockheed 60, dont elle a l'exclusivité. Différents projets sont en cours d'études (transports légers MB 332 et 336).

Agusta se consacre depuis quinze ans à la production et à l'amélioration des hélicoptères Bell dont elle offre une large gamme. Ses bureaux d'études, très actifs, viennent de sortir successivement le biplace de travail A 105 et le triturbine A 101 G.

Piaggio, dont les activités de base restent les scooters et motos, n'en a pas moins une filiale aéronautique très active qui, au fil des années, a construit environ une centaine de bimoteurs légers P 166. Elle procède actuellement aux essais en vol du bimoteur PD 808, conçu avec l'aide de Douglas et financé par le gouvernement, mais qui arrive très tard sur un marché encombré.

SIAI Marchetti, enfin, tente vainement depuis des années de promouvoir ses propres productions. Son amphibie monomoteur Riviera, pénalisé par son prix, ne se vend que



En version avion d'affaires, le Fokker F-28 Fellowship peut transporter 13 personnes avec 5 000 km de rayon d'action à 800 km/h.

difficilement. Un projet prometteur, le quadriplace SM-805, doit effectuer ses premiers essais sous peu. On parle aussi d'un hélicoptère révolutionnaire.

Pologne : Industrie d'État, au marché très réduit, l'industrie polonaise s'est spécialisée dans les avions légers et planeurs. Elle détient certainement la première place mondiale dans ce second domaine. Elle a aussi sorti en série le chasseur Mig 17 et vient de lancer la fabrication du biplace d'entraînement à réaction TS-11 Iskra, de conception nationale. Ses exportations sont, pour l'instant, limitées aux matériels légers.

Suède : Le cas de l'industrie aéronautique suédoise est très exceptionnel. Confinée au marché national mais soutenue par un gouvernement qui veut baser son indépendance politi-

L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE



Transport militaire tactique, le Fiat G-222 aura six réacteurs de sustentation et deux turbo-propulseurs assurant le vol en croisière.

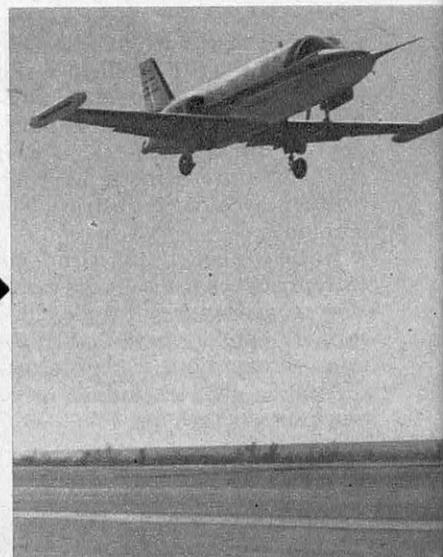
tique sur l'indépendance technique, elle n'a cessé de se trouver à la pointe du progrès aéronautique. Son élément essentiel est la *Svenska Aeroplan*. Son chasseur polyvalent SAAB 35 équipe l'ensemble des escadres de l'Armée de l'Air, prenant la relève des SAAB 29 et 32 plus anciens. Elle prépare un appareil polyvalent, le SAAB 37, de conception révolutionnaire. Pour l'entraînement, SAAB propose son 91 à moteur à pistons et son biréacteur léger 105, tous deux construits en série.

La *Malmö Flygindustri* produit quelques avions légers et la *Svenska Flygmotor* des réacteurs de grande puissance adaptés de groupes occidentaux.

Suisse : Subsistant à l'état embryonnaire depuis des années, mal soutenue par son gouvernement, l'industrie aéronautique suisse



Transport léger pour 13 passagers, le Piaggio P-166 C vole en croisière à 360 km/heure avec 1 000 km de rayon d'action à pleine charge.



Biréacteur de transport léger pour 6 à 10 passagers, le Piaggio-Douglas PD-808 vole à 850 km/heure.



Chasseur tous-temps SAAB-35 Draken de l'Armée de l'air suédoise. L'appareil peut être doté de missiles Falcon de fabrication suédoise.

Le SAAB-37 Viggen est prévu pour remplacer le Draken. Cet appareil polyvalent volera à plus de Mach 2 et sera armé de missiles divers.

doit aux *Pilatus Flugzeugwerke* d'être présente dans le monde entier par les exportations de leur monomoteur de travail aérien Porter. Les autres firmes (*AFU*, *Fabrique Fédérale d'Avions* et *FFA*) sont engagées dans le programme de production sous licence du *Mirage III S*.

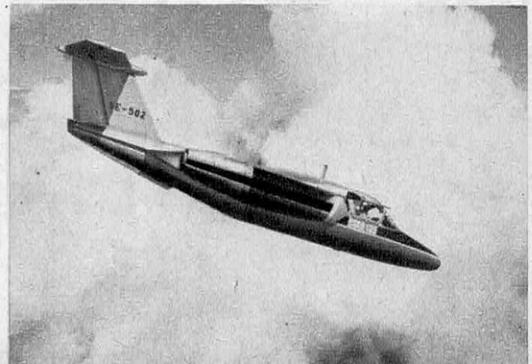
Tchécoslovaquie : Il reste peu de chose en ce pays de la puissante et dynamique industrie des années 30. Les entreprises d'État, réduites à des licences soviétiques pour les matériels militaires et de transport, sont néanmoins parvenues à imposer le biplace d'entraînement à réaction Delfin dont le meilleur client actuel est l'U.R.S.S. Par contre, en ce qui concerne les avions légers et planeurs, les exportations sont importantes de part et d'autre du rideau de fer.

Yougoslavie : Une petite industrie aéronautique subsiste, avec beaucoup de difficultés, en Yougoslavie. Pourtant, la *Preduzece SOKO* est parvenue à intéresser les pouvoirs publics à un biplace d'entraînement à réaction, le *Galeb*, dont une petite série est en cours. D'autres projets, de transports légers notamment, sont en cours.

Autriche : L'Autriche construit quelques avions légers et des planeurs, tentant quand même sa chance sur les marchés internationaux avec son bimoteur *SGP-222*, mais sans grand espoir.

AFRIQUE

Le sous-développement de l'ensemble du continent africain n'est pas propice à l'installation d'industries aéronautiques, mais certains États, souvent pour des raisons de prestige, ont réalisé un effort notable dans ce domaine.



Susceptible de versions multiples civiles et militaires (reconnaissance, appui tactique), le SAAB-105, biréacteur à hautes performances.

L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE

L'Égypte a été la première à se manifester. Privée du support de l'industrie britannique, elle a dû créer des industries de réparation pour les matériels militaires livrés par l'Union Soviétique. L'étape suivante a été la production d'une version modernisée du biplace-école léger Bucker 181 (Gomhouria), puis du biplace espagnol Hispano 200 Saeta (Al-Kahira). Enfin, des ingénieurs allemands ont repris l'étude du monoplace de chasse à réaction Hispano 300, l'équipant d'un réacteur de fabrication égyptienne étudié aussi par des ingénieurs allemands. Un prototype vole et une série est prévue dans une forme évoluée, disposant d'une puissance accrue.

D'autres pays, comme le **Ghana** et le **Maroc**, ont eu et ont encore des intentions d'implanter une industrie nationale, avec l'aide de l'Italie (Macchi) dans le cas du Ghana. Seule l'**Afrique du Sud** va effectivement de l'avant et l'ération d'une usine, non loin du Cap, a été commencée récemment. Un bireacteur d'entraînement européen doit y être construit sous licence.

ASIE

L'industrie aéronautique est encore embryonnaire en Asie, sauf dans trois pays que leur politique internationale, leur richesse ou leur puissance démographique ont conduit à pousser les choses plus loin que les intentions.

Japon : Sortie complètement anéantie de la guerre, l'industrie japonaise doit beaucoup à l'occupation américaine. Elle a produit des matériels américains sous licence (F-104 G, patrouilleurs Neptune, hélicoptères Bell et Sikorsky) en plus d'avions légers souvent dérivés de productions étrangères.



Biplace d'entraînement à réaction, le Soko Galeb de l'Armée de l'air yougoslave peut également recevoir des mitrailleuses, bombes et roquettes.

Aujourd'hui, le Japon fabrique des avions de conception nationale, tel le biplace d'entraînement à réaction Tib de Fuji. *Mitsubishi* a signé un accord pour la diffusion aux U.S.A. de son biturbine de liaison léger MU-2, tandis que la *Nihon Kokuki Seizo Kabushiki Kaisha* essaye de vendre, en Océanie notamment, son biturbine de transport YS-II, développé avec l'aide de l'Etat et commandé déjà par divers transporteurs nationaux.

Plusieurs programmes militaires (patrouilleur naval, cargo militaire) devraient permettre à l'industrie nippone d'entamer de nouvelles réalisations d'envergure dans les années qui viennent.

Chine : Sans doute la seconde d'Asie, l'industrie chinoise est confinée à la production d'avions d'origine soviétique et, généralement, de types assez anciens. Les seules réalisations nationales connues sont des avions légers, copies d'avions russes ou tchèques.



Le Turbo-Porter est la version à turbopropulseur Astazou du Pilatus PC-6 suisse, transport léger mixte, passagers (8 à 10) et fret, à décollage court.



Equipé de deux turbopropulseurs, le MU-2, à aile haute, est un transport léger fabriqué au Japon par Mitsubishi à l'intention du marché américain.



Hindustan HF-24 Marut, intercepteur supersonique entièrement conçu et réalisé en Inde. Plusieurs exemplaires avec postcombustion sont en service.



Le HJT-16, biplace d'entraînement à réaction fabriqué par Hindustan. Le gouvernement indien a passé commande d'une pré-série de 24 appareils.

Inde : Vraisemblablement plus modeste quant au volume, l'industrie indienne est beaucoup plus dynamique. En plus de divers types d'avions légers, elle s'est fait la main sur des fabrications sous licence (Gnat, Vampire, Hawker-Siddeley 748) avant de se lancer dans des conceptions nationales avancées dont les deux premiers exemples sont le monoplace de combat HF-24, construit en petite série dans une première version transsonique et qui doit recevoir un réacteur égyptien, et le HJT-16 d'entraînement. Ces études ont été faites en collaboration avec des ingénieurs allemands et c'est une des raisons du rapprochement avec l'Égypte. Une extension des usines est prévue pour les prochains mois afin que puisse être lancée la production du Mig 21. Celle de l'Alouette III est aussi prévue.

On estime que *Hindustan Aircraft* et les ateliers militaires de Kanpur groupent ensemble environ 20 000 ouvriers.



L'industrie aéronautique japonaise ne se contente pas de produire des avions légers. Le YS-11 peut transporter quelque 60 passagers à 475 km/h.

Israël : Israël a développé une industrie dynamique qui, outre la production sous licence du Potez Magister, se consacre surtout à l'entretien des matériels de l'Armée de l'Air qui sont essentiellement français. Aucune étude n'a encore abouti à la construction d'un prototype national.

OCÉANIE

Nous ne ferons que citer l'**Indonésie** qui a trop à faire pour entretenir ses matériels militaires russes et américains pour se lancer dans des études nationales. Seuls quelques avions légers ont été développés par le *Département de l'Armée de l'Air pour le Développement de l'Industrie Aéronautique Nationale*.

L'**Australie**, par contre, conserve une industrie vivace à laquelle la production sous licence du *Mirage III* vient de donner un ballon d'oxygène. En plus des ateliers de la *Commonwealth Aircraft Industry* (qui conserve un bureau d'études) et du *Department of Supply*, l'industrie britannique y garde une certaine importance. Le développement de l'aviation légère et de travail a en outre permis à divers constructeurs d'avions légers de s'établir.

Quelles conclusions peut-on tirer de ce survol de l'industrie aérospatiale mondiale ?

Si l'on constate la naissance d'industries aéronautiques nouvelles dans de nombreux pays en voie de développement, on peut leur prédire une expansion fort limitée, car elles apparaissent à un stade tel du développement des techniques aéronautiques qu'aucune grande ambition ne leur est permise.

D'autre part, le coût et le niveau technique sans cesse plus élevé des matériels de pointe ne peut que conduire à un nivelingement des grandes industries qui devront s'associer ou disparaître.

Roland de NARBONNE



Où va
le
transport
aérien ?

A lors que les résultats globaux de 1964 et les prévisions de l'année en cours viennent confirmer l'acheminement vers un certain équilibre économique, d'angoissants problèmes se précisent et viennent hypothéquer l'avenir de cet important secteur d'activité qu'est le transport aérien. De plus, ces problèmes exigent que dans les toutes prochaines années des décisions vitales soient prises.

Dans l'ensemble, 1964 fut une excellente année, les transporteurs des pays membres de l'O.A.C.I. (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) ayant véhiculé 156 millions de passagers, soit une progression de 16 % par rapport aux 135 millions de passagers transportés en 1963. Déjà, on prévoit une nouvelle et sensible amélioration pour l'année en cours. Les experts avancent le chiffre de 12 %, ce qui devrait porter le total des passagers à 175 millions. L'augmentation du transport de fret fut aussi des plus spectaculaire.

Au delà de 1965, les prévisions établies par les organismes compétents varient dans de larges proportions et sont souvent sujettes à caution. Néanmoins, il faut convenir en toute logique que le transport aérien ne peut que croître, et on peut s'attendre à ce que les chiffres de l'année en cours soient doublés d'ici 1975.

Le trafic futur offre donc d'excellentes perspectives aux transporteurs mondiaux et M. Juan T. Trippe, Président des Pan American Airways et l'un des meilleurs experts en la matière, a récemment déclaré que les dix prochaines années verrait des progrès supérieurs à ceux réalisés pendant les 51 premières années de l'existence du transport aérien !

Il faut aussi noter que le transport de marchandises prend un essor tel qu'il n'est pas impossible qu'il devienne ultérieurement l'activité principale du transport aérien.

Ceci posé, il ne faut pas se faire d'illusions : en dépit de ces réalisations et de ces beaux espoirs, le transport aérien commercial évolue toujours dans des conditions financières précaires. La marge bénéficiaire réalisée — ou qui le sera bientôt — restera dérisoire par rapport aux énormes capitaux engagés dans cette industrie. A peine remis des suites économiques de l'achat et de la mise en service massive des quadrireacteurs long-courriers, les transporteurs doivent déjà se consacrer au rééquipement, avec des avions à réaction de première ou seconde génération, des flottes dévolues aux lignes courtes et moyennes. En même temps, les compagnies doivent faire face à des augmen-

tations continues de dépenses dans la plupart des domaines, notamment les salaires et les diverses charges aéroportuaires. Tout ceci, combiné à une stabilisation relative des tarifs, complique singulièrement l'équilibre des bilans. D'un autre côté, l'étalement des frais généraux sur une plus grande production ne peut plus que s'exprimer par des multiplications de fréquence, la majorité des compagnies internationales ayant épousé leur portefeuille de droits de trafic aérien.

L'avènement de l'ère supersonique, moins d'une décennie après la révolution de la propulsion à réaction, apporte un nouveau problème crucial.

Le transport supersonique n'entrera en principe en service que dans les premières années de la prochaine décennie, mais le choix s'impose à très brève échéance si l'on veut se résigner une place compétitive sur les carnets de commandes des divers producteurs.

Le problème posé tant aux constructeurs qu'aux transporteurs est de déterminer si les extrapolations des quadrireacteurs subsoniques actuels, qui promettent de nettes améliorations des paramètres économiques, ne proposent pas une meilleure alternative que le supersonique avec tous ses aléas. Un élément nouveau, quoique contesté par certains, est apparu tout récemment lorsque le gouvernement américain a décidé le développement d'un avion géant essentiellement militaire, mais dont une version civile pourrait emporter de 500 à 700 personnes au-dessus de l'Atlantique à des vitesses « classiques » certes, mais à des conditions économiques pour le moins alléchantes.

Les inconnues du supersonique

L'idée d'un avion de transport supersonique remonte à plus de dix années. Un constructeur américain, à cette époque où les transporteurs se préparaient à aborder l'ère de la réaction, fit circuler un avant-projet qui fut reçu, il faut bien le dire, avec un certain scepticisme. Ce n'est vraiment que lorsque la France et la Grande-Bretagne fondirent leurs avant-projets nationaux dans le programme Concorde que l'avion de transport supersonique parut sur le point de devenir une réalité. La commande d'un certain nombre d'exemplaires de cet avion par un grand transporteur américain réveilla subitement l'industrie et l'administration outre-Atlantique,

Le Boeing 720 B, dérivé du 707, dans une version à 102 passagers en service sur les lignes intérieures des Etats-Unis.



Transportant 150 passagers à 900 km/h, le long-courrier VC 10 est équipé de quatre réacteurs Conway à double flux.



contraignant les constructeurs américains à voir plus grand et plus loin, c'est-à-dire au delà de la « barrière de la chaleur ». L'évolution des deux programmes concurrents n'a pas été sans difficultés ; si l'avion européen à présent défini et protégé politiquement possède une certaine avance, il ne faudrait point négliger les possibilités de l'industrie américaine qui pourrait bien combler son retard dans le cas où une décision officielle et favorable serait prise à brève échéance.

Les constructeurs américains, il est vrai, paraissent prudents et tentent actuellement d'arracher à leur gouvernement le financement de prototypes, plutôt qu'un encouragement à se lancer immédiatement dans une vaste production en nombre.

Par contre, les gouvernement français et britannique, ce dernier après les hésitations que l'on sait, sont maintenant contraints au lancement immédiat d'une série et, bien que les performances recherchées soient restées délibérément dans le domaine des possibilités actuelles, il subsiste un risque que l'on ne peut négliger.

Une foule de problèmes d'aérodynamique, de propulsion, de structure, d'automation sont résolus, mais sur le papier seulement, tout au plus en laboratoire, et seule une longue expérimentation en vol pourra garantir qu'il n'y a

plus aucune surprise à redouter. Pour la première fois dans l'histoire de la technique aéronautique, le transport aérien risque d'être doté d'un matériel de pointe dont les problèmes n'ont pas été préalablement explorés par une vaste expérience militaire.

Il y a ensuite l'inconnue des effets de la déflagration sonique et de son acceptation par le public. Il ne s'agit plus cette fois de la minorité constituée par les riverains des grands aéroports internationaux, mais d'une grande partie des populations, qui sera soumise aux effets des ondes de choc engendrées en permanence par ces gros appareils lors de leurs évolutions au delà de la vitesse du son. S'il est possible que ce problème se révèle secondaire, il faut noter que les organismes officiels, engagés de part et d'autre, restent manifestement prudents à cet égard, tandis que les constructeurs déclarent que les évolutions supersoniques seront restreintes au vol à très haute altitude; peut-être même le vol supersonique sera-t-il limité uniquement aux parcours océaniques...

Ces limitations risquent encore de grever l'équation économique des futurs avions supersoniques. Nous touchons en fait ici au point le plus crucial de l'opération car, dans les meilleures conditions, le transport supersonique offrira le même prix de revient au

siège-kilomètre que les avions subsoniques d'aujourd'hui, alors que ces derniers, lors de leur introduction, avaient permis immédiatement une réduction substantielle des paramètres économiques.

Quant au prix unitaire d'un avion supersonique, souvent présenté comme prohibitif, il ne constitue pas un inconvénient majeur; certes, le prix sera de 10 à 20 millions de dollars, selon le type retenu, mais l'énorme production de ces machines ramènera le coût au siège ou à la tonne aux proportions actuelles. Cependant, répétons-le, le supersonique, s'il offre un avantage incontestable de vitesse, entraîne aussi son quota d'aléas et d'inconnues. Il exige de gros investissements directs et indirects sans aucune promesse d'un allégement des conditions économiques à l'exploitation. De plus, une seule limitation d'emploi non prévue, mais toujours possible de la part d'un service officiel, pourrait avoir un effet négatif qui replongerait le transport aérien dans les difficultés dont il vient à peine de se dégager.

Prestige ou service ?

D'ailleurs, la comparaison entre les frais d'exploitation d'un avion supersonique, qui entrera en service dans quelque sept ou huit ans, avec ceux du matériel actuel, n'est guère

valable. La comparaison avec les frais d'exploitation des versions subsoniques qui pourraient être en service à l'époque de l'introduction des avions supersoniques n'est pas souvent faite; il est vrai que les chiffres précis manquent, mais il n'est guère difficile d'imager à qui une telle comparaison serait favorable.

Une telle comparaison est d'autant plus difficile que les conditions d'exploitation de la prochaine génération subsonique dépendront avant tout du marché qui lui sera offert et que ce dernier sera déterminé par le succès ou l'échec des premiers modèles supersoniques. Le dilemme est profond, voire tragique, car le transport aérien, quel que soit le sort du supersonique, aura besoin d'avions subsoniques à 200 places d'ici 1968 pour absorber l'augmentation de la demande. En fait, on pense que le marché futur comportera 200 à 300 quadri-réacteurs subsoniques vers 1970 et 400 à 500 avions des deux types en 1980.

La prochaine étape subsonique consiste en des versions « allongées » des types existants, emportant 200 passagers et dotées des derniers perfectionnements, notamment de réacteurs à grand taux de dilution dont le rendement économique est particulièrement intéressant. Le prix de ces avions — bien que moins élevé que celui des supersoniques — risque d'être important si les séries de fabrication



Le nouveau quadri-réacteur Ilyushin Il-62 à très grand rayon d'action. Avec 150 passagers il pourrait couvrir les 7 700 km de Moscou à New York sans escale.



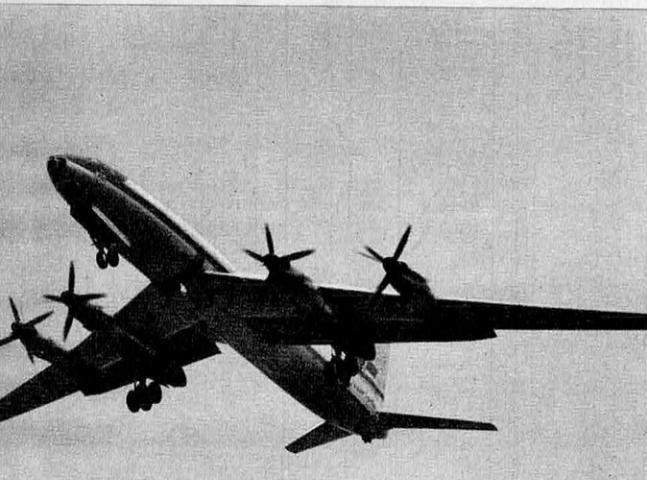
La Caravelle Super, dont le premier exemplaire a été livré à une compagnie finlandaise, est équipée de turboréacteurs double-flux et, à 835 km/h, a un rayon d'action de 3 260 km.

Son fuselage porté à 33 m de longueur permet d'embarquer jusqu'à 104 passagers.

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids max. au décollage (kg)	Propulseurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse de croisière (km/h)
ALLEMAGNE FÉDÉRALE	DORNIER Do-27	12	9,60	6/8	1 850	1 moteur Lycoming GO-480 B de 275 ch	200 1
	Do-28 B-2	13,80	9,05	6/8	2 720	2 moteurs Lycoming IO-540 A de 290 ch	290 1
	Do-31	19,50	21,50		23 500	2 turboréacteurs double-flux de 4 000 kg et 10 turboréacteurs de 2 500 kg	750 4
HAMBURGER	HFB-320 Hansa	14,46	16,61	6/12	8 200	2 turboréacteurs General Electric CJ-610-1 de 1 295 kg	820 2
	MESSER-SCHMITT Me P-160			40/58		2 turboréacteurs double-flux	
SIAT	Me P-141					2 turbopropulseurs de 1 000 ch	
	311 A	15	17	20	8 500	2 turboréacteurs de 2 300 kg	710 2
ARGENTINE	DINFIA Guarani II	19,53	14,86	10/15	7 100	2 turbopropulseurs Turboméca Bestan VI-A de 930 ch	490 2
	IA-52	20	13,64	18	5 330	2 turbopropulseurs Turboméca Astazou X de 640 ch	350 1
TURBAY	T-3 B	13,52	9,40	7	1 860	2 moteurs Lycoming O-360-A1D de 180 ch	255 1
CANADA	CANADAIR CL-44 Forty Four	43,37	41,70		95 250	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTY-12 de 5 730 ch	645 8
	CL-84	10,16	13,88	12	4 800 (VTOL) 5 700 (STOL)	2 turbopropulseurs Lycoming T-53 de 1 400 ch	500
DE HAVILLAND	DHC-2 Beaver	14,64	9,24	7	2 315	1 moteur Pratt et Whitney R-985 Wasp Junior de 450 ch	215 1
	DHC-3 Otter	17,69	12,80	10	3 620	1 moteur Pratt et Whitney R-1340-S1H1 de 600 ch	200 1
	DHC-4 A Caribou	29,15	29,13	30	12 900	2 moteurs Pratt et Whitney R-2000 7 M-2 de 1 450 ch	300 2
	DHC-5 Buffalo	29,26	23,57	41	17 200	2 turbopropulseurs General Electric T-64 GE-10 de 2 850 ch	320 3
	DHC-6 TwinOtter	20	15	14		2 turbopropulseurs Pratt et Whitney PT-6 A de 578 ch	300 1
ESPAGNE	CASA 207 Azor	27,80	20,85	30/40	16 500	2 moteurs Bristol Hercules 730 de 2 040 ch	400 2
ÉTATS-UNIS	BOEING 707-120 B	39,88	44,22	jusqu'à 179	117 200	4 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JT-3D-3 de 8 165 kg	965 8

Autonomie (km/h)	Observations	Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids max. au décollage (kg)	Propulseurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
			707-320 B	44,42	46,61	121/189	148 000	4 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JT-3 D-3 de 8 165 kg	975	12 250	Version intercontinentale. Version 320 C mixte passagers et fret.
0 1100	Transport léger civil et militaire à décollage court, considéré aussi en Espagne par CASA (C127). Aile haute, train fixe. Version H-2 avec moteur Lycoming GSO-480 de 340 ch. Existe en version hydravion à flotteurs.		720 B	39,99	45,50	112/165	106 000	4 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JT-3 D-1 de 7 710 kg	990	9 900	Version moyen-courrier.
0 1630	Dérivé du Do-27, missions diverses. En projet : version C avec turbopropulseurs Turbomeca Astazou II de 530 ch; version remaniée D, avec moteurs Lycoming IGSO-480 de 345 ch, 12 places.		727	32,90	40,80	70/129	69 000	3 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JT-8 D-1 de 6 350 kg	965	5 500	Moyen-courrier. Réacteurs à l'arrière. Aile en flèche à 32°. Cabine pressurisée et conditionnée. Version 727 C mixte passagers et fret.
0 4600	Transport tactique V/STOL étudié en collaboration avec le groupe de constructeurs allemands Entwicklungsring-Nord et Hawker-Siddeley. Aile haute.		737	26,22	28,70	75/100	38 600	2 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JT-8 D-1 de 6 350 kg	900	1 100	Transport à grande capacité pour étapes courtes et moyennes.
0 2650	Transport léger et affaires. Aile en flèche vers l'avant à 15°. Réacteurs à l'arrière. Double commande. Cabine pressurisée et conditionnée. Transport pour étapes courtes en projet.		733	52,60 26,20	62	150/227	195 000	4 turboréacteurs de la classe 16 000 kg	Mach 2,7	6 500	Transport supersonique à l'étude. Aile à géométrie variable, flèche de 20° au décollage portée à 74° pour le vol de croisière (à 20 000 m).
0 2000	Transport pour étapes courtes en projet. Réacteurs à l'arrière.		KC-135	39,88	41,53		135 000	4 turboréacteurs Pratt et Whitney J-57 P-59 W de 6 235 kg	860	5 000	Avion citerne pour ravitaillement en vol, dérivé du Boeing 707. Version C-135 Stratolifter de transport militaire stratégique, passagers et fret.
0 2500	Transport léger et affaires.	DOUGLAS	DC-8 Series 50	43,40	45,85	105/189	143 000	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT-3 D-1 de 7 718 kg ou JT-3 D-3 à double flux de 8 172 kg	935	11 200	Long-courrier. Aile en flèche à 30°. Cabine pressurisée et conditionnée. Series 30, 40 et 50, versions intercontinentales. Series 10 et 20 versions domestiques.
0 1150	Transport léger, passagers et fret. Aile haute, train tricycle fixe, porte de chargement arrière, versions civiles et militaires.		DC-8 F Jet Trader	43,40	45,85	25/189	143 000	4 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JT-3 D-3 de 8 172 kg	935	11 400	Version mixte perfectionnée du précédent, passagers et fret.
5 1840	Transport léger.		DC-9	26,60	31,20	56/90	35 000	2 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JT-8 D-5 de 5 460 kg	900	3 000	Transport pour étapes courtes et moyennes. Réacteurs à l'arrière. Aile en flèche à 24°. Cabine pressurisée et conditionnée. Existe en version affaires pouvant transporter 15 personnes sur étape de 5 300 km.
5 8900	Avion-cargo avec section arrière du fuselage pivotante pour le chargement. Peut être aménagé pour 178 passagers. Cabine et soutes pressurisées et conditionnées.	GRUMMAN	Gulfstream	23,90	19,45	10/24	16 000	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart Rda-7/2 de 2 190 ch	560	4 000	Avion d'affaires et transport léger. Cabine pressurisée et conditionnée.
0 550	Transport V/STOL à aile haute basculante. Prototypes en essais. Applications civiles et militaires. 2 rotors contrarotatifs de 2,13 m de diamètre à l'extrémité arrière du fuselage pour contrôle pendant le vol vertical et à faible vitesse.	HOWARD	500	21,45	17,80	10/14	15 850	2 moteurs Pratt et Whitney R-2800 CB-17 de 2 500 ch	625	4 000	Transport léger et affaires. Cabine pressurisée. Version 350 à envergure réduite (20,80 m).
5 1250	Transport léger civil et militaire. Aile haute, train fixe. Existe en versions hydravion à flotteurs et amphibie ou avec roues, flotteurs et skis interchangeables. Existe en version à turbopropulseurs (United Aircraft of Canada PT-6 A-6 de 578 ch) pour 10 passagers.	LOCKHEED	L-2 000	35	75	221	218 000	4 turboréacteurs	Mach 3		Transport supersonique à l'étude. Aile en double delta (83° et 62°).
0 1520	Transport léger civil et militaire. Aile haute, train fixe. Existe en versions hydravion à flotteurs et amphibie ou avec roues, flotteurs et skis interchangeables.		Hercules	40,25	29,80		61 500	4 turboréacteurs Allison T-56 A-7 de 4 050 ch	600	5 800	Transport militaire. Existe en versions reconnaissance, tanker, ambulance. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. Peut emporter 92 hommes équipés ou des charges de 12 t et plusieurs engines Honest John, Nike Hercules, Bomarc, Matador et leurs auxiliaires de lancement. Rampe de chargement arrière. La version HC-130 H de reconnaissance et sauvetage à grand rayon d'action jusqu'à 8 000 km est équipée de turbopropulseurs Allison T-56 A-15 de 4 510 ch, poids en surcharge au décollage 80 000 kg. Version cargo 382 de transport commercial pour liaisons courtes et moyennes.
0 2160	Transport civil et militaire. Aile haute. Rampe de chargement arrière.		Jet Star	16,60	18,43	10	18 500	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT-12 A-6 A de 1 360 kg	885	3 500	Transport léger et affaires. Missions diverses. Aile en flèche à 30°. Réacteurs à l'arrière. Cabine pressurisée et conditionnée.
0 3000	Transport militaire tactique capable d'emporter un engin Pershing; 5 t de charge utile. Aile haute. Rampe de chargement arrière.		C-141 Starlifter	48,80	44,20	154	144 000	4 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney TF-33 P-7 de 9 525 kg	900	10 000	Transport militaire long-courrier, passagers (154 hommes équipés) et fret (50 000 kg sur étape de 5 500 km). Aile haute en flèche à 25°. Rampe de chargement arrière. Cabine pressurisée et conditionnée.
0 1000	Transport léger, passagers et fret. Aile haute. En construction.										
0 2600	Transport militaire ou avion-cargo. Cabine conditionnée.	GRANDE-BRETAGNE	VC-10	42,72	48,36	151	141 500	4 turboréacteurs double-flux Rolls-Royce Conway RCo-42 de 9 255 kg	915	10 000	Long-courrier. Aile en flèche à 32°. Cabine pressurisée et conditionnée.
5 8480	Long-courrier pour lignes transcontinentales. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée et conditionnée.	BRITISH AIRCRAFT CORPORATION	Super VC-10	42,72	52,32	163/180	152 000	4 turboréacteurs double-flux Rolls-Royce Conway RCo-43 D de 10 205 kg	915	11 000	Version du VC-10 avec fuselage allongé.

TRANSPORT AÉRIEN



Le Tupolev Tu-114 russe est, avec 165 tonnes au décollage, l'appareil commercial le plus lourd qui ait jamais volé ; 4 turbopropulseurs de 15 000 ch chacun ; jusqu'à 220 passagers.



Le moyen-courrier Boeing 727 pour 70 à 129 passagers, équipé de trois réacteurs double-flux à l'arrière du fuselage, vole à 965 km/h. Il en existe une version mixte, passagers et fret.

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids max. au décollage (kg)	Propulseurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie
	One Eleven Series 200	26,97	28,19	79	33 800	2 turboréacteurs double-flux Rolls-Royce Spey 2 Mk-506 de 4 725 kg	870	2 000
BRITTEN-NORMAN	BN-2			8/10		2 moteurs Continental IO-360 A de 210 ch		
HANDLEY-PAGE	Herald 200	28,88	23,01	56	19 500	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-7 de 2 100 ch	445	2 800
HAWKER-SIDDELEY	748 Series 2	30,02	20,42	58	19 730	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-7 de 2 105 ch	415	2 600
	Argosy 650 Series 220	35,05	26,44	89	42 180	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart 532 de 2 100 ch	460	2 700
	Dove	17,40	11,96	8/11	4 100	2 moteurs Bristol-Siddeley Gipsy Queen 70 Mk-3 de 400 ch	310	1 400
	Héron Series 2	21,80	14,80	14/17	6 125	4 moteurs Bristol-Siddeley Gipsy Queen 30 Mk-2 de 250 ch	300	2 500
	Trident 1 E	29	35	109	59 000	3 turboréacteurs double-flux Rolls-Royce Spey RB-163-25 Mk-511 de 5 170 kg	972	4 600
	125	14,32	14,45	8	9 300	2 turboréacteurs Bristol-Siddeley Viper 521 de 1 415 kg	760	2 900
SCOTTISH AVIATION	Twin Pioneer	23,23	13,79	16/18	6 622	2 moteurs Alvis-Leonides 531 de 640 ch	220	900
SHORT	SC-5 Belfast	48,42	41,69	250	123 000	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTY-12 de 5 730 ch	550	8 500
	Turbo-Skyvan	19,55	12,12	18	5 660	2 turbopropulseurs Turbomeca Astazou X de 632 ch	280	7 000
ITALIE	FIAT G-222	20,50	21	40	18 000	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart et 6 turboréacteurs Rolls-Royce RB-162		
PIAGGIO	P-166 B Portofino	14,25	11,89	6/10	3 800	2 moteurs Lycoming IGSO-540 de 380 ch	360	2 100
	PD-808	12,40	12,70	6/10	7 485	2 turboréacteurs Bristol-Siddeley Viper Mk-525 de 1 360 kg	840	2 200

de croisière Autonomie (km/h)	Observations
870 2 000	Moyen-courrier. Aile en flèche à 20°. Cabine pressurisée et conditionnée. Séries 300 avec turboréacteurs Spey-25 Mk-510 de 4 990 kg ou Mk-511 de 5 171 kg, poids max. 38 500 kg, autonomie 3 000 km. Séries 400 comme 300, sauf poids max. 35 600 kg, autonomie 3 200 km. Existe en versions militaires et affaires. Transport pour étapes courtes en projet. Aile haute, train fixe.
445 2 850	Moyen-courrier. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. Séries 400 de transport militaire.
415 2 600	Transport passagers et fret pour étapes courtes et moyennes construit aussi en Inde. Cabine pressurisée et conditionnée. Version affaires pour 8/20 passagers. Version militaire Andover à rampe de chargement arrière avec turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDAs-12 de 3 245 ch pour 52 hommes équipés et véhicules blindés divers, poids max. 22 700 kg, vitesse 450 km/h, autonomie 3 600 km.
460 2 730	Transport passagers et fret, civil et militaire. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. Version militaire spécialisée 660 avec rampe de chargement, équipée de turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDAs-8 de 2 680 ch, emporte 69 hommes équipés et véhicules blindés divers, poids max. 14 000 kg, autonomie 5 000 km. Version 671 Commuter avec fuselage allongé pour 108 passagers sur étapes courtes.
310 1 400	Transport léger. Existe en version affaires pour 5 passagers. Version militaire Devon C et aéronavale Sea Devon C.
300 2 500	Transport léger. Version affaires pour 6/8 passagers.
972 4 600	Transport pour liaisons continentales. Réacteurs à l'arrière. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée et conditionnée. Version 1 à fuselage allongé (longueur 37,80 m) pour 140 passagers, poids max. 59 900 kg, vitesse 950 km/h, autonomie 3 730 km.
760 2 900	Transport léger type affaires avec version militaire (Dominie) pour 12 hommes équipés. Aile en flèche à 20°, cabine pressurisée et conditionnée.
220 920	Transport léger civil et militaire. Aile haute, train fixe. Décollé en 150 m. Existe en version affaires.
550 8 500	Transport militaire lourd dérivé du Bristol Britannia avec larges portes de chargement latérales et arrière, une rampe de chargement permettant le passage des plus lourds véhicules militaires et charges diverses telles que des engins balistiques. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. En version civile « air-bus » pourrait emporter 288 passagers sur deux ponts pour étapes de 1 450 km. Version en projet avec turboréacteurs double-flux Rolls-Royce RB-178, poids max. 190 000 kg, vitesse 800 km/h.
280 720	Transport léger civil et militaire. Aile haute à grand allongement, train fixe. Porte de chargement arrière.
	Transport militaire V/STOL, passagers et fret, à l'étude. Aile haute. Fuselage pressurisé et conditionné. Rampe de chargement arrière.
360 2 100	Transport léger passagers et fret. Aile haute. Version affaires 8 places. Double commande. Version P-166 C pour 13 passagers.
840 2 225	Transport léger civil et militaire étudié en collaboration avec Douglas. Réacteurs à l'arrière. Double commande. Cabine pressurisée et conditionnée. Versions affaires et entraînement. Version militaire avec bombes, roquettes ou engins.

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids max. au décollage (kg)	Propulseurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km/h)	Observations
JAPON NIHON	YS-11	32	26,30	52/60	23 500	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDAs-10/1 de 3 060 ch	475	2 400	Transport pour étapes courtes réalisé par un consortium de constructeurs japonais.
PAYS-BAS FOKKER	F-27 Friendship	29	23,10	40/52	19 000	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDAs-6 de 1 715 ch ou RDAs-7 de 1 910 ch	480	2 000	Transport pour étapes courtes et moyennes, construit aussi aux États-Unis (Fairchild-Hiller). Versions nombreuses civiles et militaires. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. Existe en version affaires.
	F-28 Fellowship	23,57	27,40	40/65	24 500	2 turboréacteurs double-flux Rolls-Royce Spey Junior RB-183-1 de 3 970 kg	815	2 200	Transport pour étapes courtes construit en collaboration avec des firmes allemandes (Hamburger Flugzeugbau et Vereinigte Flugtechnische Werke), britanniques (Short), etc. Aile basse en flèche à 18°. Réacteur à l'arrière. Cabine pressurisée et conditionnée. Existe en version affaires.
SUISSE PILATUS	PC-6 Porter	15,20	10,20	8/10	1 960	1 moteur Lycoming GSO-480 B-1 A-6 de 340 ch	210	1 200	Transport passagers et fret à décollage court avec version hydravion à flotteurs. Aile haute. Train fixe. Version Turbo-Porter avec turbopropulseur Turbomeca Astazou II E de 523 ch, vitesse 250 km/h, autonomie 1 000 km.
URSS ANTONOV	An-2	18,20 14,25	12,80	10/14	5 500	1 moteur Shvetsov ASh-52 IR de 1 000 ch	200	900	Biplace léger toutes missions construit aussi en Chine. Train fixe.
	An-10 Ukraine	38	37	100/ 130	55 000	4 turbopropulseurs Ivchenko AI-20 de 4 000 ch	680	4 000	Transport passagers et fret. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. Peut opérer sur skis. Version militaire An-12 avec rampe de chargement arrière. Version An-16 en projet avec fuselage allongé pour 132 passagers.
	An-24	29,20	23,50	44/50	19 500	2 turbopropulseurs Ivchenko AI-24 de 2 535 ch	475	2 000	Transport pour lignes d'apport. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée.
	Il-18 Moskva	37,40	35,90	84/ 120	61 500	4 turbopropulseurs Ivchenko AI-20 de 4 000 ch	650	4 700	Moyen-courrier. Cabine pressurisée. Peut recevoir jusqu'à 125 passagers avec aménagements spéciaux (version Il-18-1 de 64 000 kg).
	Il-62	43	51,50	186	148 000	4 turboréacteurs double-flux Kuznetsov NK-8 de 9 500 kg	900	10 000	Long-courrier. Aile en flèche à 35°. Réacteurs à l'arrière.
TUPOLEV	Tu-104	34,50	38,50	70/ 100	75 500	2 turboréacteurs Mikulin AM-3 M de 8 700 kg	900	4 200	Moyen-courrier. Version civile du bombardier Tu-16. Aile en flèche à 37°. Cabine pressurisée.
	Tu-114	51	54	170/ 220	165 000	2 turbopropulseurs Kuznetsov NK-12M de 14 800 ch	800	10 000	Transport lourd. Version civile du bombardier Tu-20. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée et conditionnée.
	Tu-124	25,55	30,55	44/56	36 000	2 turboréacteurs double-flux Soloviev D-20 P de 5 000 kg	900	2 200	Moyen-courrier. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée et conditionnée.
	Tu-134			64/72		2 turboréacteurs double-flux Soloviev		3 000	Moyen-courrier dérivé du précédent. Réacteurs à l'arrière.



Le bi-réacteur pour étapes courtes Boeing 737, actuellement en projet et qui pourrait entrer en service à la fin de 1967.

Le nouveau moyen-courrier Douglas DC-9 à deux turboréacteurs à l'arrière du fuselage, transporte 90 passagers à 900 km/h.



Le tri-réacteur Hawker-Siddeley Trident, récemment entré en service sur les lignes continentales des British European Airways.



La Caravelle 10 R, version équipée de réacteurs double-flux, aux performances de décollage et de rayon d'action améliorées.



restent modestes. De plus, leur amortissement devra être accéléré puisqu'ils risquent d'être concurrencés par les avions supersoniques bien avant d'avoir achevé leur cycle normal d'utilisation. C'est pourquoi il semble de plus en plus que l'adoption de tarifs différentiels s'imposera. Cela nous promet toutefois de nouveaux débats au sein de l'I.A.T.A. (International Air Transport Association) dont les procédures devront en outre être révisées en vue des interventions certaines des gouvernements directement engagés.

Si l'on veut éviter le drame de la surproduction ou de la liquidation de matériel non amorti, il faudra admettre la coexistence, sur les longues distances et pendant de nombreuses

années, d'avions sub- et supersoniques, la compétition entre ces deux types étant partiellement annulée par les tarifs différentiels. Une telle politique réduira certainement les débouchés offerts aux machines supersoniques mais, par contre, elle permettra la poursuite d'un abaissement progressif des tarifs et d'une augmentation normale du trafic qui risqueraient d'être freinés par l'existence d'un monopole supersonique.

Il ne peut s'agir naturellement que d'un compromis, et il faudrait d'abord déterminer ce que l'on veut : servir les intérêts des constructeurs plutôt que ceux des transporteurs, ou l'inverse ? Et le public, l'utilisateur du transport aérien, comment servir au mieux ses inté-

rêts ? Vitesse pour une minorité, grandissante il est vrai, ou économie, pour précipiter l'apparition du transport de masse que l'on promet depuis tant d'années ? Au point où en sont les choses, et en vue des engagements officiels, un compromis permettant le développement plus ou moins harmonieux des deux formules est indispensable.

Il faut aussi songer aux répercussions d'un monopole supersonique intercontinental sur la structure même du transport aérien international. C'est M. Alan S. Boyd, le président du C.A.B. (Civil Aeronautics Board) américain, qui a attiré l'attention sur ce sujet. Il prédit que, dans ce cas, il faudrait revoir l'ensemble des accords aériens bilatéraux qui sont à la base même de l'organisation actuelle des réseaux. En fait, les relations long-courriers deviendraient le monopole de quelques sociétés puissantes ; les autres sociétés, dont certaines sont actuellement très fières de leur réseau mondial, devraient se contenter de développer des lignes régionales relayant les lignes intercontinentales des exploitations supersoniques. On verrait ainsi l'organisation du transport aérien copier à l'échelle mondiale celle des États-Unis avec ses deux compagnies principales exploitant les « trunk-lines », ses réseaux locaux et ses petites lignes d'apport.

Reste l'avion subsonique à très grande densité, 500 à 700 places, que l'initiative des militaires américains vient de rendre possible. Il est peut-être significatif de constater ici la facilité avec laquelle le gouvernement d'outre-Atlantique accepte de s'engager pour près de 2 milliards de dollars dans le développement et la production de 58 unités de ce cargo géant pour lequel cinq constructeurs, trois constructeurs de cellules et deux motoristes, sont à présent engagés dans une compétition sans précédent.

Faut-il rappeler que ce même gouvernement hésite toujours à engager la moitié de cette somme dans le programme de l'avion commercial supersonique ?

Il est vraiment trop tôt pour qu'on puisse juger des possibilités commerciales de cette machine de plus de 300 tonnes, mais elle est techniquement réalisable quoique une version civile exigerait de très importantes modifications de l'appareil militaire. Selon un des constructeurs, cet avion, dont la production est équivalente à celle d'un appareil supersonique, la charge marchande compensant la vitesse, pourrait être exploité en permettant une diminution des frais de 40 %. Ce projet soulève toutefois beaucoup d'objections et le transport aérien n'est pas encore prêt, pour de multiples raisons, à accepter l'idée de telles capacités. Un seul secteur, jusqu'à présent, s'est prononcé en faveur du projet, celui du contrôle de la navigation aérienne qui y voit une solution au problème grandissant de la congestion des aéroports et de leur zone d'approche.

Pourtant on peut penser que les avions à 700 passagers deviendront un jour réalité. Après tout, quelle aurait été la réaction à l'époque du DC-3 de 21 places si l'on avait prédit qu'on traverserait bientôt l'Atlantique à 800 km/h, dans des monstres de 184 places ?

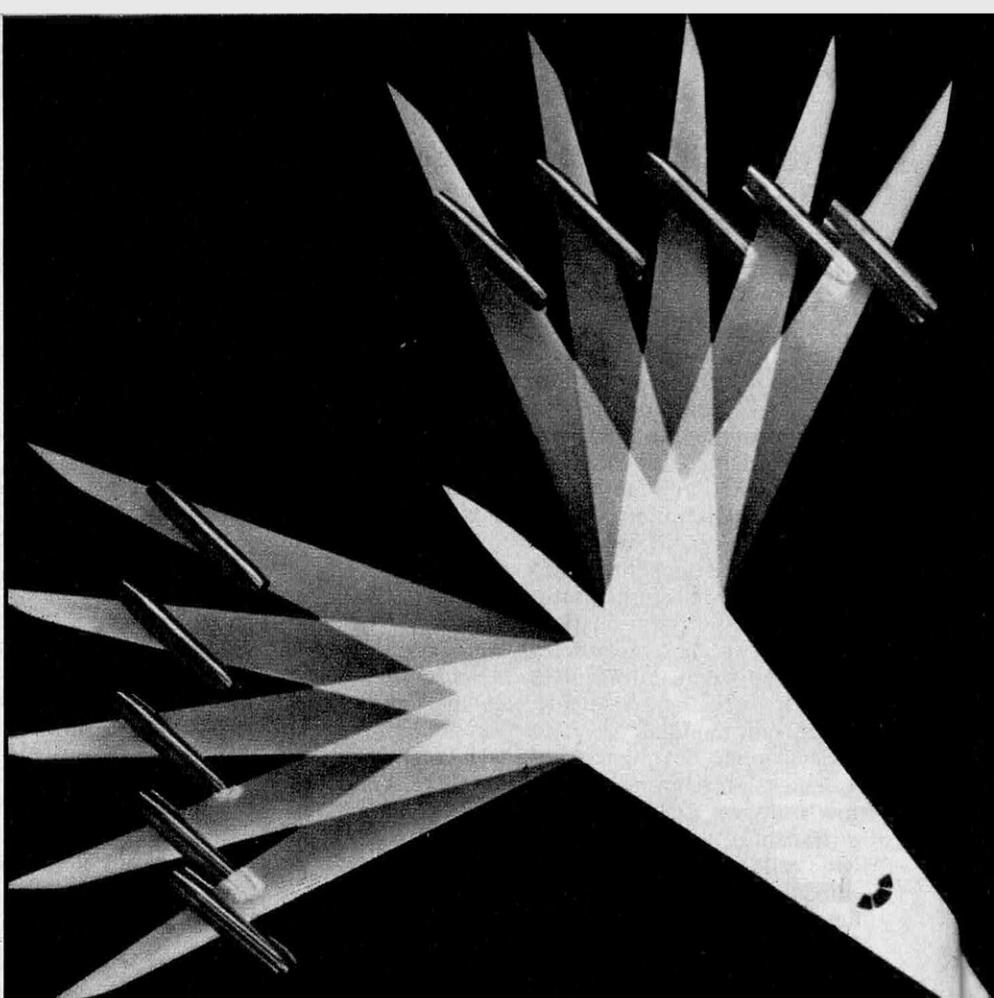
A défaut de passagers, le fret pour lequel on attend toujours « l'avion économique » pourrait très bien s'accommoder de ces mastodontes. De tels avions offriront, sur l'Atlantique, une charge payante de 90 tonnes et révolutionneront ce secteur du transport aérien. Déjà on avance qu'ils permettraient de concurrencer les tarifs maritimes des marchandises et certaines compagnies de navigation s'en seraient tellement émuves qu'elles pourraient bien devancer les sociétés aériennes dans l'acquisition d'avions-cargos géants.

Guy ROBERTY



Le Tupolev 134, biréacteur moyen-courrier pour 70 passagers entrera prochainement en service sur les lignes de l'Aéroflot.
Photo APN

La maquette
de l'aile à flèche
variable
du bombardier
Swallow proposé
dès 1958
par Barnes-Wallis



l'avion à géométrie variable

Depuis les origines de la construction aéronautique, la conception aérodynamique des avions résulte d'un compromis entre les exigences inhérentes aux différentes gammes de vitesses envisagées au cours d'un vol ou aux paramètres essentiels tels que le plafond et la distance franchissable. En même temps que les performances et les données physiques de base des avions, les difficultés n'ont fait que croître.

L'idée de faire varier la configuration aérodynamique d'une aile pour l'adapter aux différentes phases de vol n'est pas nouvelle. Mais comme, autrefois, les problèmes se laissaient assez facilement résoudre par les aérodynamiciens suivant les formules classiques, les études dans cette voie n'allèrent jamais bien loin.

Avant l'apparition des réacteurs, les recherches ont porté essentiellement sur la variation de la surface des ailes, donc de la charge

alaire et de l'allongement. Le but était de dessiner des avions « taillés » pour un bon rendement en croisière sans être pénalisés par une vitesse d'atterrissement trop importante.

Chronologiquement, les premières études furent celles de l'ingénieur Makhonine qui dessina divers prototypes à voilure télescopique, un panneau externe coulissant à l'intérieur d'un panneau de base de l'aile en forme de fourreau. Ces appareils, de lignes très modernes, effectuèrent à partir de 1931 un certain nombre de vols spectaculaires. La formule, cependant, devait demeurer sans lendemain, bien qu'un prototype ait été essayé encore en 1946; au lendemain de la Libération, les moteurs n'étaient pas des plus fidèles et cet appareil expérimental fut endommagé à son premier et dernier décollage.

Un autre ingénieur français, Jacques Gérin, mit au point à partir de 1936 un projet de conception différente. Ici, l'aile variable était

souple. Enroulée dans le fuselage, elle se déployait en coulissant le long de l'armature de l'aile fixe.

La carrière du premier prototype fut brève, mais les essais effectués en soufflerie avaient été assez convaincants pour que soit commandé, à la veille de la guerre, un monoplace de course de la même formule et dont les performances devaient être exceptionnelles. Il fut essayé en soufflerie, mais les hostilités devaient empêcher son premier vol.

La première apparition de la flèche variable eut lieu en Allemagne en 1944.

On connaît deux projets de cette époque. L'un, le Messerschmitt P. 1101, eut une curieuse histoire puisque, trouvé par les Américains à 80 % de sa finition, avec ses dossiers d'études complets, il devait donner le jour quelques années plus tard outre-Atlantique au Bell X-5, premier appareil de la formule ayant volé. La voilure du P. 1101 devait pouvoir prendre trois positions à 35, 40 et 45° de flèche.

Plus révolutionnaire encore était le projet Blohm et Voss P. 202 dont l'aile — conventionnelle — était articulée d'une seule pièce autour d'un axe vertical dans le plan de symétrie de l'avion. L'aile devait pouvoir pivoter de 35°, ce qui donnait évidemment une flèche positive à une aile et négative à l'autre.

Les Américains reprirent donc l'étude théorique du P. 1101 et, en 1948, la décision de construire deux prototypes d'un avion de chasse expérimental fut prise. C'est à Bell que revint la charge de mettre au point ce qui n'était en somme que la version modernisée du projet allemand.

La première machine vola en juin 1951, suivie à quelques mois par sa jumelle. Aucune série ne fut commandée car le système de translation de l'aile, conjugué avec la variation de flèche, était trop lourd et compliqué pour un appareil opérationnel. La flèche pouvait varier de 20° à 60°, les vitesses maximales correspondantes étant de 973 et 1 045 km/h.

La géométrie variable apparaissant comme plus séduisante encore pour un avion embarqué — on cherche toujours à obtenir pour eux une vitesse d'approche aussi faible que possible — l'U.S. Navy chargea Grumman en 1950 de développer un tel appareil en se basant sur les résultats acquis avec les deux X-5. Dans leur optimisme, les marins commandèrent même une pré-série de ce F10F1 Jaguar, mais les difficultés de mise au point, l'instabilité de l'avion, le poids de son installation, furent autant d'arguments pour son abandon en 1955, après une centaine de vols.

Une conception différente, mais visant aux mêmes buts fut préconisée il y a quelques années outre-Manche par le Dr Barnes Wallis. Son projet Swallow de bombardier de gros tonnage ne retint pas l'attention des militaires

britanniques, mais les études se poursuivent.

Entre-temps, en France, se développaient des projets révolutionnaires qui, aujourd'hui encore n'apparaîtraient nullement démodés. Œuvre de l'ingénieur Robert de la Société MATRA, le R 130 fit l'objet de plusieurs années d'études qui ne furent abandonnées que faute de crédits. Basé sur des brevets datant de 1947, cet avion à géométrie variable offrait, entre autres particularités, un système de propulsion composite réacteur-statoréacteur, des gouvernes supersoniques par déviation du jet, une cabine étanche largable, et il était calculé pour... Mach 2. C'était, rappelons-le, il y a près de vingt ans !

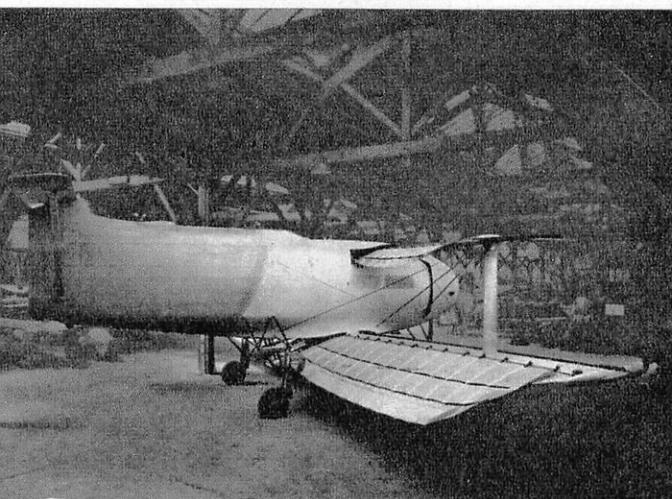
Le Matra R 130 possédait en fait deux paires d'ailes, dessinées l'une pour le vol subsonique, l'autre pour le vol supersonique. La première, de grand allongement et munie de volets hypersustentateurs de conception très avancée, était repliable alors que la seconde était fixe.

Le processus de vol aurait été le suivant : Décollant à l'aide de son réacteur et avec sa voilure subsonique dépliée, le R 130 aurait accéléré jusqu'à Mach 0,65 sous la poussée de son statoréacteur Matra, allumé à partir de 350 km/h. Cette vitesse aurait été — les calculs l'ont démontré — très supérieure à la vitesse minimale de la voilure supersonique, fixe et de faible épaisseur relative. À ce moment, le pilote aurait fait pivoter son avion de 90° autour de son axe longitudinal, ce qui aurait eu pour effet de faire passer la portance de l'aile subsonique à l'aile supersonique, la première pouvant alors être repliée dans le fuselage. Dans le même temps, évidemment, la cabine aurait effectué la même rotation. L'essai en soufflerie d'une aile grandeur nature démontre, peu avant l'abandon du projet, que le dépliage pouvait se faire à 650 km/h en 30 secondes environ.

Pesant environ 7 t, souffrant — on le constate maintenant en regardant les plans — d'être venu trop tôt, le R 130 avait un Mach limite de 2 et une vitesse d'atterrissement de 170 km/h. C'était atteindre avec 18 ans d'avance un but vers lequel on tend encore aujourd'hui.

L'hypersustentation ? Une forme de géométrie variable

Sur les appareils à hautes performances aujourd'hui en service, le déploiement, aux basses vitesses, de tous les systèmes hypersustentateurs connus est en somme déjà un changement de géométrie de la voilure, même s'il n'entraîne pas une mise en mouvement de la structure de base. Seules les voitures en delta demeurent actuellement à l'abri de ces complications car les fortes incidences qu'elles supportent sans « décrocher » permettent l'obtention de vitesses d'approche relativement basses, tandis que leurs caracté-



ristiques ne sont pas incompatibles avec un rendement satisfaisant en croisière.

Pour obtenir la souplesse des caractéristiques aérodynamiques nécessaire à une exploitation harmonieuse, certains avions commerciaux, comme le Boeing 727, disposent sur leur voilure de systèmes aérodynamiques efficaces, certes, mais compliqués et intéressant tant le bord de fuite que le bord d'attaque. La flèche variable ne permettra pas de se passer totalement de l'hypersustentation, mais tout au moins peut-on penser que sur les avions rapides — les seuls sur lesquels elle semble se justifier — elle donnera la possibilité d'obtenir les mêmes résultats aux basses vitesses avec une hypersustentation simplifiée, tout en apportant une amélioration des rendements en vol.

Dans le domaine militaire, le problème est beaucoup plus compliqué, car les performances sont beaucoup plus poussées tandis que les types de missions offrent une très grande diversité.

Pour satisfaire au mieux chacune des missions constituant ce large éventail, les militaires ont dû jusqu'ici avoir recours à de nombreux types d'avions spécialisés. Malgré les efforts vers la polyvalence, les appareils actuels n'offrent un bon rendement opérationnel que pour un petit nombre de missions-types. Ce manque de souplesse limite considérablement leur efficacité moyenne. Or la guerre moderne, dans sa grande diversité, exige une souplesse d'autant plus grande des matériels de pointe que leur prix sans cesse plus élevé tend à en limiter le nombre.

Connu depuis longtemps en théorie, expérimenté en vol mais jusqu'ici sous des formes trop compliquées pour qu'une adaptation opérationnelle soit possible, le principe de la flèche variable apporte une révolution dans la conception des avions de combat. La meilleure preuve en est que le premier avion l'appliquant

et qui soit destiné à la production de série, le General Dynamics F-111, a pu être adapté au prix de modifications mineures aux besoins pourtant fort différents de l'U.S. Air Force et de l'U.S. Navy.

L'avion classique : un compromis

En régime de vol subsonique, la résistance aérodynamique à laquelle est soumis un avion se décompose en trois éléments :

- le frottement de l'air sur les surfaces;
- la traînée de forme;
- la traînée de portance ou traînée induite.

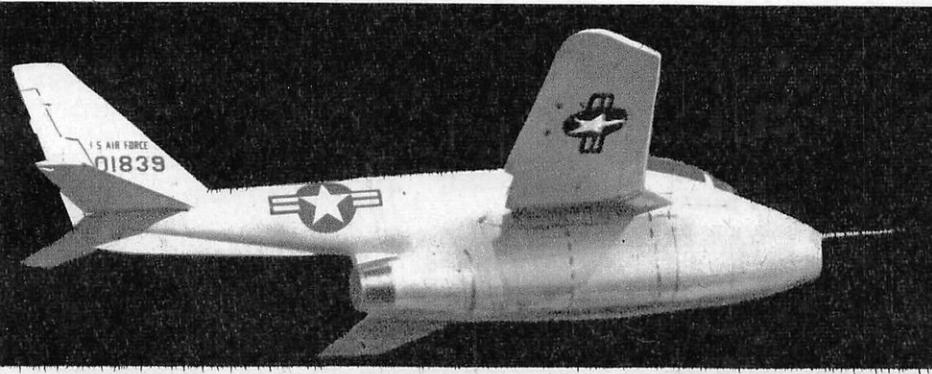
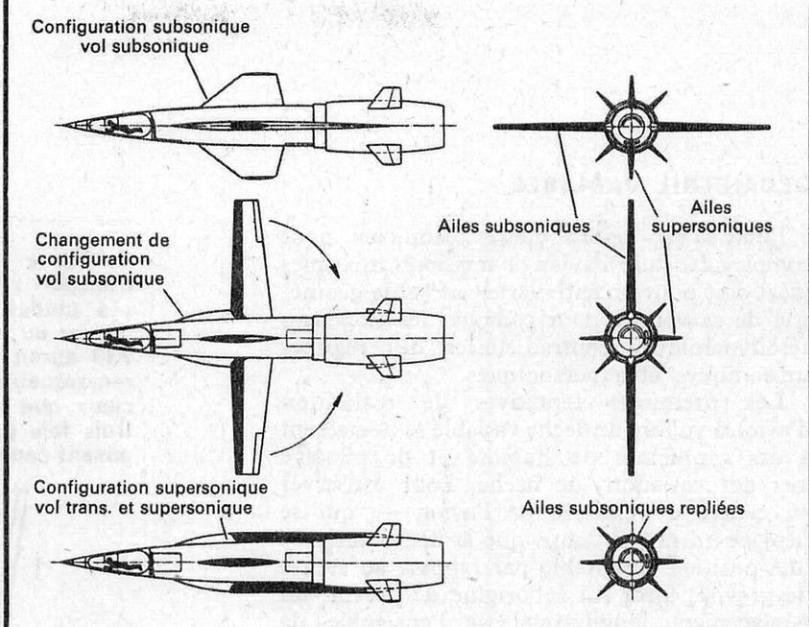
Pour diminuer le frottement sans susciter de décollements des filets d'air, les volumes doivent avoir des finesse de 3 à 6. La traînée induite, quant à elle, est combattue par l'utilisation de voilure à grand allongement, c'est-à-dire de grande envergure et faible corde, ce qui conduit, en général, à des profils d'épaisseur relative (rapport de la corde à l'épaisseur maximale du profil) assez importante.

Mais, dans le domaine transsonique (vitesses voisines de la vitesse du son), il faut tenir compte de la traînée due aux ondes de choc, laquelle est fonction du carré de l'épaisseur relative. D'où l'impossibilité d'utiliser avec un bon rendement des ailes épaisses en supersonique, à moins que la corde soit elle-même très grande, ce qui est le cas des voitures en delta. D'autre part, en supersonique, la finesse idéale d'un corps doit être d'environ 12.

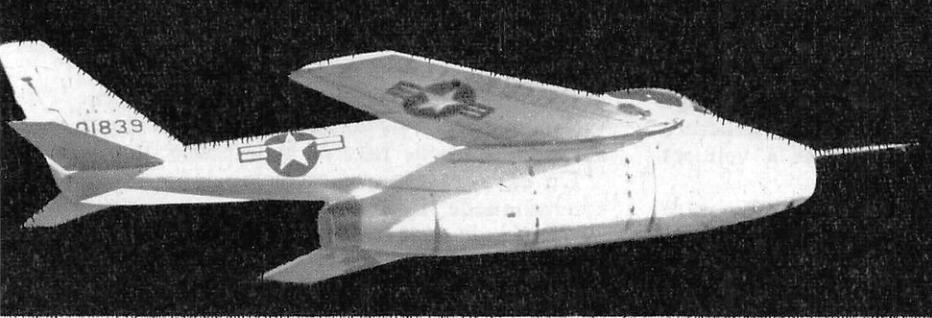
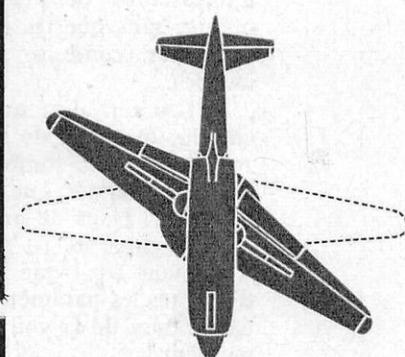
Les moments de flexion auxquels une aile de grande envergure est soumise imposent un profil épais incompatible avec le régime supersonique. D'où, sur les avions à réaction conventionnels, la réduction de l'envergure autorisant l'emploi d'un profil plus mince et l'adjonction d'une flèche qui, entre autres choses, diminuent l'épaisseur relative apparente, c'est-à-dire dans le plan de l'écoulement.

Le biplan à voilure variable étudié en 1936 par J. Gérin. Les Français furent les premiers à s'intéresser à de tels principes pour améliorer les performances sans nuire aux qualités de décollage.

Les phases successives de vol à faible et grande vitesse du projet révolutionnaire Matra R. 130 (1946-1948) qui aurait pu être le premier avion supersonique du monde à géométrie variable...



Le Bell X-5, inspiré d'un projet Messerschmitt de la dernière guerre, combinait la variation de la flèche avec un déplacement longitudinal d'ensemble de la voilure. Malgré la complexité du mécanisme, de nombreux vols furent effectués par deux prototypes entre 1951 et 1960.



Obtenir la variation de flèche en vol par rotation d'ensemble de la voilure est un procédé simple et original proposé pendant la dernière guerre par les ingénieurs de Blohm und Voss.

GÉOMÉTRIE VARIABLE

Point n'est besoin d'être technicien pour comprendre que l'avion à missions multiples idéal doit pouvoir faire varier en vol la géométrie de sa voilure pour concilier les exigences aérodynamiques contradictoires des régimes subsoniques et supersoniques.

Les premières tentatives de réalisation d'avion à voilure de flèche variable se heurtèrent à des problèmes de stabilité et de pilotage lors des variations de flèche. Pour conserver au centre de poussée de l'avion — qui se déplace en même temps que la flèche varie — une position acceptable par rapport au centre de gravité, force fut à l'origine de prévoir un déplacement longitudinal de l'ensemble de la voilure par rapport au fuselage dans le même temps que la flèche variait. On était ainsi conduit à une complexité mécanique incompatible en poids et en entretien avec une utilisation opérationnelle.

Des recherches effectuées ces dix dernières années par John Stack au sein de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) américaine ont démontré que le respect de certaines proportions entre les parties fixes et mobiles de l'aile et l'articulation du panneau mobile autour d'un point extérieur au fuselage, permettaient d'obtenir une stabilité longitudinale et un pilotage satisfaisant au cours de variations importantes de la flèche, sans qu'il soit nécessaire de prévoir une translation de la voilure. Le point important est de déterminer la surface du panneau mobile permettant d'obtenir des variations intéressantes des caractéristiques aérodynamiques sans que les efforts qu'il doit pouvoir supporter conduise à des structures trop lourdes.

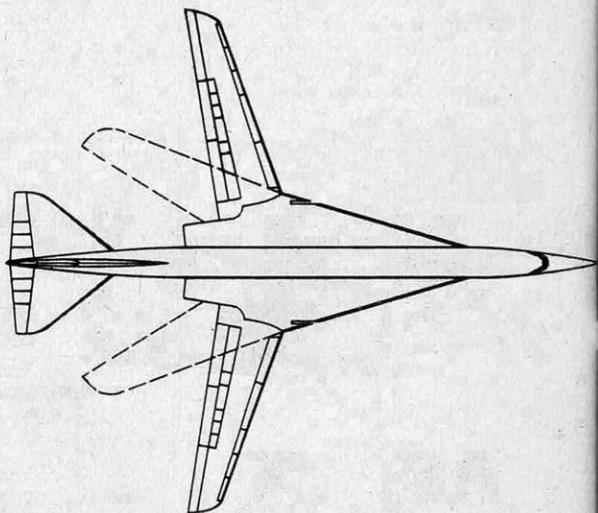
Si l'on considère un avion dont l'envergure, aile déployée, est de 15 m pour une flèche de 10° , l'envergure tombe à 5 m pour une flèche de 100° , tandis que l'allongement passe de 6 à 0,6. Dans le même temps, l'épaisseur relative passe de 10 % à 1,5 %.

On voit donc que la flèche variable permet d'adapter les paramètres aérodynamiques fondamentaux de la voilure au régime de vol du moment.

Une autre de ses conséquences est de réduire les effets dus aux turbulences atmosphériques rencontrées à basse altitude, effets qui prennent des proportions désagréables pour l'équipage et parfois même dangereuses pour la structure dans le cas des avions classiques à voilures d'allongements moyens.

Les études de la NASA ont aussi démontré qu'il existe un point neutre autour duquel on

Boeing a appliqué à son projet de transport supersonique les résultats de ses études sur la flèche variable à propos du programme TFX. Son Model 733 aurait une souplesse d'utilisation remarquable, plus lourd et plus spacieux que les « jets » actuels, volant trois fois plus vite en croisière et se posant cependant à vitesse plus faible.



peut faire pivoter le panneau extérieur de voilure à différents nombres de Mach sans que la stabilité longitudinale en soit affectée d'une manière notable. En fait, ce point neutre n'est pas rigoureusement fixe, mais sa position moyenne peut être retenue pour l'implantation du pivot. Il a aussi été démontré que lors d'une variation de flèche de 10° à 100° , l'angle d'attaque ne varie que de 3° et que le contrôle de l'appareil au cours de la manœuvre est assuré avec une variation de braquage du gouvernail de profondeur de un degré seulement.

La flèche variable : un changement de vitesse

De même que le changement de vitesse d'une voiture permet au moteur de donner son meilleur rendement en fonction de l'effort qui lui est demandé, de même l'aile à flèche variable permet à l'avion de s'adapter au mieux aux conditions de telle ou telle phase du vol.

Un exemple typique est celui de la vitesse ascensionnelle. Pour lui conserver une valeur maximale, le régime de vol doit être subso-



Les deux configurations du Boeing 733, en régime supersonique (en haut) et à l'atterrissement (en bas).

GÉOMÉTRIE VARIABLE

nique avec flèche de 45° jusqu'à environ 13 000 m, puis supersonique avec flèche de 70° jusqu'au plafond. On obtient ainsi les meilleures performances pour une consommation réduite.

La mission d'un avion à flèche variable peut s'inscrire dans quatre cas :

A) le vol de croisière est effectué en totalité avec flèche maximale;

B) le vol de croisière est accompli en entier avec la flèche minimale;

C) une variation de flèche (ou plusieurs) intervient en cours du vol;

D) le vol est effectué avec une flèche intermédiaire.

Le cas A correspond à une mission de pénétration effectuée à basse altitude à l'aller comme au retour. En fonction de la vitesse de croisière choisie, la flèche pourra être de 85° (Mach 0,90/0,95) ou de 100° (Mach 1,3 et plus). Dans l'un et l'autre cas le coefficient de portance réduit entraînera une traînée induite faible, et la traînée totale de l'avion sera voisine du minimum. Il en résulte que la consommation de carburant sera réduite et par conséquent la distance franchissable élevée, encore que le vol à basse altitude ne soit pas le plus économique pour les réacteurs.

Le cas B est celui du convoyage ou de la patrouille subsonique. Associé à une altitude de vol élevée, il correspond à une distance franchissable maximale, très supérieure en tout cas au résultat obtenu en A.

Le cas C est typique de l'avion à géométrie variable puisque la mission implique des variations de flèche en vol. C'est ce qui se produit chaque fois que l'exécution de la mission nécessite des changements du régime de vitesse et de l'altitude. Envisageons le cas d'une mission d'attaque à distance moyenne d'un objectif fortement défendu. La croisière initiale se fera à haute altitude après montée avec aile en position 45° . A 13 000 m, la flèche sera ramenée à 10° pour une croisière subsonique économique (Mach 0,7). Après un millier de kilomètres, l'avion descend au ras du sol pour la pénétration vers l'objectif. La phase initiale se fait à Mach 0,93 avec 85° de flèche, la phase finale en vol supersonique avec flèche accentuée. Le profil du vol de retour est le même avec une partie basse pour le dégagement en supersonique d'abord, puis en subsonique élevé au ras du sol, la croisière enfin s'accomplissant à haute altitude. L'atterrissement ailes déployées peut s'effectuer sur des aérodromes courts étant donné la vitesse modérée. L'adaptation de la voilure à chaque phase du vol permet à

l'appareil à flèche variable de surclasser très nettement l'avion conventionnel.

Enfin, le cas D correspond à une position moyenne de la flèche (70°) ce qui est le cas d'une mission supersonique (Mach 2) à basse altitude sur courte distance ou d'interception.

Première réalisation pratique

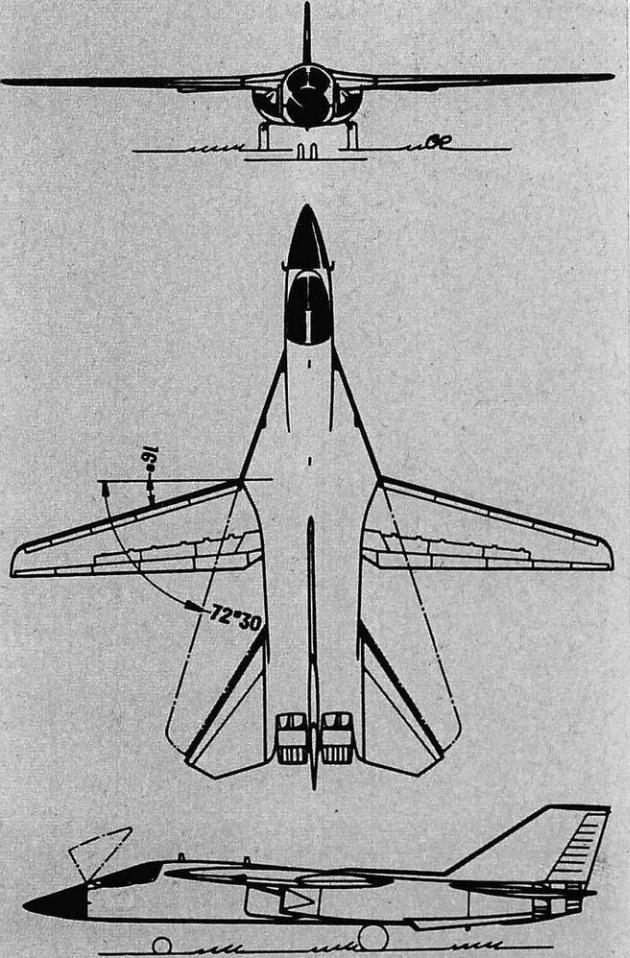
Pour sa première application pratique, la flèche variable a permis de lancer directement un programme ambitieux puisque, pour reprendre les termes du ministre américain de la Défense, « le programme du TFX (devenu depuis F-111) dépassera en ce qui concerne le prix et le nombre d'appareils tous les programmes de chasseurs lancés depuis la fin de la deuxième guerre mondiale ». En tout, plus de 1 200 exemplaires du F-111 sont prévus tant pour l'U.S. Air Force que l'U.S. Navy et les Marines. La standardisation de cet avion pour les trois Services, à quelques différences de structure et d'équipements près permettra d'économiser plus de 1 000 millions de dollars sur l'ensemble du programme.

C'est le 24 novembre 1962 que General Dynamics a été choisie pour la construction du F-111, au terme d'une longue lutte contre Boeing qui offrait un projet moins onéreux et qui, dit-on, était préféré des futurs utilisateurs. Le choix de M. McNamara devait soulever au Sénat américain une tempête qui n'est pas encore calmée bien que plusieurs prototypes du F-111 aient maintenant entamé leur mise au point.

Menée bon train, la construction du F-111 a permis de procéder au premier vol juste avant Noël 1964, avec plusieurs semaines d'avance. Dès le 6 janvier 1965, avait lieu la première variation de flèche en vol. Depuis, un second avion a volé et la mise au point se poursuit au mieux, semble-t-il. En tout, 23 avions de pré-série sont en fabrication, 18 dans la version terrestre F-111A, 5 en version embarquable F-111B dont la responsabilité a été confiée à Grumman. Les deux versions comportent 80 % d'éléments communs.

Le F-111 est propulsé par deux réacteurs Pratt & Whitney TF-30-A20, à soufflante et post-combustion, qui doivent donner chacun largement plus de 10 t de poussée maximale. Ce moteur a rencontré certaines difficultés de mise au point (pompage du compresseur), mais elles auraient été maintenant résolues.

La voilure peut prendre toutes les positions entre 16° et 72° . Elle est munie de volets à double fente et de becs de bords d'attaque qui



Aboutissement du programme TFX, le F-111 est le premier avion de combat à flèche variable en vol. C'est un biréacteur polyvalent dont deux versions de base ont été prévues avec des différences mineures, d'envergure en particulier, l'une destinée à l'U.S. Air Force, l'autre opérant à partir de porte-avions.

lui assurent une très forte hypersustentation aux basses vitesses.

Le F-111 associe des décollages courts et rapides sur pistes sommaires, une grande distance franchissable et une bonne autonomie à la possibilité de voler en régime supersonique entre 150 et 18 000 m. L'écart de vitesse est phénoménal puisque se posant à moins de 200 km/h, le F-111 vole en altitude à Mach 2,5 (plus de 2 800 km/h). Au poids de décollage de 32 t, il emportera assez de carburant pour franchir environ 6 000 km sans ravitaillement.

Cette formidable machine de guerre pourra remplir dans les meilleures conditions une très grande variété de missions, de l'attaque au sol à grande distance à l'interception rapprochée en passant par la patrouille à toutes les altitudes.

Il va sans dire, que les Américains ne sont pas les seuls à avoir été séduits par la géométrie variable. Tous les pays ayant une industrie aéronautique de pointe se penchent actuellement sur la question, y compris l'U.R.S.S. sans doute.

En France, la Générale Aéronautique Marcel Dassault travaille sur le projet Mirage III G pour lequel un contrat de prototype devrait être passé incessamment. Breguet, de son côté a aussi poussé ses études en ce domaine.

En Angleterre, la British Aircraft Corporation est en pointe, mais ses études demeurent théoriques. Il fut question longtemps d'un avion d'entraînement supersonique à voilure variable, mais ce projet a semble-t-il été renvoyé à une date ultérieure. Peut-être, par contre, verra-t-on s'établir une coopération franco-britannique autour de Mirage III G ou d'un avion comparable.

En Allemagne, Bölkow travaille avec l'apport des techniciens de Boeing au projet d'un avion de combat « idéal » combinant la souplesse d'emploi de la géométrie variable et du décollage vertical. Ce VJ-101-E pourrait être, vers 1970, le successeur des F-104G actuellement en service dans la Luftwaffe. Il semble être très proche du projet américain ADO-12, actuellement au stade des études préliminaires.

Il n'est pas impossible qu'en France on parvienne aussi à ce concept de l'avion VTOL à géométrie variable. De la mise au point des Mirage III V et III G pourrait aisément sortir dans un délai de cinq à six ans un Mirage III GV, combinaison des deux formules.

Vers le transport supersonique à géométrie variable ?

Les avions militaires ne sont pas les seuls qui pourraient tirer un bon profit de la souplesse d'adaptation de l'aile à flèche variable. Les transports supersoniques offrent une occasion d'application idéale de la formule.

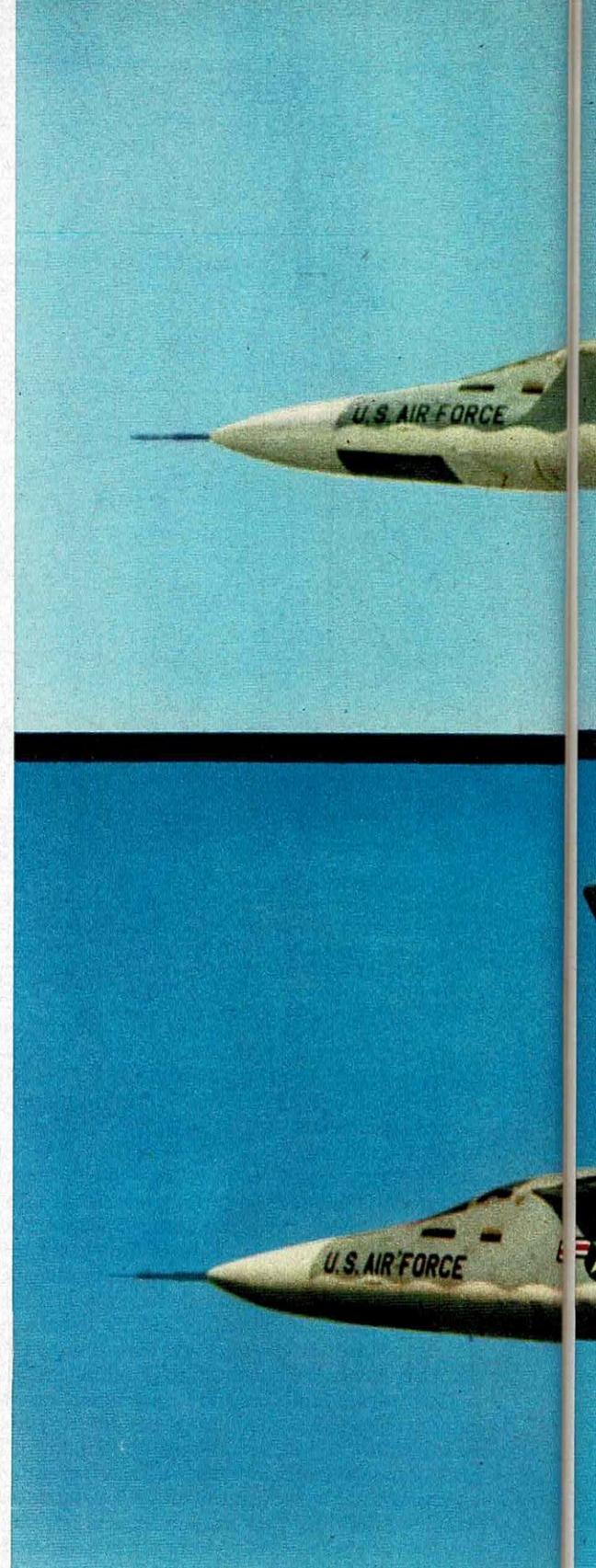
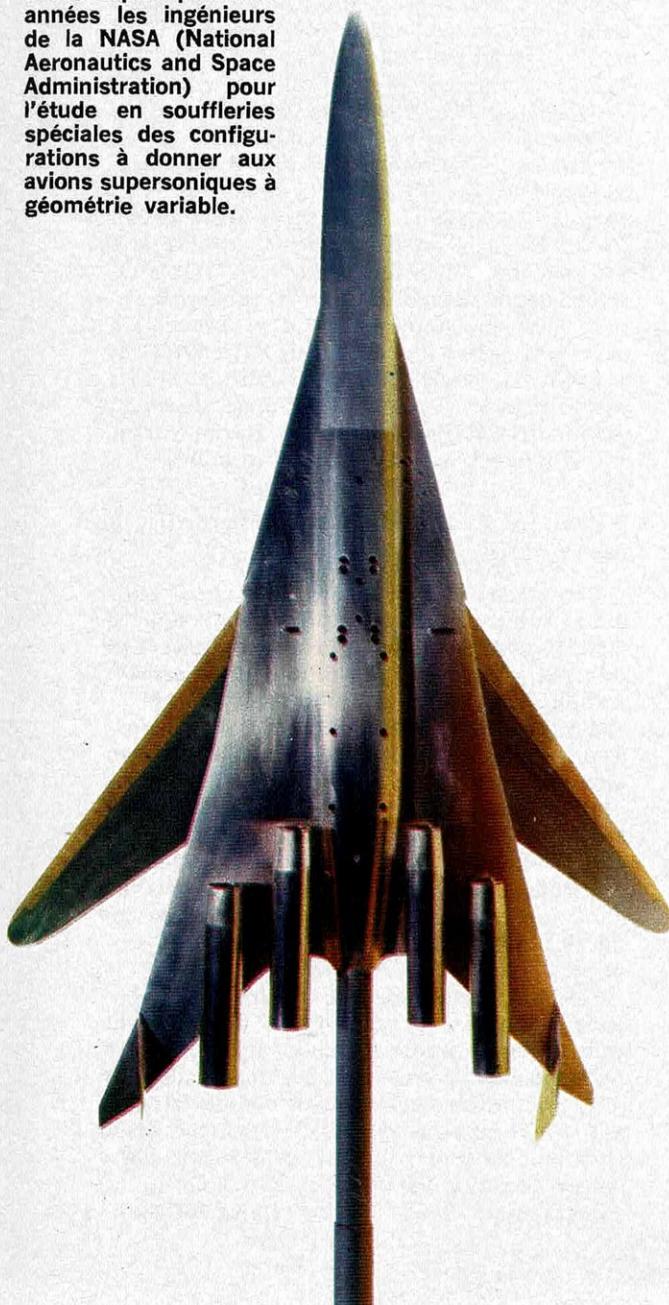
C'est du moins ce que pensent les ingénieurs de Boeing qui n'ont pas hésité à soumettre au Gouvernement américain le projet d'un transport trisonique à voilure à flèche variable. Nous en parlons plus en détail d'autre part dans ce numéro, mais, pour fixer les idées, précisons que, capable de croiser à près de 2 900 km/h, cet avion se poserait moins vite que les quadriréacteurs actuellement en service.

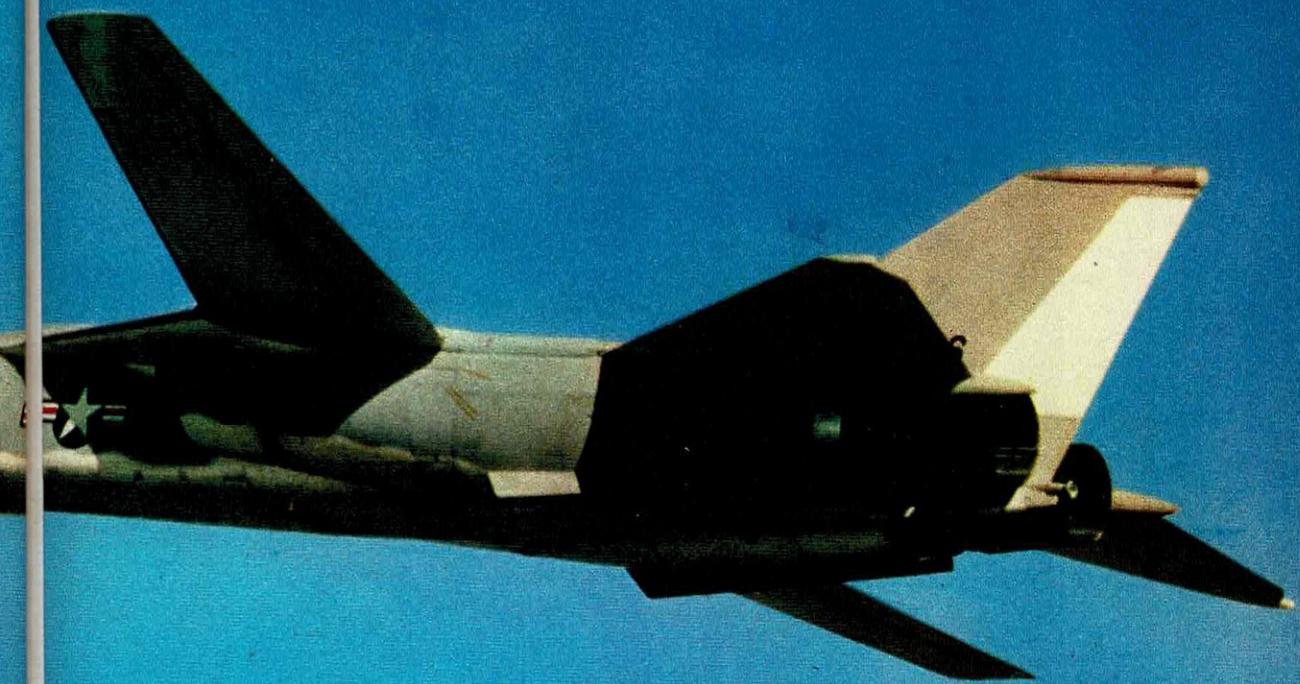
Il n'est donc pas exagéré de dire que la possibilité d'utiliser la variation de flèche en vol va bouleverser la conception des avions à hautes performances. Ainsi se trouve matérialisée la plus grande révolution qu'ait connue la technique aéronautique depuis l'avènement de la réaction. Ce sera peut-être la dernière étape dans l'évolution des véhicules pilotés atmosphériques.

René MOTAIS

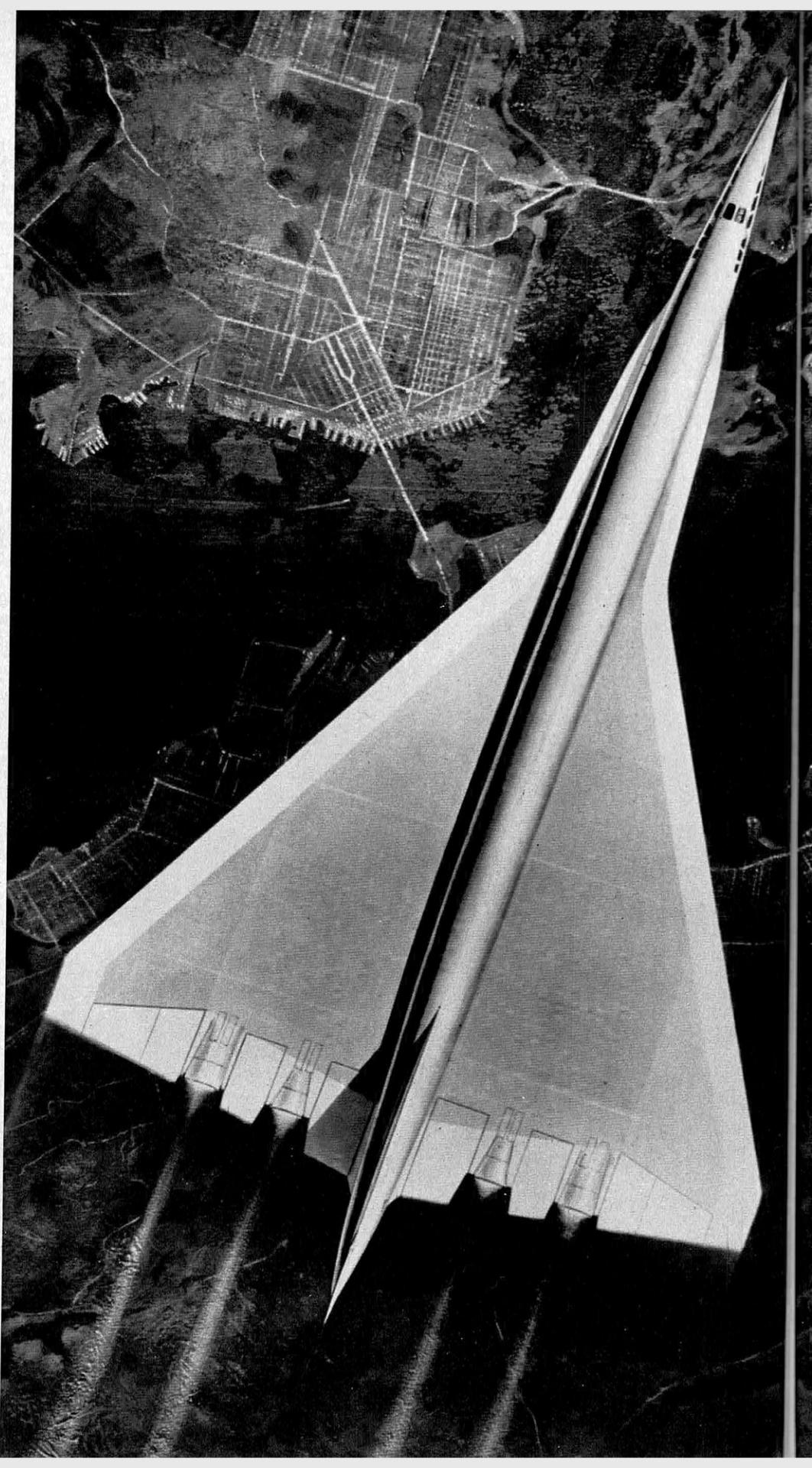
GÉOMÉTRIE VARIABLE

On voit, à droite, deux photographies du F-111 A montrant les deux positions extrêmes de sa voilure à flèche variable en vol. Ci-dessous, une des maquettes de la série SCAT (Supersonic Commercial Aircraft Transport) qu'ont utilisées depuis plusieurs années les ingénieurs de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) pour l'étude en souffleries spéciales des configurations à donner aux avions supersoniques à géométrie variable.





Pour son projet de transport supersonique, le Model 2000, Lockheed a choisi une formule aérodynamique en double delta. Les bords d'attaque ne sont pas incurvés, mais le même effet ogival que sur Concorde est obtenu par la cassure des deux flèches.





TRANSPORT SUPersonique

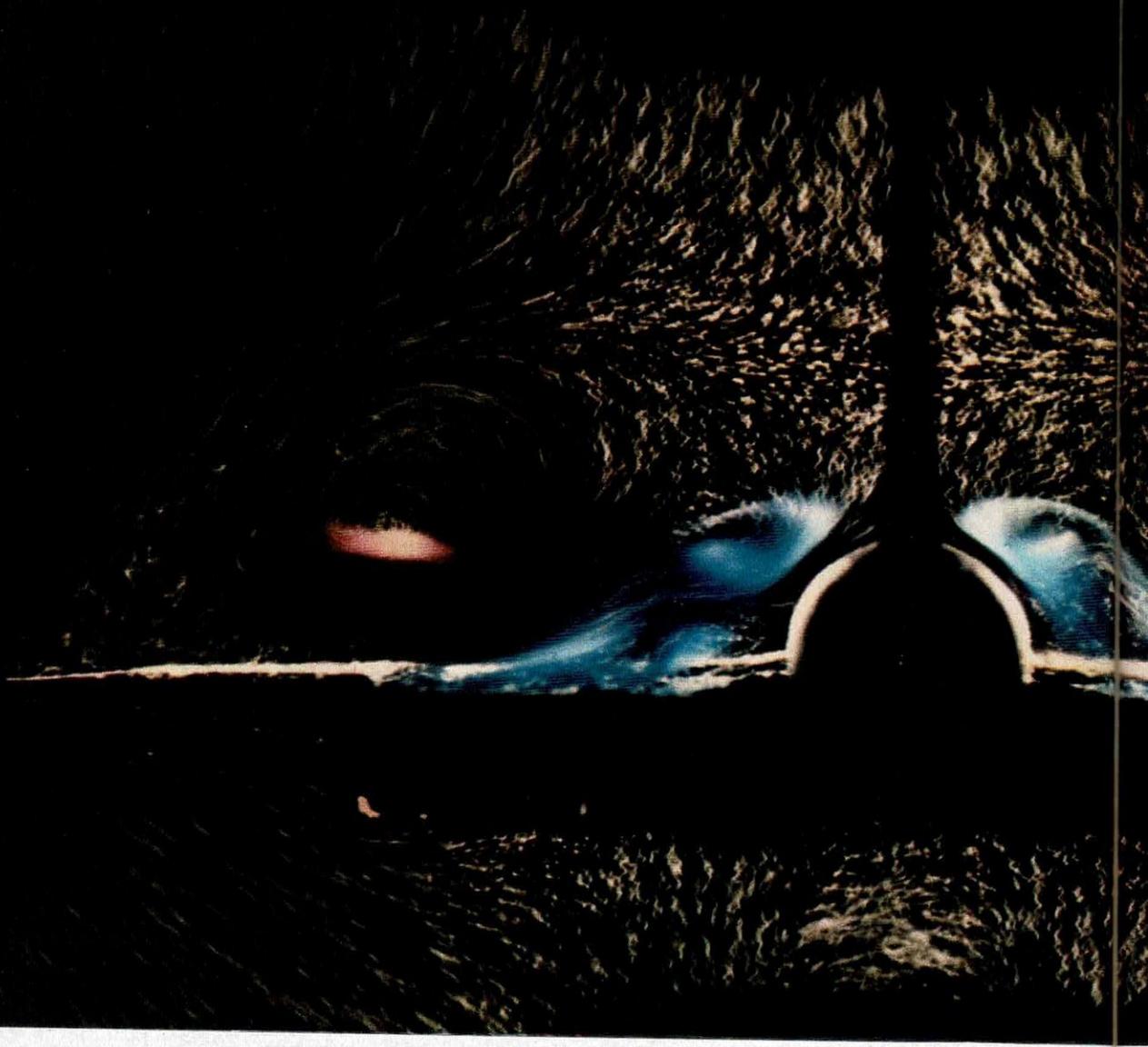
Bon gré, mal gré, le transport aérien est passé désormais dans l'ère supersonique. Rien ne pourra plus, semble-t-il, empêcher Concorde d'entrer sur les lignes régulières au début de la prochaine décennie alors que les Américains prépareront pour ses premiers vols leur prototype de transport trisonique, précurseur d'une nouvelle génération.

Déjà, la nature des soucis supersoniques des compagnies aériennes a changé : il ne s'agit plus de savoir si l'on est « pour » ou « contre » le supersonique, mais bien de savoir comment on pourra l'utiliser et l'entretenir, sous quel régime financier il sera exploité, quelles seront les actions de promotion à développer auprès de la clientèle, sur quelles lignes il sera mis en service, autant de problèmes précis qui témoignent que Concorde et ses collègues américains sont bien entrés dans les mœurs.

Où en est Concorde ?

On sait qu'au lendemain des élections générales en Grande-Bretagne, l'une des premières initiatives du nouveau gouvernement travailliste fut de remettre en cause le projet franco-britannique de transport supersonique Concorde, dont la réalisation avait été confiée à Sud-Aviation et à la British Aircraft Corporation. Nous n'insisterons pas ici sur les péripéties qui ont finalement conduit le gouvernement britannique à reprendre le projet. La fermeté française, la crise couvant outre-Manche, l'ampleur des investissements déjà consentis et des travaux effectués ont certainement milité tout autant que l'impossibilité de rompre unilatéralement l'accord intergouvernemental. Tout au plus peut-on rappeler que si l'accord initial ne comporte pas de clause de rupture, c'est à la demande expresse des Britanniques qui craignaient que les Français puissent un jour leur faire faux-bond !

Toujours est-il que Concorde est désormais assuré d'une priorité totale de part et d'autre de la Manche, ce qui devrait permettre au prototype de voler au début de 1968, suivi à trois mois d'un second exemplaire. L'avion tête de série prendra l'air au début de 1970, l'homologation intervenant un an plus tard. Ce planning officiel prouve que l'on est revenu au principe du lancement des fabrications de série sans attendre les résultats des essais en vol, ce qui aurait retardé l'entrée sur les lignes d'au moins trois ans.



Où en est actuellement Concorde? Telle est la question que chacun se pose, trois ans après le début des études et à mi-chemin du premier vol.

Si les constructeurs partenaires demeurent, en fait, très discrets sur l'avancement de leurs travaux, on sait pourtant que la fabrication des premiers éléments destinés aux prototypes a commencé tant en France qu'en Angleterre. C'est dire que la forme physique définitive de l'appareil est maintenant déterminée, encore que certains essais aérodynamiques complémentaires puissent conduire à des modifications de forme localisées. Ainsi, il n'est pas impossible que la dérive, actuellement de formes rectilignes, prenne une courbe ogivale au bord d'attaque, ce qui permettrait de gagner un peu sur sa traînée.

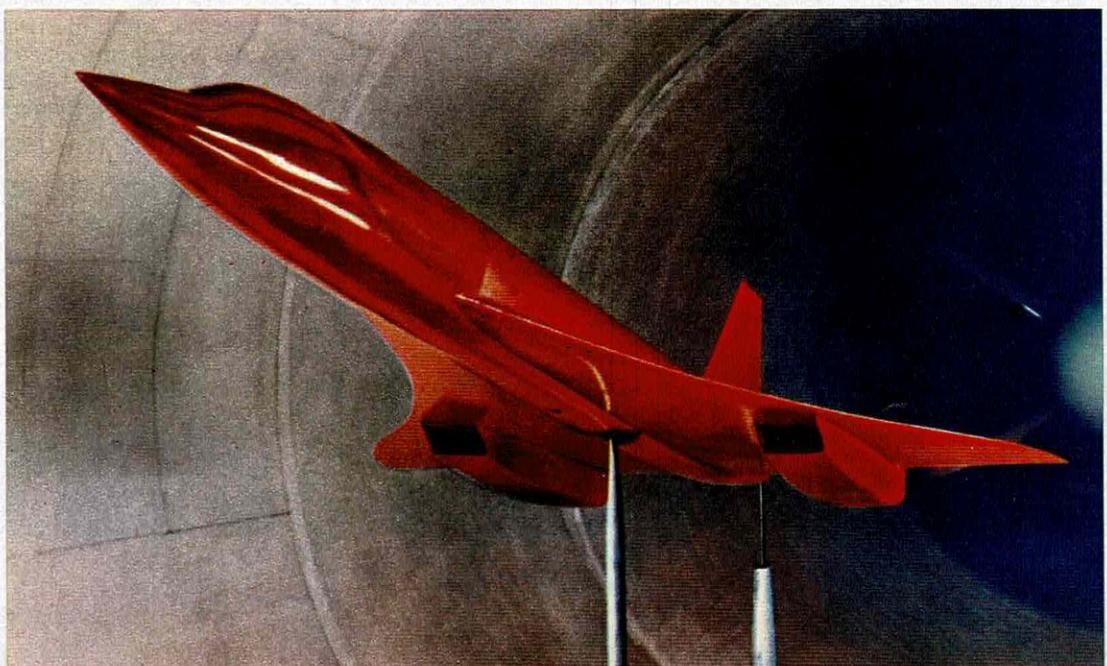
Bien que la similitude générale des lignes puisse tromper un œil non averti, Concorde a sensiblement évolué depuis le Salon International du Bourget de 1963 qui vit la première commande de série des Pan American Airways. Cette évolution, d'ailleurs, est très normale et tous les avions la connaissent à l'un ou l'autre stade de leur genèse, le poids étant le facteur le plus évolutif.

De 100 t pour la Super Caravelle projetée en 1961 par Sud Aviation, le poids de Concorde est successivement passé à 130 t dans la première version franco-britannique, pour atteindre les 148 t des prototypes. Ce chiffre, qui sera aussi celui des premiers avions de série, n'est sans doute pas définitif et il y a tout lieu de penser qu'il continuera de croître au cours de la vie industrielle de l'avion. De même que

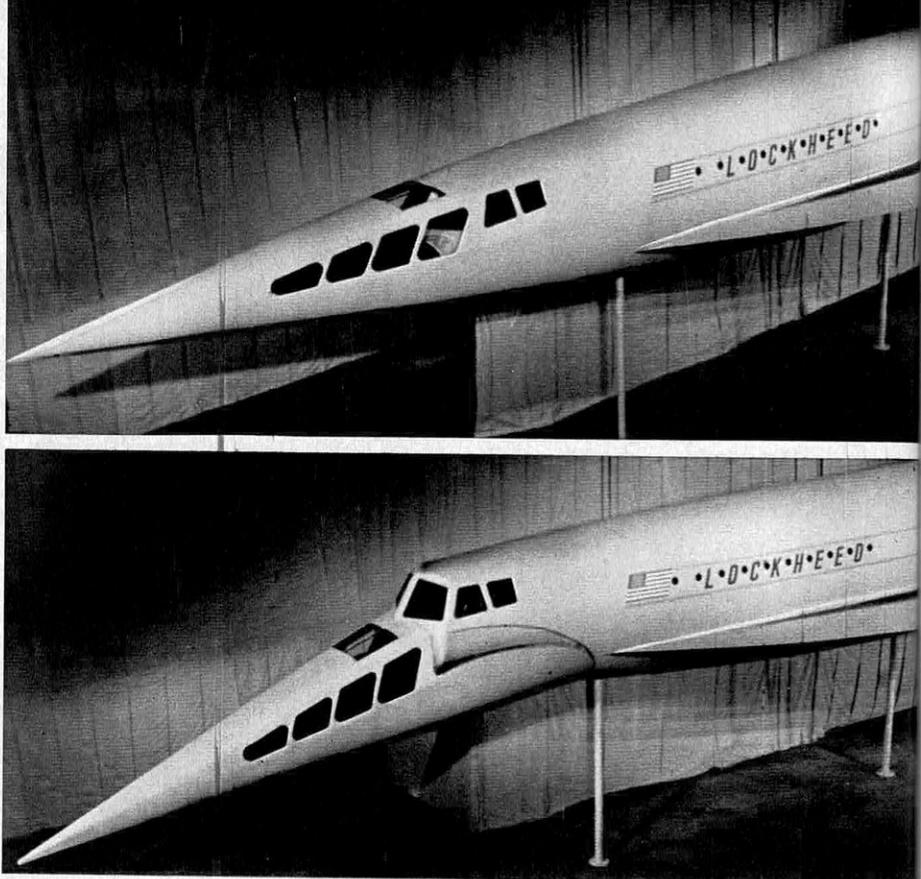
TRANSPORT SUPERSONIQUE



Afin d'obtenir les meilleures performances pour un avion comme Concorde dans toutes les phases de vol, des milliers d'heures d'essais en soufflerie, avec des maquettes à diverses échelles, sont nécessaires pour définir les formes idéales. On voit ci-contre la mise en évidence au moyen de produits colorés des tourbillons aérodynamiques qui seront mis à profit à l'atterrissement pour accroître la portance. Ci-dessous une maquette dans la soufflerie supersonique de l'ONERA, à Cannes.



TRANSPORT SUPPERSONIQUE



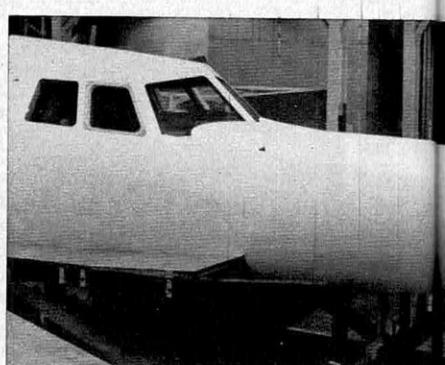
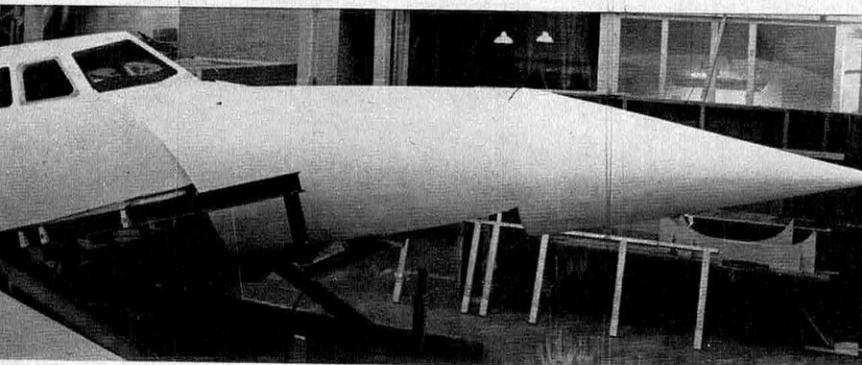
le Boeing 707 a commencé sa carrière à 112 t pour arriver aux 148 t du Model 320 et aux 180 t du Model 820, de même peut-on penser voir Concorde prendre du poids au fil de ses versions.

Le problème essentiel rencontré au cours de la définition de Concorde fut celui de la distance franchissable. On sait que dans un premier stade, le projet franco-britannique était un Londres-New York de 4 500 km de distance franchissable avec réserves. Ce chiffre, pourtant, était trop limitatif, puisqu'il imposait une escale de ravitaillement pour tout vol transatlantique ayant son origine ou son aboutissement au delà de Paris. Cette escale diminuant

considérablement son rendement, Concorde voyait se fermer l'essentiel du marché européen.

Augmenter la capacité en combustible sans toucher aux dimensions extérieures conduisait à aménager d'autres réservoirs dans le fuselage en plus des réservoirs de centrage nécessaires pour maintenir la finesse de l'appareil à son point optimal.

Ce ne pouvait être qu'au détriment des soutes à bagages, logées dans le lobe inférieur du fuselage et déjà assez limitées. D'autre part, la présence de plusieurs dizaines de milliers de litres de carburant sous le plancher de la cabine ne pouvait conduire qu'à des difficultés



Le profilage très poussé d'un avion de transport supersonique prive l'équipage d'une partie de son champ de vision à l'atterrissement. Voici le dispositif qui a été retenu sur le projet Lockheed 2000, assurant l'abaissement du nez de l'appareil pour dégager le pare-brise.

d'homologation de l'avion par les services officiels. En outre, le gain en distance franchisable n'était pas suffisant pour contrebalancer la dégradation des performances de décollage découlant de l'augmentation du poids total, donc de la charge alaire.

On en vint donc à envisager un gonflement du projet, ce qui impliquait l'utilisation de réacteurs plus puissants. L'augmentation de la surface de la voilure, outre qu'elle ramenait la charge alaire dans des limites correspondant aux performances de décollage souhaitées, permettait de disposer d'un complément de volume pour le carburant, tout en libérant le fuselage de la majeure partie des réservoirs, ce qui assurait une capacité de fret acceptable.

Les motoristes — Bristol-Siddeley et S.N.E.C.M.A — promettant une poussée de 14,5 t puis ultérieurement de 16 t par réacteur, il fut possible aux constructeurs de la cellule de porter le poids au décollage de 130 à 148 t, chiffres correspondant à des charges marchandes maximales de 9,07 et 11,8 t.

Afin de garder leur valeur aux résultats aérodynamiques acquis lors des essais dans une cinquantaine de souffleries et couvrant une très large gamme de vitesses, l'agrandissement de la surface a été obtenu par homothétie, l'envergure passant de 23,47 à 25,56 m. Dans le même temps, l'allongement du fuselage de 51,81 à 56,13 m a permis de porter le nombre des sièges de 100 à 118.

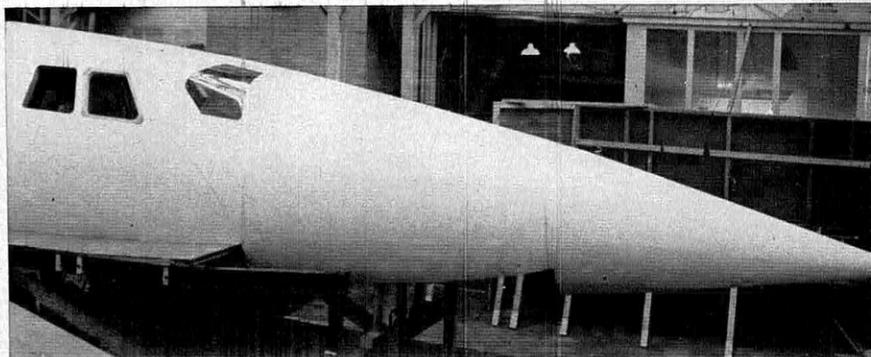
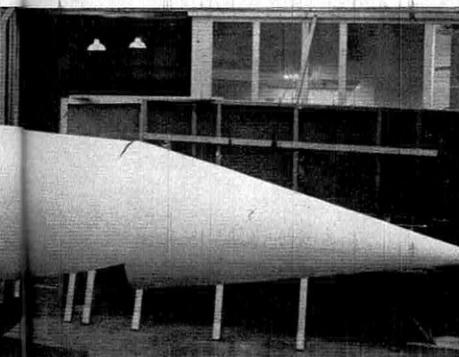
Les réserves de sécurité offertes par Concorde ont souvent été l'objet de discussions contradictoires. S'il est un fait qu'elles grèvent lourdement l'exploitation de l'avion, il n'est pas discutable non plus que, dès les origines, elles étaient déjà très supérieures aux exigences de la Federal Aviation Agency américaine en ce qui concerne les projets U.S. Les réserves de Concorde, calculées sur des bases plus sévères que dans le cas des longs-courriers actuels, devraient satisfaire les plus exigeants.

On sait à quoi correspondent les réserves imposées par les règlements internationaux. Arrivé au terme de son voyage, un avion de ligne doit être capable de se dérouter vers un aéroport de dégagement, de même qu'il a dû pouvoir supporter sans risque l'effet négatif d'un vent de front. Ces réserves, en général, correspondent au quart du poids total de carburant. Ce qui revient à dire que pour un poids de carburant de 50 t au départ, un long-courrier, si tout va bien, en consomme 37,5 t et promène les 12,5 autres tonnes (qui coûtent très cher au transporteur puisqu'elles sont sensiblement équivalentes à la charge marchande totale !)

En ce qui concerne Concorde, certaines compagnies ont imposé des réserves de 26 %, soit 1,5 fois la charge utile. Étant donné que chaque tonne de carburant emportée et non consommée nécessite en fait deux tonnes de carburant supplémentaires au départ dans le cas d'un Paris-New York, on voit quelle amé-

suite page 62

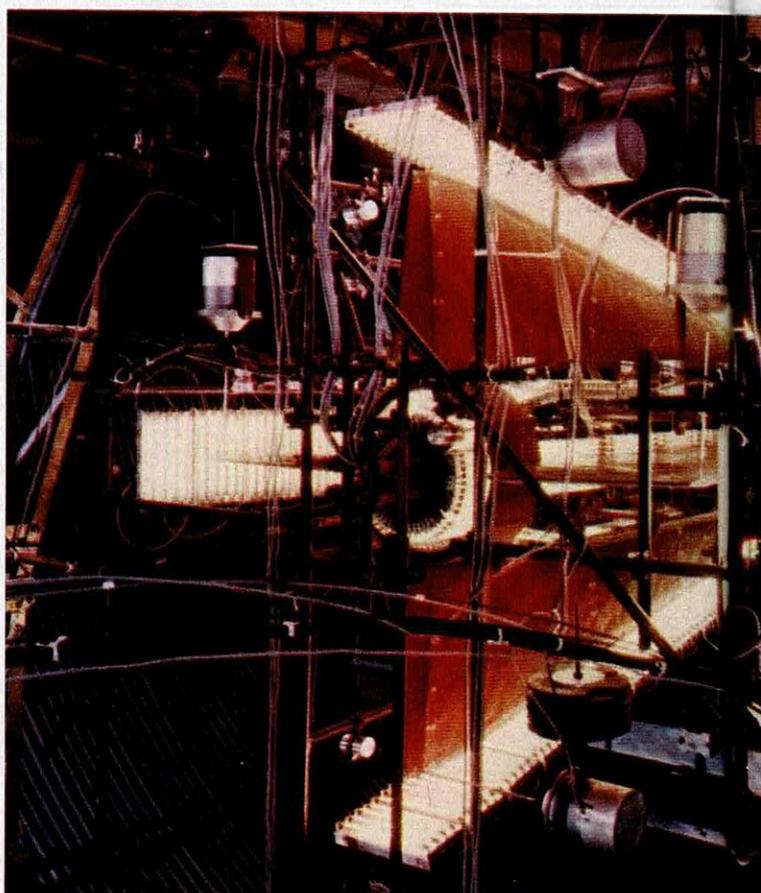
Le nez de Concorde sera doté d'une géométrie variable suivant les phases du vol, le dessus du fuselage pouvant s'écraser et la pointe antérieure s'abaisser, assurant dans toutes les configurations une bonne visibilité.



TRANSPORT SUPersonique



1

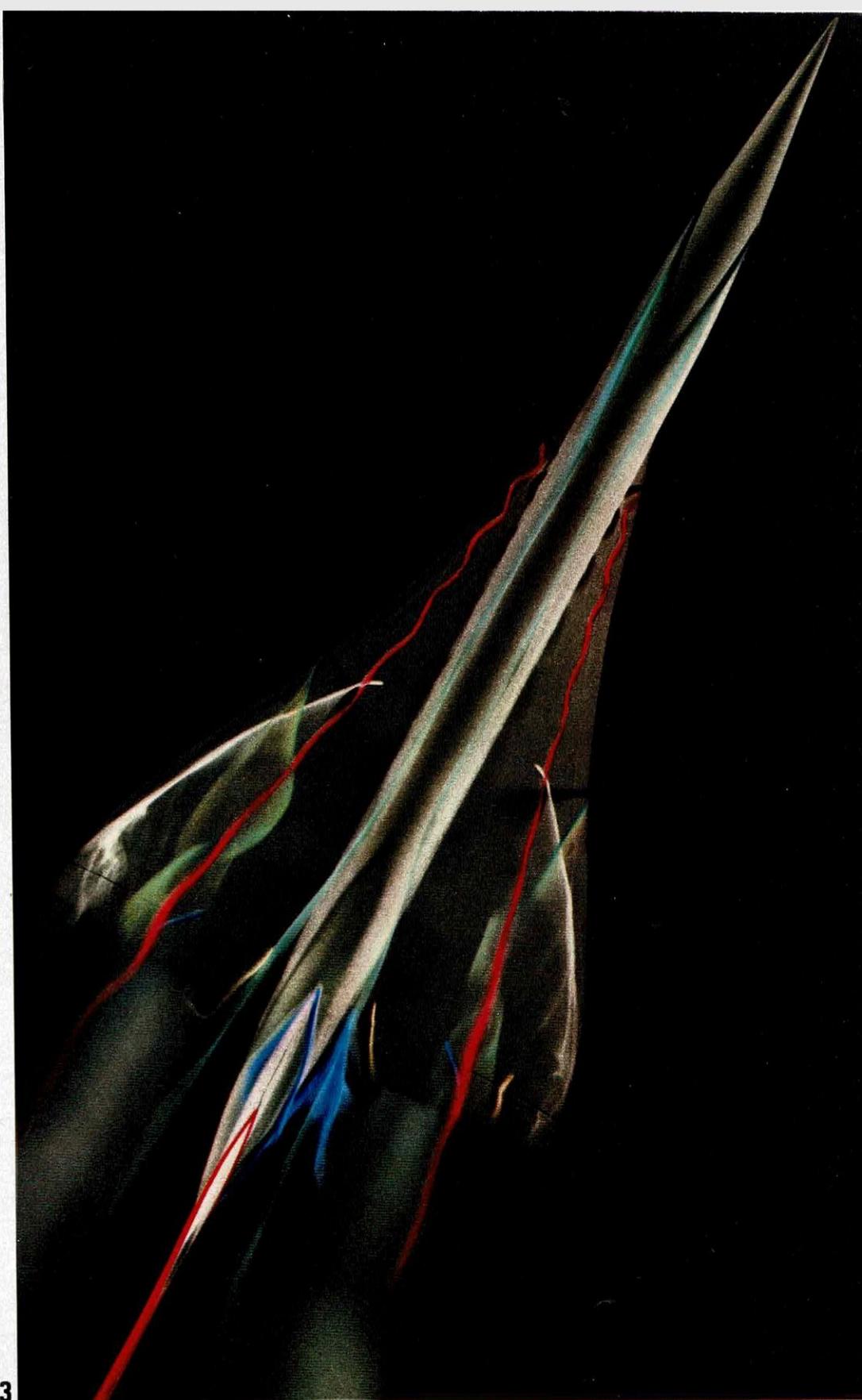


2



4

Un projet comme Concorde, aux limites des techniques connues, demande un immense effort de recherches dans certains domaines encore peu explorés, notamment les effets sur les structures de l'échauffement cinétique. On voit en 1, un planeur supersonique accéléré à Mach 3 par une fusée à poudre pour la mesure de cet échauffement. En 2, l'étude du comportement d'une structure aux hautes températures en la soumettant au rayonnement d'une batterie de lampes à arc. En 3, la visualisation des écoulements par des émulsions colorées. En 4, une salle de calculatrices électroniques pour la solution de problèmes complexes tels que ceux posés par le comportement en vol; des manœuvres fictives effectuées dans des simulateurs permettant la mise au point des commandes des gouvernes.





lioration du rendement commercial découlait d'une diminution des réserves.

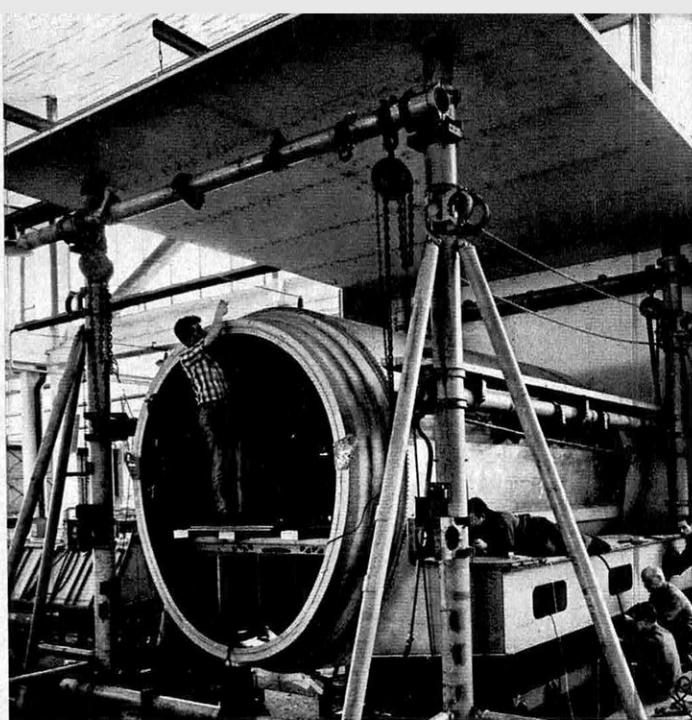
Les promoteurs de Concorde estiment que d'ici l'entrée en service de leur avion, les procédures de percée sur les aérodromes et les conditions opérationnelles auront suffisamment évolué, grâce à l'électronique notamment, pour que les réserves puissent être ramenées à 21,3 % du volume de carburant, sans aucune atteinte à la sécurité. La charge utile pourrait donc être augmentée de 3 t environ, ce qui porterait la capacité de l'appareil à 130 passagers avec leurs bagages ou permettrait un allongement sensible des étapes, des vols Paris-Chicago pouvant être effectués d'une traite.

Sur le plan financier, diverses études ont

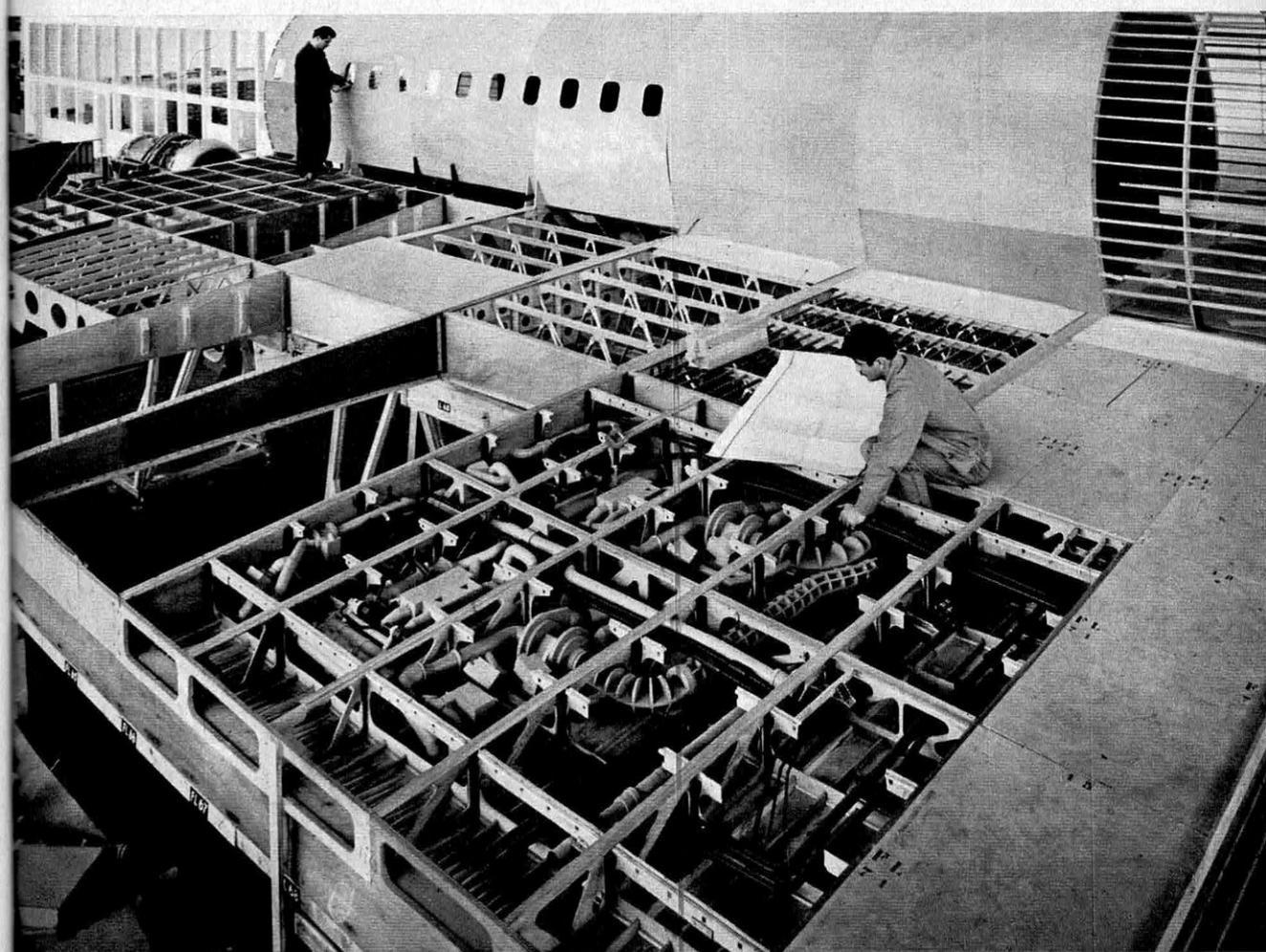
été menées à bien pour déterminer le coût d'exploitation de Concorde. Il ne fait pas de doute que ce prix sera supérieur à celui des avions d'aujourd'hui, mais, selon que le calculateur est favorable ou non au projet franco-britannique, les estimations donnent des dépassements de 9 à 20 %. La BOAC anglaise a fait des comparaisons objectives en prenant des paramètres sévères en ce qui concerne l'avion supersonique puisqu'ils retiennent des réserves de 26 % et une capacité de 118 passagers seulement.

Les hypothèses ont, dans chaque cas, été les suivantes :

— Concorde : utilisation annuelle de 3 000 heures, vitesse bloc-à-bloc de 1 780 km/h sur 5 000 km avec 118 passagers;



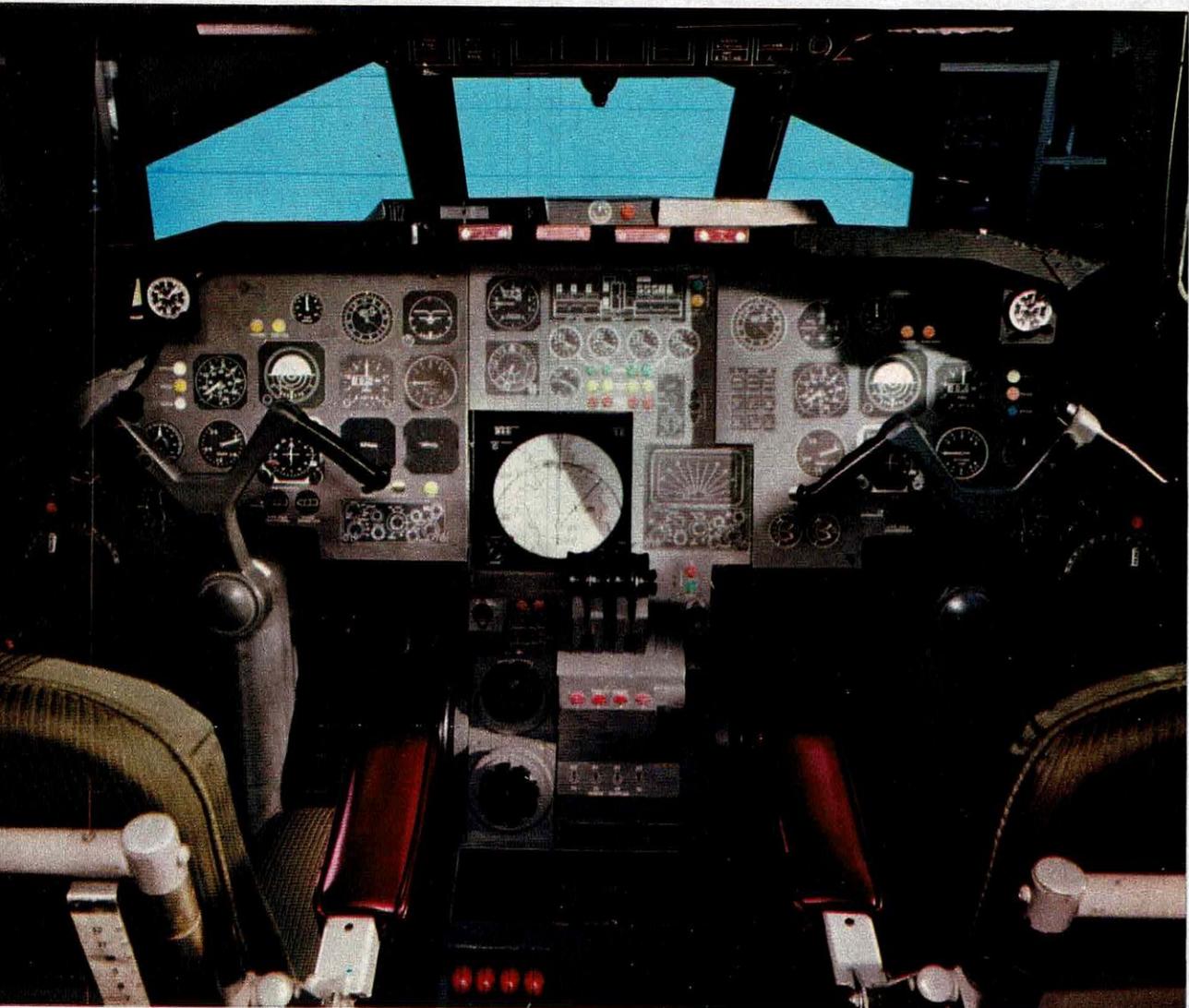
La réalisation de Concorde exige de très importants moyens techniques. Sud-Aviation à Toulouse, la British Aircraft Corporation à Filton, ont construit de nouvelles installations, aux dimensions inaccoutumées du projet. On voit en particulier, à gauche, la nouvelle salle de traçage en vraie grandeur des divers éléments de Concorde, spécialement adaptée à ce travail. Ci-contre, un tronçon de fuselage métallique réalisé à l'échelle 1/2 et qui sera soumis aux essais mécaniques et thermiques. Ci-dessous, c'est une maquette en vraie grandeur qui reproduit la participation de Sud-Aviation à Concorde et sur laquelle les techniciens étudient avec une minutieuse précision la mise en place des différents équipements.



TRANSPORT
SUPERSONIQUE



Ainsi se présentera Concorde amorçant son vol supersonique. On voit ci-dessous la maquette du poste de pilotage avec, au centre, l'écran du radar de navigation.



— Boeing 707 : utilisation annuelle de 3 500 heures, vitesse de croisière bloc-à-bloc de 780 km/h sur 5 000 km avec 168 passagers.

Les calculs donnent les résultats suivants pour Concorde et le Boeing :

— coût horaire direct, 12 000 F contre 5 650 F;

— coût horaire indirect, 6 925 F contre 5 200 F;

— prix du km-passager, 0,104 F contre 0,095 F.

Concorde apparaît comme plus onéreux à exploiter de 9 % seulement et il y a lieu de tenir compte du fait qu'une flotte de 5 avions aura la même production annuelle que 8 Boeing du fait de la vitesse plus que doublée. D'autre part, la possibilité de porter la capacité de passagers au delà de 130 donnerait l'avantage à Concorde.

On peut évidemment mettre en doute la validité d'estimations faites avec six années d'avance, mais le passé témoigne que les transporteurs aériens n'ont que rarement péché par optimisme.

Tel est le projet Concorde qui, au moment de la rédaction de ces lignes, totalise 45 commandes alors que d'autres sont en cours de négociation. Ce chiffre, certes, est inférieur de moitié à celui dont s'honore le projet américain, mais il faut se garder d'oublier que les ordres pour Concorde sont fermes et assortis d'arrhes ne pouvant être récupérés qu'en cas de défaillance des constructeurs ou de l'avion.

Avec sa vitesse de Mach 2,2 permettant de s'en tenir à des matériaux et procédés de fabrication traditionnels, Concorde apparaît comme une solution sage et pondérée, capable de mettre à la disposition du public, dans un délai assez proche, un moyen de transport ultra-rapide qui ne le cédera en rien aux liners actuels sur le plan du confort et de la sécurité.

Les projets américains

Forts de leurs moyens financiers, de leur avance technique et de leur besoin de surclasser toujours ce qui se fait ailleurs, les Américains se sont lancés dans la bataille du transport supersonique avec des projets incomparablement plus ambitieux que Concorde, tant sur le plan du tonnage que de la vitesse.

Si l'initiative américaine fait toujours couler beaucoup d'encre de part et d'autre de l'Atlantique, les modalités financières de sa matérialisation n'ont toujours pas été fixées.

C'est que, pour la première fois dans le domaine des transports civils, la toute-puissante industrie aérospatiale américaine se trouve

incapable de financer elle-même un projet, tant les investissements sont colossaux. Le principe d'une avance récupérable du Trésor américain a été accepté, mais non son montant ou plus exactement le pourcentage qu'il représentera du coût total de l'opération. D'autre part, les constructeurs tentent d'obtenir que les crédits d'État leur soient accordés sans espoir de récupération, comme c'est le cas pour Concorde. Il suffit de se rappeler que Convair et Douglas manquèrent d'être ruinés par la mévente initiale de leurs courriers à réaction subsoniques, pour comprendre les réticences d'une industrie qui, d'autre part, voit le volume de ses commandes militaires fondre comme neige au soleil.

A un programme prudent de la FAA, trois constructeurs de cellules — Boeing, North-American et Lockheed — et trois motoristes — Curtiss-Wright, General Electric et Pratt & Whitney — répondirent il y a un peu plus d'un an en soumettant des projets d'ailleurs beaucoup plus ambitieux qu'il n'était demandé. North-American d'un côté, Curtiss-Wright de l'autre, ne purent échapper à une première sélection. Les autres concurrents restent en lice, leurs études préliminaires faisant l'objet d'un financement officiel. Mais on ignore toujours quand une décision définitive sera prise, d'autant que les positions sont très contradictoires. D'aucuns préconisent la mise en sommeil de ces projets en faveur des avions subsoniques à grande capacité, tandis que d'autres fractions au contraire demandent la fabrication de deux prototypes concurrents à un rythme accéléré.

Pendant ce temps, sans émotion apparente, les constructeurs poursuivent leurs travaux et c'est sans aucune surprise que l'on note le passage de leurs projets par les mêmes étapes d'évolution qui permirent des gorges chaudes aux détracteurs de Concorde.

A un projet relativement classique de Lockheed — qui n'est pas sans rappeler Concorde avec quelques tonnes et quelques points de Mach en plus — Boeing oppose une étude beaucoup plus évoluée à laquelle on n'a pas craint d'associer la géométrie variable.

Dans sa première forme, le projet Lockheed 2 000 pouvait être défini par trois chiffres : 205 t, 220 passagers, Mach 3. Sa voilure était alors un double-delta à bord d'attaque rectiligne et bord de fuite perpendiculaire au plan de symétrie.

Des études nouvelles ont conduit aux modifications suivantes du projet :

— augmentation de la poussée de 25 %;

— gain de 10 % sur la traînée de l'aile redessinée;

TRANSPORT SUPERSONIQUE

- réduction du « bang » sonique par retouche de la liaison aile-fuselage;
- augmentation de la surface alaire (de 777 à 838 m²) ce qui améliore les performances de décollage et permettra de passer la barrière sonique à 13 500 m d'altitude;
- flèche de — 10° au bord de fuite et diminution de l'épaisseur relative (2,4 %) soit un gain de finesse de 10 %.

D'autre part, les études de Lockheed ont révélé que la diminution de la gravité à l'altitude de vol considérée — de 21 à 24 km — associée à la force centrifuge due à la vitesse sur une trajectoire courbe, accroît la portance et améliore le rendement. Le gain de carburant sur Paris - New York serait de 3,1 % soit 1,35 t, poids équivalent à celui de 15 passagers. En sens inverse, le gain ne serait plus que de 1,2 %.

Le projet Lockheed — qui a retenu les faveurs de principe d'une majorité de transporteurs confiants dans son classicisme relatif — serait construit entièrement en titane, acier inoxydable et autres métaux spéciaux.

Au poids de 204 t avec 218 passagers à bord, il pourrait franchir 6 400 km à la vitesse de croisière de Mach 2,9.

Il semble qu'en dotant leur projet 733 d'une voilure à flèche variable, les ingénieurs de Boeing ont voulu, d'emblée, sauter une étape en offrant immédiatement un avion d'une souplesse d'exploitation très remarquable. De fait, le Boeing est calculé pour croiser à 2 800 km/h (Mach 2,7) et se poser moins vite que les quadriréacteurs actuels grâce aux dispositifs hypersustentateurs de sa voilure dépliée. C'est là un écart de vitesse phénoménal que seul la géométrie variable peut permettre, mais au prix de quelques complications !

Sur le plan purement mécanique, tout a déjà été ébauché, qu'il s'agisse du pivot ou des vérins de manœuvre. Mais on peut tout de même imaginer les réactions du passager — déjà ému par la flexion d'une aile de Boeing sous les efforts de rafales — lorsqu'il verra 150 m² de voilure commencer à se mettre en mouvement ! Les attachés de relations publiques des transporteurs risquent d'avoir fort à faire...

Mais ceci n'est évidemment qu'un détail. On ne peut douter que la formule du Boeing 733 soit réalisable dans un délai raisonnable et elle apporte de tels avantages d'exploitation qu'il serait incompréhensible que ces études ne soient pas poursuivies.

Comme ses concurrents, le projet Boeing a subi une mutation au cours des phases suc-

cessives de son étude. La plus récente version, 733-290 en version transatlantique et 291 en transcontinentale, correspond à la phase IIA du programme de la FAA. La seule différence entre les deux versions concerne le poids, 227 t dans un cas et 193 t dans l'autre. Construit en titane et acier inox, le Boeing croiserait à Mach 2,7 et se poserait à 235 km/h, ce qui permettrait d'inclure très simplement ce type dans le trafic des avions conventionnels. La capacité de la cabine varierait de 208 à 241 passagers selon les aménagements.

Qui, des ingénieurs de Lockheed ou de Boeing enlèvera finalement le choix de la FAA ? Et quand ? Telles sont les deux questions d'actualité, la seconde surtout, car de la date d'entrée en service du supersonique américain dépend l'avenir industriel de Concorde.

On a dit que le SST (Super Sonic Transport) européen et son confrère américain étaient complémentaires. C'est exact dans une certaine mesure, mais il ne fait pas de doute qu'une sortie rapide de l'appareil américain inciterait de nombreuses compagnies à porter leur choix sur lui au détriment de Concorde. Plus spacieux et plus rapide, l'avion américain aura sans doute une meilleure économie si, toutefois, son prix d'achat n'est pas trop élevé et si l'on parvient à le remplir. Sur ce point, la capacité moyenne de Concorde peut nettement jouer en sa faveur, car, étant donné les rotations accélérées auxquelles les supersoniques devront être soumis pour être d'une exploitation acceptable, il n'est pas encore assuré que l'on trouvera plusieurs fois par jour sur une même ligne un potentiel de clients correspondant au seuil de rentabilité.

Certains indices permettent de penser que le Congrès américain est plus favorable en ce moment à un étalement des travaux sur les supersoniques, les crédits disponibles étant consacrés aux transports à grande capacité, de vocation militaire à l'origine, mais dont l'homologation civile est prévue. Quelques mois de patience suffiront pour amener le problème à maturité, car le gouvernement de Washington ne pourra pas repousser indéfiniment sa décision.

Mais, de toute façon, il paraît impossible maintenant que le concurrent américain de Concorde puisse entrer sur les lignes avant 1973 ou 1974, ce qui laissera à l'avion franco-anglais le temps d'affirmer sinon sa suprématie, tout au moins le bien-fondé de la philosophie prudente qui a présidé à sa conception.

Ici, radio Monte-Carlo **science et vie** vous parle !

Les émissions de « Science et Vie » ont pris un nouveau tournant !

Depuis le 1^{er} mai, en effet, la station de Radio Monte-Carlo rayonne sur toute la France grâce à ses nouvelles et puissantes antennes de 1 200 kW qui émettent sur les Grandes Ondes de 1 400 mètres.

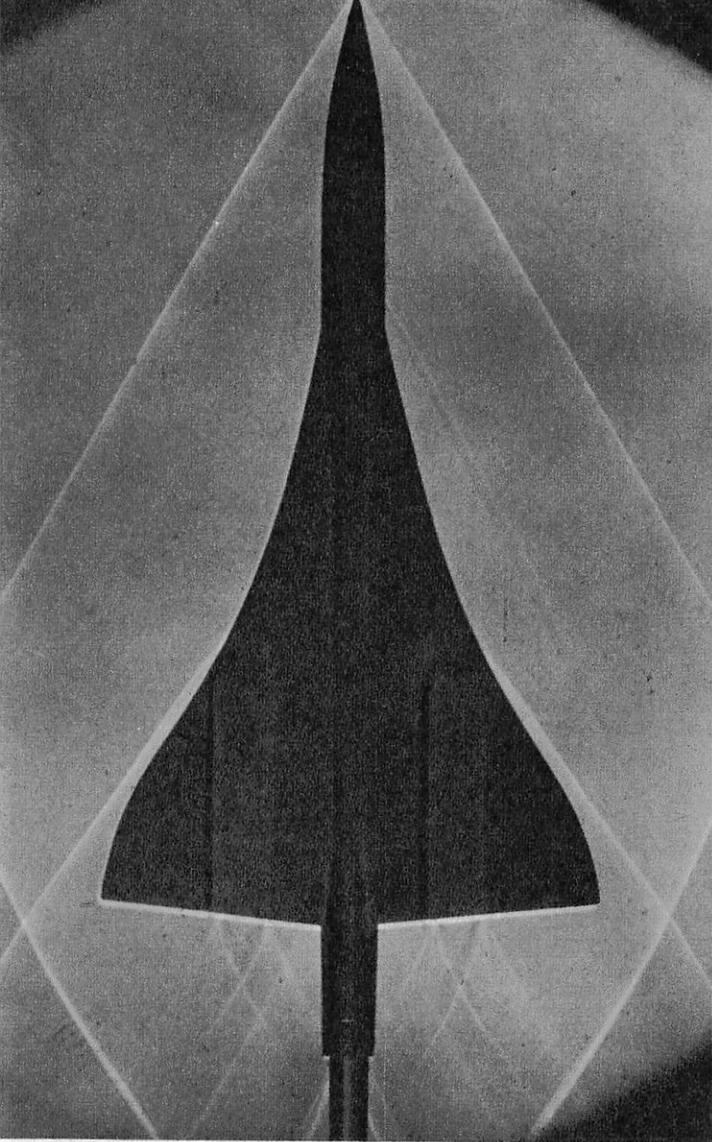
A cette occasion, la Direction de Radio Monte-Carlo et « Science et Vie » ont uni leurs efforts pour accorder une importance accrue à nos programmes de vulgarisation scientifique.

Les émissions de « Science et Vie » sont devenues bi-hebdomadaires !

Vous entendrez André Labarthe et son équipe tous les **mercredis et vendredis à 20 h 50**.

Ne manquez pas l'écoute de
Radio Monte-Carlo G.O. 1 400 m
O.M. 205 m, O.C. 49,71 m et 42,05 m.

Chacune de ces émissions peut vous faire gagner un abonnement gratuit !



Le bang sonique

Réussira-t-on à faire accepter, sans protestations trop vives ni dégâts trop graves, le «bang», véritable détonation balistique qui accompagne dans une bande de 100 à 150 km de largeur le passage à grande altitude d'un avion de transport supersonique?

On s'y habituera comme aux autres bruits de la circulation, a-t-on répondu aux exploitants de lignes qui manifestaient quelque inquiétude et ne montraient pas beaucoup d'enthousiasme envers un type d'avion qui menaçait de déclasser avant son amortissement nor-

mal le coûteux matériel qu'ils ont récemment mis en service. Cependant, M. Gordon M. Bain, responsable du transport supersonique à la *Federal Aviation Agency*, n'a pas voulu se contenter de cette réponse. Les nombreux vols d'avions supersoniques militaires exécutés depuis plus de dix ans aux États-Unis avaient soulevé quelques plaintes. Avant de s'engager dans un programme de transport supersonique s'élevant à quelques milliards de dollars, il convenait de tirer au clair une question qui, disait-il, était un des problèmes majeurs de ce type d'avion, mais qu'il espérait bien résoudre. Il décida donc de conduire, en 1964, six mois d'essais au-dessus de la ville d'Oklahoma City.

Le bang, accompagnement du vol supersonique

Le bang est provoqué par le passage de l'onde de choc, c'est-à-dire de la discontinuité de pression qui accompagne tout véhicule se déplaçant à une vitesse supersonique. C'est exactement le même phénomène que le sifflement d'une balle ou d'un obus passant à ces mêmes vitesses, mais amplifié à la mesure d'un véhicule de quelques dizaines ou quelques centaines de tonnes, au lieu de quelques grammes ou quelques kilos.

L'intensité du bang se mesure à la surpression et à la dépression consécutives au passage de cette onde de choc. Les surpressions et dépressions tolérables sont estimées de l'ordre du millibar. Mais cette évaluation à une aussi faible fraction de la pression atmosphérique ne traduit qu'assez mal le phénomène, en raison de la brutalité avec laquelle sont appliquées ces variations de pression.

Sur quels facteurs peut-on agir pour réduire cette intensité?

En théorie, le plus simple est de relever l'altitude de navigation. La surpression est, en effet, proportionnelle à la pression de l'air où se déplace l'avion. Rapportée à sa valeur au voisinage du sol, elle tombera donc, pour la même vitesse, à une valeur vingt fois plus faible environ si l'avion navigue à 20 000 m, soixante fois plus faible s'il navigue à 25 000 m. Le constructeur table bien entendu sur cette atténuation, mais il n'envisage pas de relever à grands frais les 18 000 à 20 000 m prévus pour les avions de Mach 2,2 à 2,7, en augmentant leur surface de voilure ou la puissance de leurs réacteurs à seule fin de les faire naviguer plus haut.

Au surplus faut-il encore monter à cette altitude et en redescendre, ce qu'il n'est pas possible de faire, ne serait-ce que par insuffisance de sustentation, à une vitesse subsonique. Comme d'autre part le vol en subsonique d'un

avion étudié pour une navigation en croisière supersonique entraîne un relèvement notable de consommation, le début et la fin de l'étape poseront de difficiles problèmes pour concilier l'économie du vol et la tranquillité des populations survolées.

Les essais d'Oklahoma City ont confirmé une assez grande dispersion des intensités suivant les conditions atmosphériques locales : turbulence, variation des vents et des températures en altitude... Pour 15 % des relevés on a noté un excès de 30 % des surpressions sur leur valeur moyenne; pour 1 % des relevés, un excès de plus de 80 %. La figure page 70, qui indique l'enregistrement des surpressions en des points distants de 60 m seulement, donne une idée de ces variations locales aux mêmes points lors de deux survols successifs. Les surpressions et dépressions se succèdent de manière irrégulière, comme au passage d'une vague sur le fond de la mer. On notera, particulièrement pour le vol de 7 h 30 mn, les différences non seulement entre l'ampleur de la surpression et de la dépression consécutives, mais dans la pente de la courbe des pressions en fonction du temps.

Une cause importante de concentration des surpressions est le virage. Sans doute s'efforcerait-on d'interdire cette manœuvre. Mais pourra-t-on toujours faire respecter l'interdiction lorsque les avions supersoniques se présenteront par dizaines au-dessus des aéroports et n'auront pour s'éviter que cette ressource, au risque de provoquer des surpressions intem-

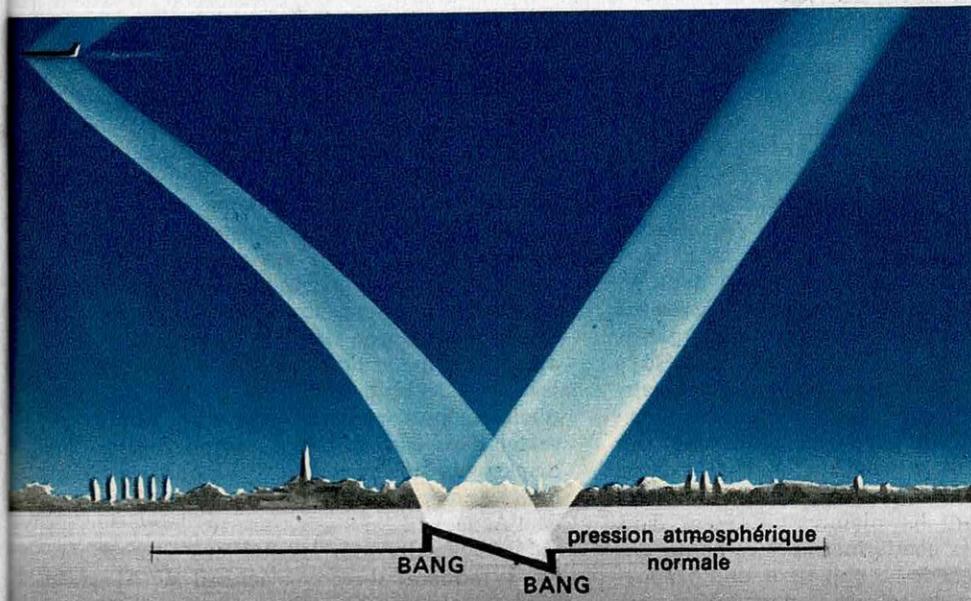
pestives à quelque 100 ou 150 km de distance ? Reste un dernier facteur d'amplification qu'il est encore moins aisé d'éliminer, les remous provoquant des variations de l'angle d'attaque.

Les essais d'Oklahoma City

Le choix d'Oklahoma City, une ville de 600 000 habitants, pour les essais qu'y conduisit la *Federal Aviation Agency*, ne fut pas fait au hasard.

La population d'une ville où 19 000 civils étaient employés à l'*Air Force Base* de Tinker, 4 000 autres au centre d'entraînement de la *Federal Aviation Agency*, sans compter les industries locales de la General Electric, Melpar et Ling-Temco-Vought, fut jugée suffisamment « *air-minded* », tournée vers l'air, pour accepter une telle expérimentation. Elle débute le 3 février 1964 avec une série de huit vols journaliers exécutés entre 7 h et 13 h 20 mn, d'abord par des intercepteurs *F-104*, puis par des *F-101*. Le parcours choisi survolait la ville sur 160 km, dont 64 en vol supersonique. Vitesses et altitudes étaient calculées pour une surpression de 1 psf (1 pound per square foot, 1 livre par pied carré, environ 0,5 millibar) pendant les premiers jours, portée par la suite à 1,5 puis 2 psf et ramenée finalement à 1,3 psf pendant les deux dernières semaines, du 15 au 30 juillet.

Le bang sonique n'était pas une nouveauté à Oklahoma City. Lors du *National Air Show* de 1956, où l'on s'en était assez peu préoccupé,



Au passage d'un avion supersonique, les ondes de choc qu'il engendre provoquent au sol de brusques variations de pression se traduisant par deux « bangs ».

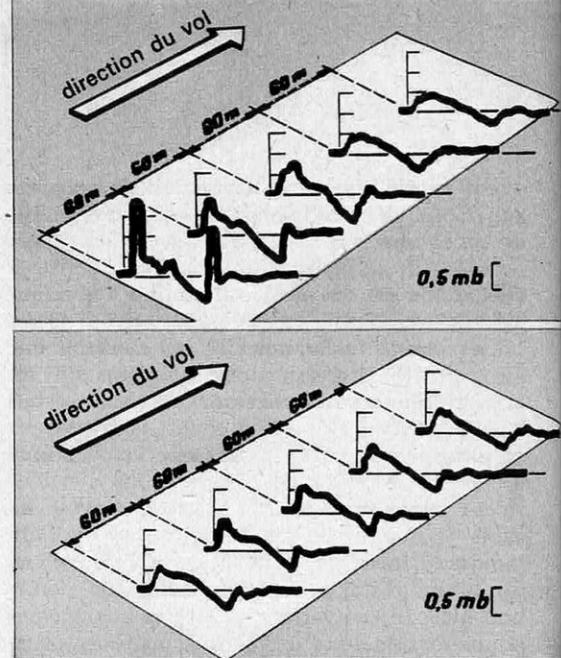
BANG SONIQUE

une centaine de plaintes furent déposées pour dommages matériels, résolues après huit ans de procès par 325 000 dollars de dégâts imputables aux bangs. Les précautions prises en 1964 pour limiter ceux-ci aux chiffres précités réduisirent cette fois les réclamations reconnues valables pour dégâts matériels à 163, s'élargissant à 8 608 dollars. Les plaintes furent néanmoins beaucoup plus nombreuses. La *Federal Aviation Agency* en reçut, par téléphone ou par lettres, 12 588, dont 8 335 alléguant des dégâts matériels. Les autres visaient le réveil en sursaut, les dégâts dans les poulailers, le trouble des animaux domestiques... Le « *City Council* », saisi de protestations des habitants, se partagea en « pro-bangs » et « anti-bangs » et décida finalement de ne pas intervenir. Appelé devant les tribunaux pour se voir interdire de continuer les essais, M. Gordon M. Bain reconnut qu'ils avaient causé quelques dommages matériels, mais d'importance limitée eu égard aux 1 394 survols prévus, dont 1 253 exécutés. Deux psychiatres locaux confirmèrent qu'ils n'avaient pas décelé parmi leur clientèle d'influence fâcheuse qu'on pût rapporter aux bangs. En fin d'essais, le journal local, « *Oklahoma City Times* », conduisit une enquête téléphonique auprès des dix abonnés, pris dans l'ordre alphabétique, commençant par chaque lettre. Sur les 250 personnes ainsi interrogées, 118 exprimèrent leur satisfaction, 91 leur protestation, 49 leur désintérêt de la question. Il semble que l'inquiétude visait principalement les effets matériels du bang s'exerçant sur des constructions vétustes.

Les effets du bang sonique

D'un point de vue théorique, il faut distinguer entre les effets du bang sur l'homme et l'animal d'une part, sur les constructions d'autre part.

Il n'y a rien de commun entre les décibels, qui mesurent une intensité sonore, et les « *pound per square foot* » ou millibars qui expriment le passage d'une onde de choc. Les millibars tuent. La première victime, en France, a été une fermière du village de Clavel, dans les montagnes de l'Ardèche, tuée en décembre 1964 dans sa cuisine, devant sa fille, par le bang d'un avion que l'on avait autorisé à s'exercer dans cette zone à population clairsemée. Sans doute peut-on invoquer un état de santé déficient de la victime, et les effets ont été moins graves en Provence, où l'on a choisi les montagnes du haut Var pour cet entraînement. Cependant les plaintes affluèrent dans les mairies et les gendarmeries. Les bangs auraient fait avorter les brebis dans une proportion qui atteignait soixante pour trois cents



Ces deux séries d'enregistrements de pression au sol lors d'expériences systématiques avec des avions supersoniques montrent l'irrégularité du phénomène dans le temps (en haut à 7 h 30, en bas à 9 h 30 le même jour) et en des points relativement voisins les uns des autres. Ils mettent en évidence l'influence très accusée des conditions atmosphériques locales.

Le graphique ci-contre montre, d'après les études effectuées par la NASA, les niveaux des bangs soniques couramment observés en fonction de l'altitude avec des chasseurs et des bombardiers en vol horizontal, et ceux qu'on peut attendre des diverses configurations prévues pour les avions de transport supersoniques actuellement en projet aux Etats-Unis.

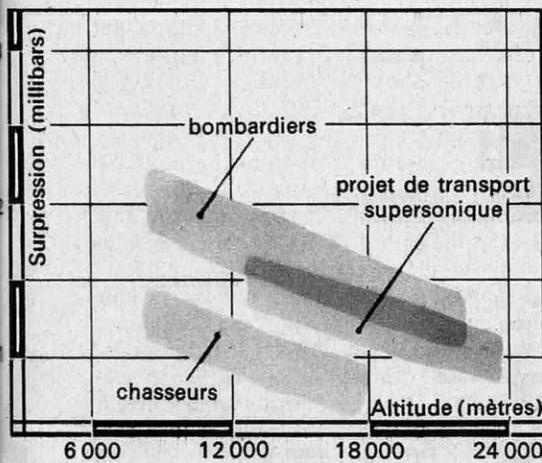
brebis pleines. Ils rendraient « clairs » les œufs couvés par les poules. Les services vétérinaires du département ont dû reconnaître la liaison directe entre les bangs et les dégâts dans les troupeaux et dans les poulailers.

Saisi des mêmes plaintes, se rapportant aussi bien à la production du lait et à l'engraissement des porcs qu'à la ponte des poules, le *Royal Aircraft Establishment* britannique vient de monter une ferme expérimentale à Farnborough. Ses vétérinaires affirment que les animaux finissent par s'adapter aux bangs. La thèse darwinienne de la survie des plus aptes l'affirme et l'on peut croire, en effet, que les races de brebis qui avortent s'élimineront d'elles-mêmes, comme les races de poules qui se faisaient écraser par les automobilistes ont disparu de nos routes. L'évolution sera malheureusement moins rapide pour les fermières de l'Ardèche.

Dans l'ordre des dégâts aux immeubles, M. Lundberg, directeur général de l'Institut suédois de recherches aéronautiques, a rapporté

d'intéressantes constatations de sa visite à Oklahoma City, où la *Federal Aviation Agency* l'avait invité à suivre les essais. Là encore, ne croyons pas qu'il s'agisse seulement de dégâts mineurs. Des journalistes demandèrent au pilote du *F-104*, qui poursuivait l'été dernier ses vols au-dessus d'un village spécialement construit à White Sands pour qu'on pût étudier en toute tranquillité les dégâts immobiliers, de se faire photographier à basse altitude : le village s'écroula. On ne s'étonnera donc pas que la détonation ressentie au passage d'un tel bang puisse entraîner mort d'homme.

A Oklahoma City, les vols à grande altitude ne provoquèrent que des dégâts moins spectaculaires, bris de vitres et de revêtements mu-



raux. Sur les 163 demandes de dommages retenues après enquête, 72 visaient des dégâts aux plafonds et revêtements, 61 des bris de vitres et de glaces.

Le mode d'action du bang sonique, tel que l'observa M. Lundberg, est cependant plus inquiétant que ne le révèle cette statistique. Il se traduit par une oscillation parfaitement perceptible des cloisons et des plafonds. Il soumet donc les matériaux à des efforts alternés et l'on sait qu'à la longue une plaque de métal à laquelle on imprime de tels efforts finit toujours par céder : il suffit qu'on les répète assez longtemps. Même sans fissures à l'origine, l'effet cumulatif de ces contraintes dans une structure aussi mal organisée qu'un revêtement en plâtre pour les supporter en créera, qui s'agrandiront jusqu'à destruction. Les dommages aux grandes baies vitrées peuvent également présenter des dangers. M. Lundberg a pu examiner des cas indiscutables, comme celui des glaces d'un bureau de la First National Bank, se brisant au passage d'un bang.

Est-il possible d'atténuer les bangs, accompagnement obligé du vol supersonique ?

C'est essentiellement, avons-nous dit, une question de vitesse et d'altitude de navigation.

Les remèdes aux bangs

On remarquera d'abord que le problème n'est pas plus facile pour l'avion de Mach 2,2, tel *Concorde*, que pour les avions de Mach 2,7 à Mach 3 étudiés chez Boeing et Lockheed. Car, si ceux-ci volent plus vite, ils volent également plus haut dans un air moins dense. Dans un cas comme dans l'autre, le remède théorique consiste dans un accroissement simultané de la surface de voilure et de la puissance, pour relever l'altitude de transition entre le vol subsonique et le vol supersonique. Le moins qu'on puisse reprocher à cette solution est son coût, en poids à vide comme en combustible, pour un appareil qui est précisément à la limite des rayons d'action qu'on lui demande.

Aussi, présentant à l'été 1964 une communication sur le bang sonique devant un congrès commun des instituts américains d'aéronautique et de navigation, M. D.W. Richardson, de la Hughes Aircraft, pouvait affirmer que l'exploitation du transport supersonique poserait des problèmes qui sont loin d'être résolus. M. C.L. Johnson, vice-président de Lockheed et responsable de l'un des deux projets américains, lui apportait son accord et suggérait que les surpressions considérées jusqu'ici comme admissibles soient fortement réduites. En janvier 1965, la question a été de nouveau discutée lors d'une conférence de presse de la N.A.S.A. (*National Aeronautics and Space Administration*) présidée par le Dr Floyd L. Thomson, son directeur du centre de Langley. Deux de ses ingénieurs, MM. Henry W. Carlson et Francis E. McLean, exposèrent les résultats des expériences conduites à Oklahoma City et White Sands. Ils mirent en doute, en s'appuyant sur les essais en soufflerie, la loi de similitude admise jusqu'ici quant à l'ampleur de la détonation. Ils suggérèrent d'autre part que certaines modifications aérodynamiques, comme un tracé convenable d'un fuselage non cylindrique, pouvait la réduire.

Sans doute reste-t-il toujours une ultime ressource : résérer le transport supersonique aux traversées océaniques, le début et la fin du vol au-dessus des terres se limitant aux vitesses subsoniques, ce qui exclut pratiquement les liaisons entre points profondément enfouis dans l'intérieur d'un continent. Espérons que, d'ici 1970-1975, quelques années de travail sur les cellules et les réacteurs permettront de passer outre à cette limitation.

Camille ROUGERON

LES TURBOREACTEURS

Dans l'aviation moderne, le turboréacteur tend par ses progrès à éliminer de plus en plus ses concurrents. L'adjonction des soufflantes en avant ou en arrière de la machine classique l'oppose victorieusement au turbopropulseur pour les missions où l'économie est un facteur prépondérant. Vers les très grandes vitesses, ses limites d'emploi reculent également de jour en jour et le statoreacteur devra en définitive s'associer intimement avec lui s'il veut déboucher pratiquement. Enfin, le développement de réacteurs de sustentation légers, propres à permettre le véritable essor des avions à décollage vertical ou court, se poursuit.

Les turboréacteurs à grande dilution

La recherche, pour l'aviation civile, de poussées de plus en plus fortes, mais qui ne soient pas obtenues au détriment de la consommation spécifique, devait conduire à l'adoption de la formule double-flux. Celle-ci consiste à éjecter dans la tuyère du moteur un volume d'air directement aspiré dans l'atmosphère et qui ne passe pas par la chambre de combustion; il en résulte une diminution de la vitesse moyenne de sortie des gaz d'échappement, d'où une amélioration du rendement de propulsion du moteur; en outre, le débit de gaz éjectés, auquel la poussée est proportionnelle, augmente. On est tenté au premier abord d'accroître au maximum le rapport du débit du flux d'air secondaire à celui du flux principal afin d'augmenter les performances du moteur. L'expérience montre que cela est valable jusqu'à des valeurs de ce rapport, dénommé taux de dilution, de l'ordre de 2,5; au delà, la consommation spécifique se remet à croître.

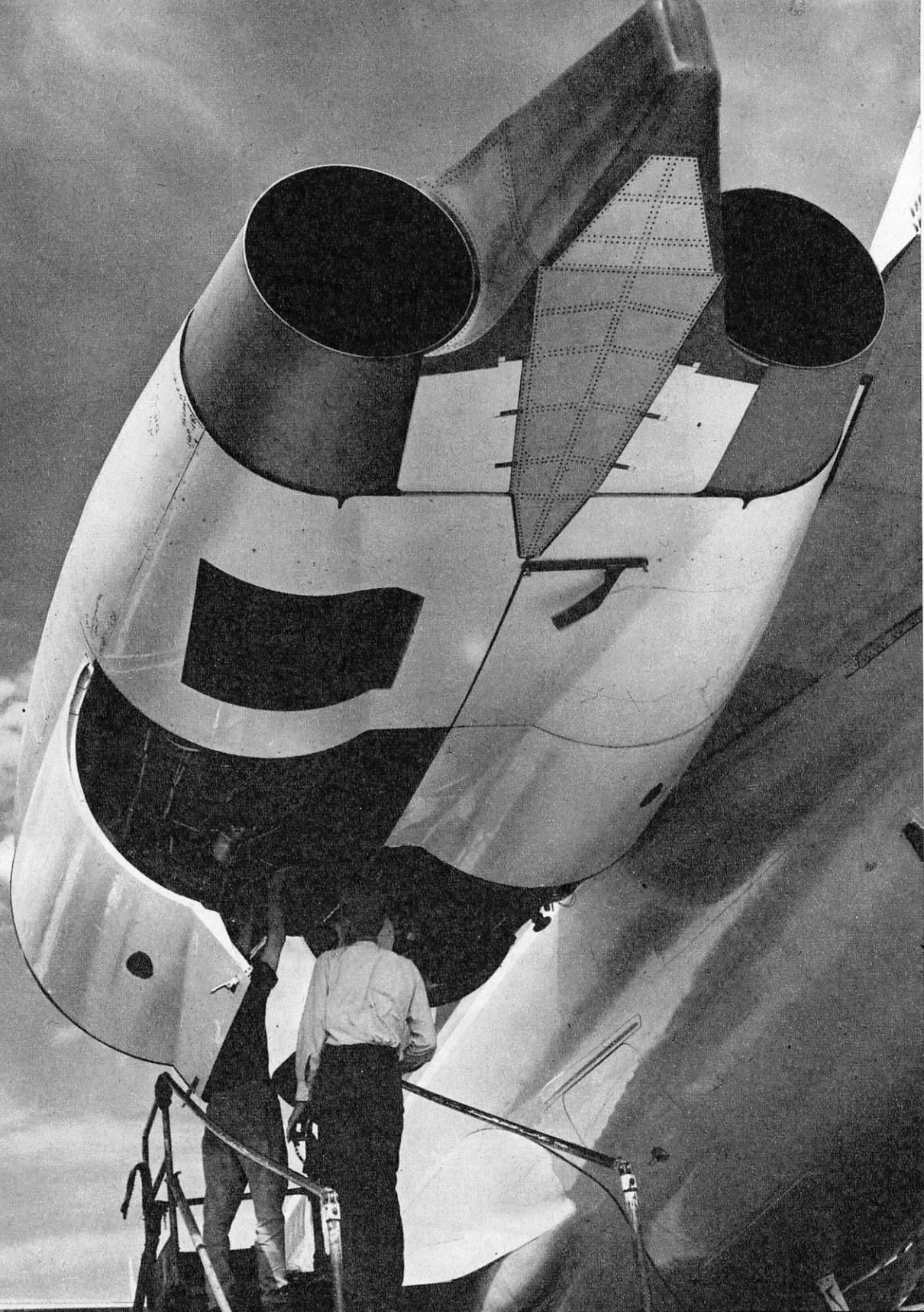
C'est ainsi cependant que sont nés les turboréacteurs à grande dilution comme le Bristol-Siddeley BS 75 qui atteint 1,75, ou le General

Electric CF 700 qui va jusqu'à 2. Au delà de ce chiffre, le poids et l'encombrement deviennent prohibitifs. La consommation spécifique peut alors tomber aux alentours de 0,7 kg/kg/h, le JT 3 D-3 de Pratt et Whitney qui équipe notamment les Boeing 707 B descendant à 0,68 kg/kg/h.

Les turboréacteurs à double-flux se répartissent en différentes classes suivant la manière dont on produit le second flux. Sur les premiers modèles, on prélevait l'air à un étage intermédiaire du compresseur (cas du Rolls-Royce Conway); en fait, on obtient de bien meilleurs résultats en montant en avant ou en arrière du moteur une soufflante de grande dimension. Le principe de la soufflante avant a été adopté par Pratt et Whitney pour l'ensemble de ses moteurs double-flux, et par la SNECMA et Bristol-Siddeley sur le Mars 45 de 3 tonnes de poussée destiné à des applications civiles et militaires. Quant à la formule de la soufflante arrière, elle se trouve principalement sur les moteurs de General Electric.

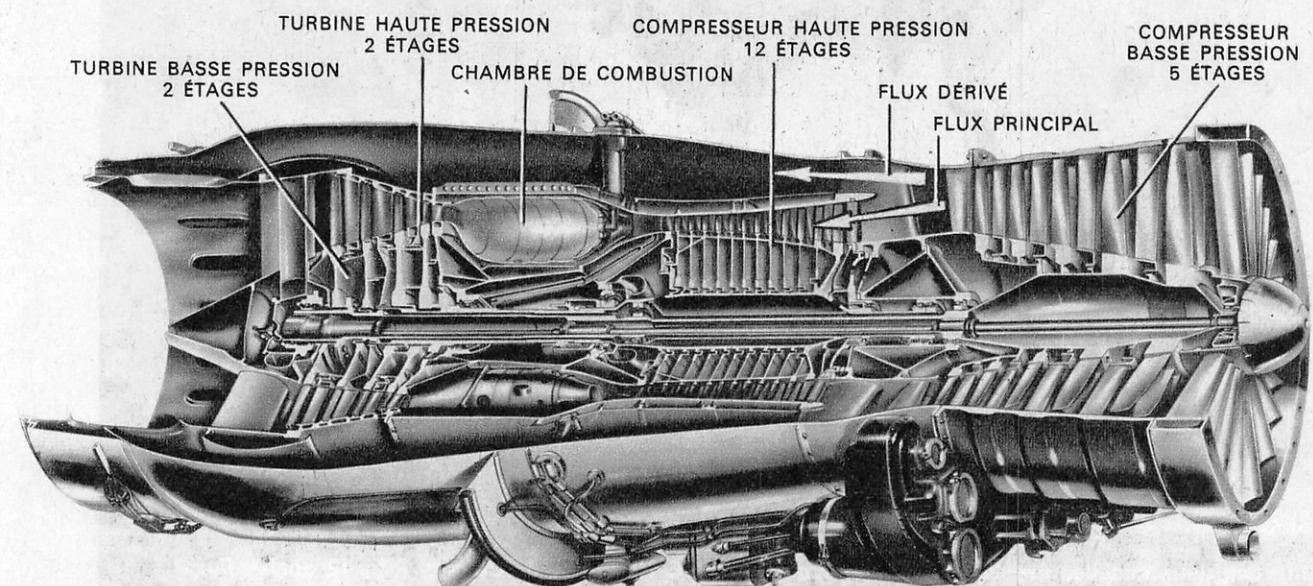
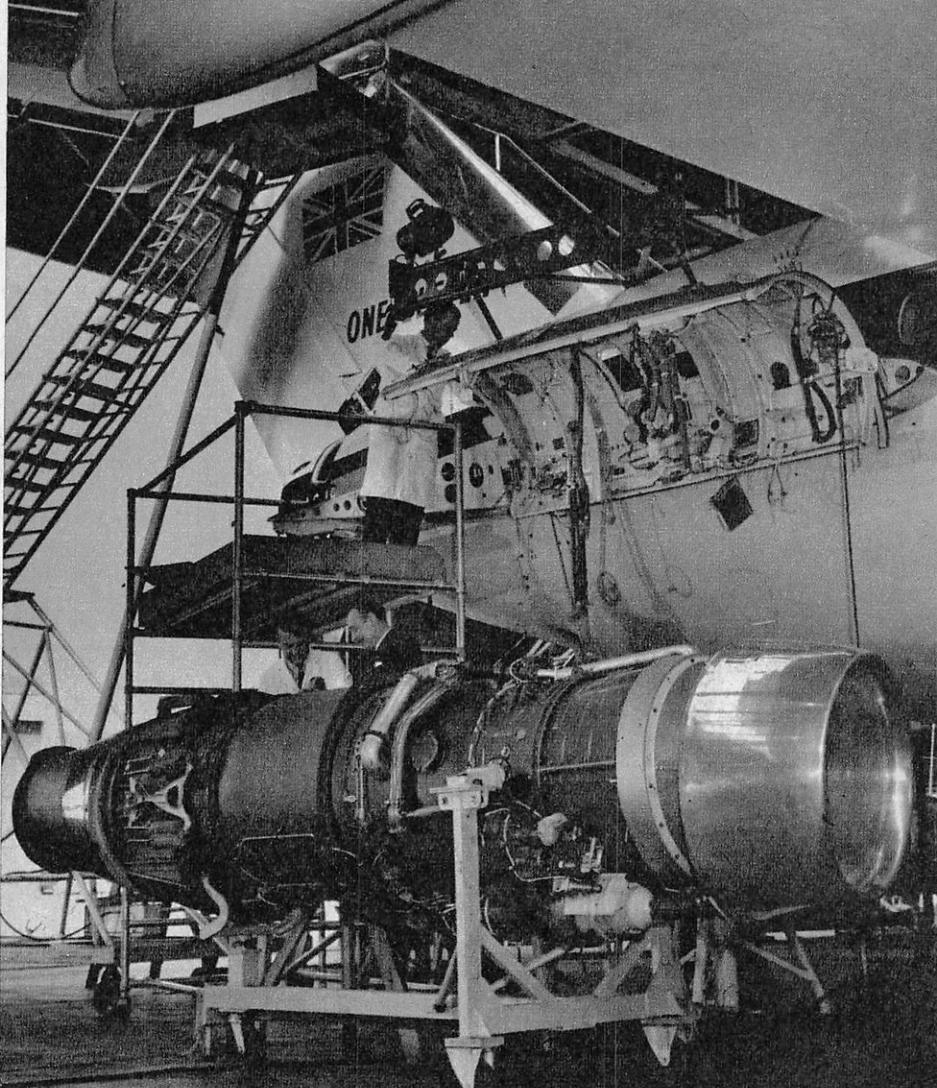
On peut donc admettre que la prochaine génération d'avions de transport à réaction subsoniques sera entièrement équipée de turboréacteurs à double-flux. Déjà la Caravelle a effectué des essais avec deux réacteurs de ce type, le Pratt et Whitney JT 8 D-1 et le General Electric CJ 805-23 tout récemment; enfin le MD Mystère XX, avion de transport pour étapes courtes, vient d'entrer en service équipé de deux General Electric CF 700 de 1 905 kg de poussée. Ainsi donc le double-flux peut couvrir dès maintenant toute la gamme des appareils de transport, puisque Turboméca réalise l'Aubisque de poussée inférieure à une tonne pour les avions d'affaires.

Revenons sur le Mars 45 F de 3 tonnes de poussée; celui-ci fait partie d'une famille dont le moteur de base, la version 45 A, à un seul flux, développera 2 tonnes de poussée pour un



Une des deux nacelles arrière du quadriréacteur BAC VC-10 équipé de Conway RCo 42 double-flux.

Le Rolls-Royce Spey 25, que l'on voit ci-dessous en coupe et ci-contre, muni de son inverseur de poussée, en cours d'installation sur un BAC One-Eleven, est la plus puissante version du Spey double-corps et double-flux, développant une poussée de 5 175 kg.



poids de 400 kg; la version *B*, obtenue en ajoutant la post-combustion à la précédente, développera également 3 tonnes de poussée. Enfin, l'addition de la post-combustion à la version double-flux conduira à la version *G* qui devrait dépasser largement 4 tonnes de poussée.

Il faut enfin rattacher également à la catégorie des double-flux la formule des turboréacteurs à quatre tuyères pivotantes (deux avant et deux arrière) de Bristol-Siddeley, qui permettent d'assurer à la fois, pour les avions à décollage et atterrissage verticaux, les fonctions de propulsion et de sustentation.

Cette formule, inaugurée avec le *BS 53 Pegasus* de 8 350 kg de poussée qui a effectué de nombreux vols avec la pré-série des Hawker *P 1127*, s'est poursuivie avec le *BS 100*. Ce dernier, qui utilise de nombreux éléments du turboréacteur Mach 2 Bristol *Olympus 22 R*, développera une poussée au point fixe d'environ 13 tonnes à sec, et de près de 17 tonnes avec post-combustion sur le flux froid, c'est-à-dire celui qui ne traverse pas la chambre de combustion. En fait, aux grandes vitesses de vol, le supplément de poussée produit par cette post-combustion serait de près de 200 % de la poussée à sec. La consommation spécifique sans post-combustion est assez basse, de l'ordre de 0,6 kg/kg/h. Ce moteur devait équiper le chasseur supersonique VTOL Hawker *P 1154*, dont on sait maintenant qu'il ne sera pas poursuivi.

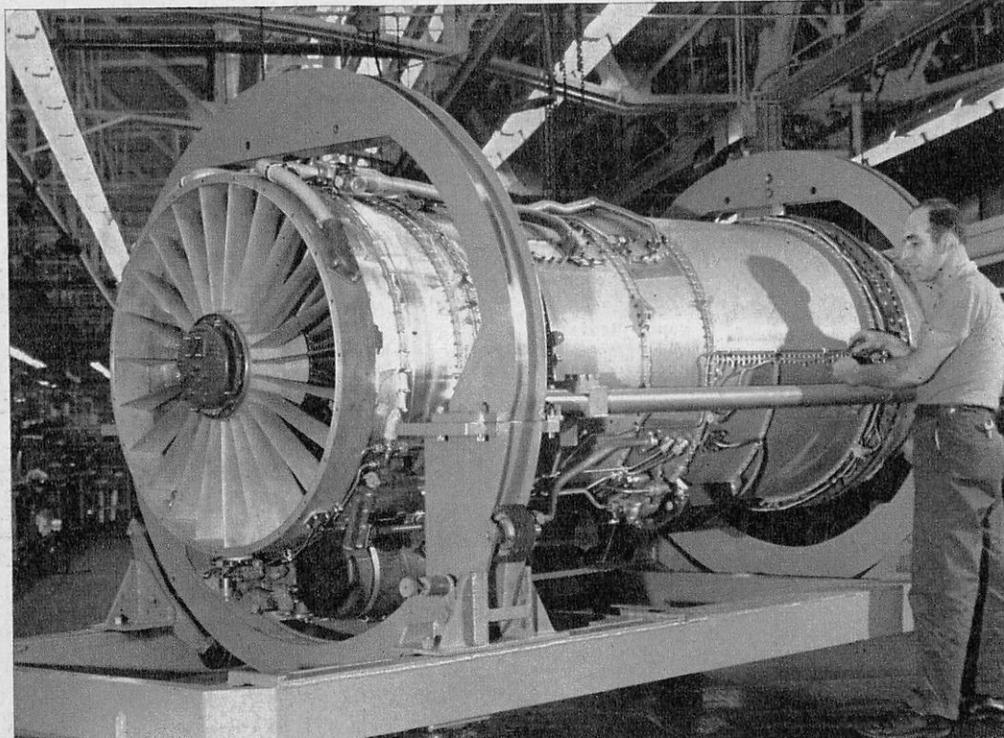
Les moteurs pour le vol supersonique

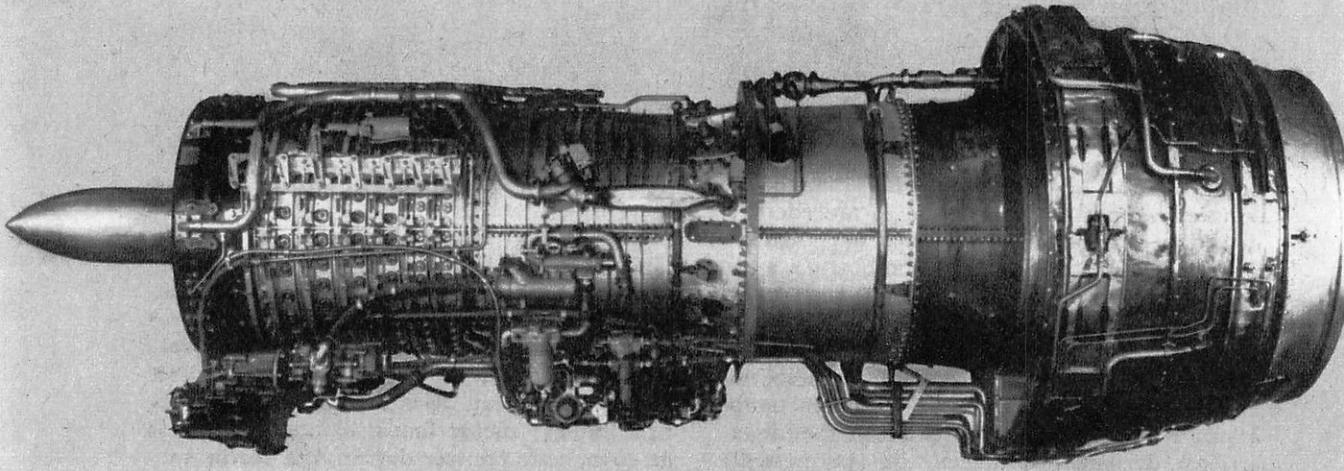
L'un des principaux centres d'intérêt actuel est évidemment le moteur pour avions de transport supersoniques. Les études menées conjointement par Bristol-Siddeley et la SNECMA sur l'adaptation du moteur militaire *Olympus 22 R* se poursuivent activement. La poussée statique au niveau de la mer devrait atteindre 14,8 tonnes; encore faut-il ajouter qu'au delà de 1970, cette poussée devrait être accrue progressivement, pour aboutir dans un délai lointain à une poussée de l'ordre de 18 tonnes.

Un tel moteur devant avoir le meilleur rendement possible dans les diverses configurations de vol, les constructeurs ont été conduits à adopter pour l'entrée d'air et la tuyère d'éjection une géométrie variable. L'entrée d'air, de section rectangulaire, comporte une paroi mobile formant la surface supérieure du col et commandée automatiquement en fonction du nombre de Mach. En outre, pour adapter le débit absorbé par l'entrée d'air à celui qui est effectivement nécessaire au moteur, il a été prévu une trappe de décharge à action rapide, située à l'extrémité du diffuseur. Par exemple, lorsque le moteur est réduit en vol supersonique, la quantité d'air excédentaire est évacuée par la trappe; au contraire, lors du décollage, lorsque le moteur fonctionne à plein régime et que la vitesse de l'avion est encore très faible, l'entrée d'air peut ne pas fournir un débit suffisant, et la trappe s'ouvre

suite page 78

Développant 6 350 kg de poussée, le Pratt et Whitney JT-8D-1 double-corps et double-flux, construit en aciers spéciaux et titane, équipe le tri-réacteur Boeing 727 et la Caravelle Super. La version JT-8D-5 de 5 460 kg de poussée est celle du Douglas DC-9.

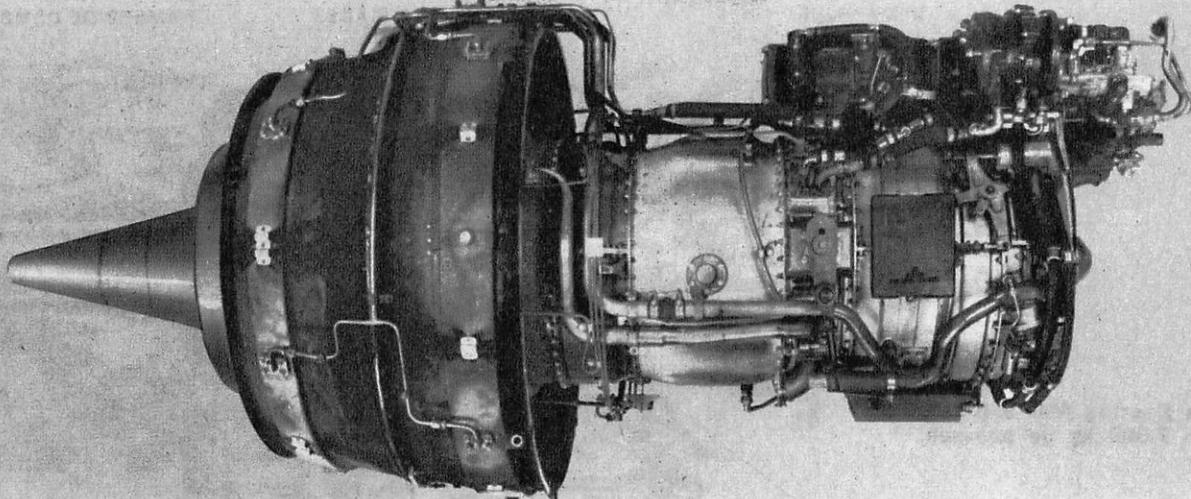




TURBORÉACTEURS ET TURBOPROPULSEURS

Le General-Electric CJ-805-23 dérive de la version commerciale CJ-805-3 du turboréacteur J-79 qui équipe en particulier les intercepteurs Starfighter et Phantom II. Il en diffère essentiellement par l'adjonction d'une turbosoufflante arrière, laquelle accroît la poussée de 35 % environ et la porte à quelque 7 300 kg.

Constructeur et type	Comresseur	Chambre de combustion	Turbine	Poussée (kg) ou puissance (h)	Poids (kg)	Observations	
ALLEMAGNE FÉDÉRALE B.M.W. 6012	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	100 ch	45	Turbine à gaz pour avions légers, hélicoptères et auxiliaires.	
	6022	annulaire	1 étage	250 ch		Turbine à gaz. Équipe hélicoptère Bölkow Bö-105.	
	8026	centrifuge 1 étage	1 étage	46 kg	38	Turboréacteur léger dérivé du B.M.W.-6012 pour avions-cibles, engins, planeurs motorisés.	
DAIMLER-BENZ DB-720	axial 4 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	1 250 ch	220	Turbine à gaz avec version turbopropulseur.	
CANADA UNITED AIRCRAFT OF CANADA PT-6	axial 3 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 1 étages	660 ch	115	Turbine à gaz avec version turbopropulseur. En version turbine, équipe les hélicoptères Lockheed XH-51 A, Piasecki 16 H Pathfinder, Hiller T-99 et TL-5. En version turbopropulseur, équipe les Potez 841, De Havilland Canada Turbo-Beaver, General Dynamics Charger.	
ÉTATS-UNIS AIRESEARCH Model 331	centrifuge 2 étages	annulaire	3 étages	600 ch	105	Turbine à gaz légère pour hélicoptères avec version turbopropulseur (équipe North American NA-300, puissance 660 ch).	
	ALLISON T-56 A-15	axial 14 étages	annulaire avec 6 « cans »	4 étages	4 600 ch	850	Turbopropulseur. Équipe Lockheed C-130 Hercules. Versions diverses équipent Lockheed Orion, Grumman Hawkeye.
	T-63	axial 6 étages + centrifuge 1 étage	1 chambre	2 + 2 étages	250 ch	62	Turbine à gaz légère pour hélicoptères et avions à décollage vertical. Équipe Hiller OH-5 A et FH-1100.
BOEING Model 502	T-78				4 000 ch	Turbopropulseur en préparation pour appareils militaires à grand rayon d'action.	
	centrifuge 1 étage	2 chambres	1 + 1 étages	300 ch	150	Turbine à gaz pour hélicoptères légers sans pilote dont dérivent un turbocompresseur et un turboréacteur légers. Version dérivée 551 avec étage supplémentaire axial pour le compresseur, puissance 400 à 500 ch, poids 175 kg.	
CONTINENTAL 217	axial 2 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	700 ch		Turbine à gaz légère. Deux unités couplées sur un même réducteur donnent 1 400 ch, poids 235 kg.	
	T-65	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	310 ch	62	Turbine à gaz.
GENERAL ELECTRIC J-79							
	axial 17 étages	annulaire avec 10 « cans »	3 étages	7 720 kg	1 650	Turboréacteur à stator du compresseur variable et à postcombustion, fabriqué aussi au Canada (Orenda), en Belgique (F.N.), Italie (Fiat), Allemagne fédérale (B.M.W.) et au Japon (Ishikawajima). Équipe les Lockheed F-104 Starfighter, North American A-5 Vigilante, McDonnell F-4, Phantom II. Versions civiles CJ-805-3 de 5 285 kg et CJ-805-23 à double flux de 7 300 kg de poussée.	
J-93	axial		2 étages	13 600 kg		Turboréacteur à stator du compresseur variable et postcombustion pour avions à Mach 3. Équipe North American B-70 Valkyrie.	



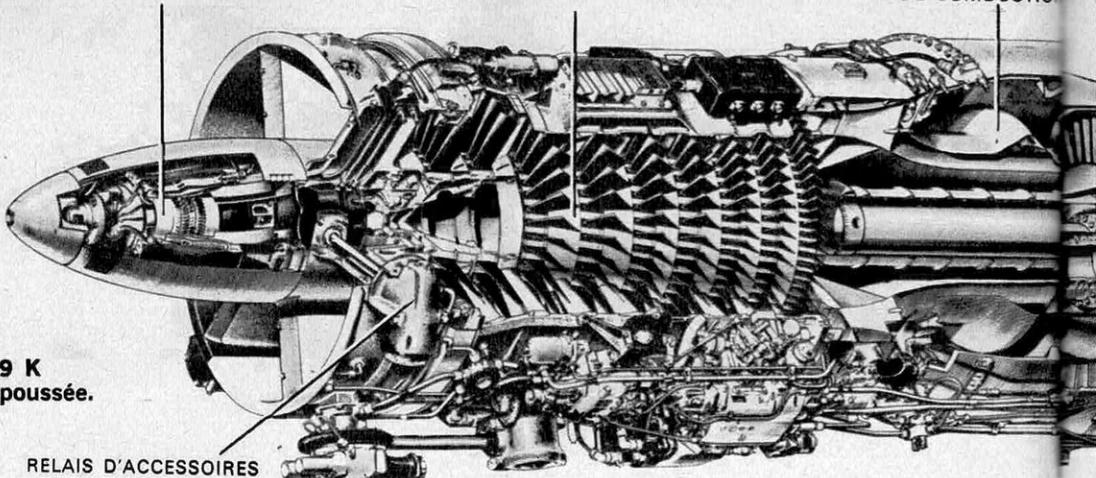
Constructeur et type	Comresseur	Chambre de combustion	Turbine	Poussée (kg) ou puissance (ch)	Poids (kg)	Observations
J-85	axial 8 étages	annulaire	2 étages	1 300 kg	175	Turboréacteur léger pour engins et avions à décollage vertical. La version GE-5 développe 1 760 kg avec postcombustion et la version GE-9 du Northrop F-5 Freedom Fighter 1 850 kg. Constitue l'élément de base du turbosoufflant LF-2 qui comprend des unités développant 1 340 kg. La version civile CJ-610 équipe les bimoteurs d'affaire Aero Jet Commander, Lear Jet, Hamberger 320 Hansa.
CF-700	axial 8 étages	annulaire	2 étages	1 905 kg	300	Turboréacteur double-flux. Équipe le Dassault-Mystère 20.
T-58	axial 10 étages	annulaire	2 + 1 étages	1 250 ch	140	Turbine à gaz légère pour hélicoptères. Fabriquée aussi en Grande-Bretagne (Bristol-Siddeley Gnome), en Allemagne fédérale et au Japon. Équipe Kaman UH-2A Sea Sprite, Boeing-Vertol CH-46 A, Sikorsky SH-3 A et HH-52 A. La version civile CT-58 équipe le Boeing-Vertol 107 et les Sikorsky S-61 et S-62. Version T-58-GE-10 de 1 400 ch.
T-64	axial 14 étages	annulaire	4 étages	2 850 ch	330	Turbine à gaz existant en version turbopropulseur, fabriquée aussi en Grande-Bretagne (Bristol-Siddeley). Équipe le XC-142 A à décollage vertical et l'hélicoptère d'assaut Sikorsky CH-53 A. La version turbopropulseur équipe le De Havilland Canada Buffalo.
LYCOMING						
T-53	axial 5 étages + centrifuge 1 étape	annulaire	1 + 1 étages	1 150 ch	225	Turbine à gaz. Équipe hélicoptère Bell UH-1 Iroquois. Existe en version turbopropulseur.
T-55	axial 7 étages + centrifuge 1 étape	annulaire	1 + 2 étages	2 650 ch	265	Turbine à gaz. Équipe hélicoptère Boeing-Vertol Chinook. Existe en version turbopropulseur.
PLF-1 B-2	axial 7 étages + centrifuge 1 étape	annulaire	1 + 1 étages	2 380 kg	400	Turboréacteur double-flux dérivé du précédent.
PRATT ET WHITNEY						
J-52	axial 12 étages (au total)	annulaire avec 9 « cans »	1 + 1 étages	4 220 kg	920	Turboréacteur double-corps. Équipe le Grumman A-6 Intruder, le Douglas A-4 F Skyhawk et l'engin North American Hound Dog.
J-57	axial 9 étages b.p. + 7 étages h.p.	annulaire avec 8 « cans »	1 + 2 étages	6 200 kg	2 000	Turboréacteur double-corps. Équipe le Boeing KC-135, la version militaire du Boeing 707 et plusieurs avions supersoniques (postcombustion sur les chasseurs, poussée 8 175 kg). La version JT-3 C-6 équipe le Boeing 707-120 et le Douglas DC-8 (domestique). La version double-flux JT-3 D des Boeing 720 B et Douglas DC-8 développe 8 175 kg et la version militaire TF-33 P-7 du Lockheed C-141 A Starlifter développe 9 525 kg.
J-58				13 600 kg		Turboréacteur pour Mach 3 et haute altitude. Équipe les versions YF-12 A et SR-71 du Lockheed A-11.
J-60	axial 9 étages	annulaire avec 8 « cans »	2 étages	1 500 kg	215	Turboréacteur. La version civile JT-12 A équipe le Lockheed Jet-Star. La version JT-12 A-21 avec postcombustion développe 1 830 kg.
J-75	axial 8 étages b.p. + 7 étages h.p.	annulaire avec 8 « cans »	1 + 2 étages	12 000 kg	2 700	Turboréacteur double-corps avec postcombustion. Équipe le Republic F-105 Thunderchief. La version civile JT-4 A sans postcombustion de 7 945 kg de poussée équipe les Boeing 707 et Douglas DC-8 intercontinentaux.
JT-8 D	axial 4 étages b.p. + 7 étages h.p.	annulaire avec 9 « cans »	1 + 3 étages	6 355 kg	1 380	Turboréacteur double-corps et double-flux. Équipe les Boeing 727, Caravelle Super. Version JT-8 D-5 de 5 445 kg pour le Douglas DC-9. Version militaire avec postcombustion pour le SAAB 37.
JFTD-12	axial 9 étages	annulaire avec 8 « cans »	2 + 2 étages	4 050 ch	400	Turbine à gaz pour hélicoptères. Équipe le Sikorsky S-64 Skycrane.
TF-30	axial 15 étages (au total)	annulaire avec 8 « cans »	4 étages	9 000 kg	1 600	Turboréacteur double-corps et double-flux avec postcombustion. Équipe le General Dynamics F-111. Version TF-306 développée par la SNECMCA pour le Mirage III V.

Dérivé du General Electric J-85 et de sa version civile CJ-610, le CF-700 est un turboréacteur léger à turbosoufflante arrière donnant un taux de dilution très élevé. Pesant à peine plus de 300 kg sans inverseur de poussée, lequel représente seulement 43 kg supplémentaires, il développe 1 905 kg de poussée.

DÉMARREUR

COMPRESSEUR 9 ÉTAGES

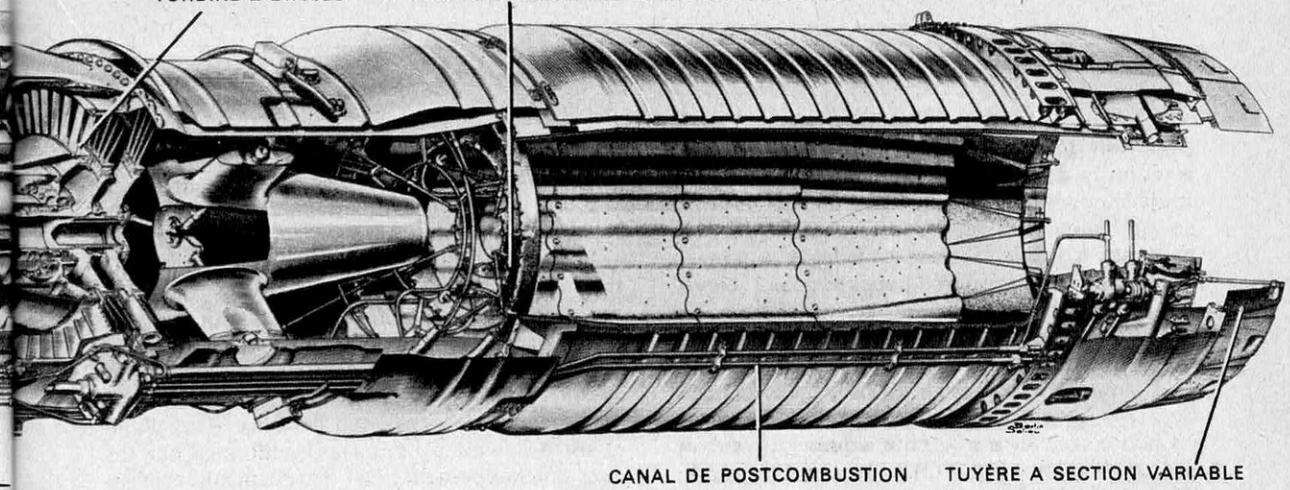
CHAMBRE DE COMBUSTION



Le Snecma Atar 9 K
de 7 000 kg de poussée.

RELAIS D'ACCESSOIRES

Constructeur et type	Compresseur	Chambre de combustion	Turbine	Poussée (kg) ou puissance (h)	Poids (kg)	Observations	Constructeur et type	Compresseur
FRANCE								
S.N.E.C.M.A.								
Atar 8	axial 9 étages	annulaire	2 étages	4 400 kg	1 040	Turboréacteur. Equipe Etandard IV M.	Olympus BO1-21	axial 6 étages b.p. + 7 étages h.p.
Atar 9 C	axial 9 étages	annulaire	2 étages	6 400 kg	1 420	Turboréacteur. Version du précédent avec post-combustion. Equipe Mirage III-E. Version 9 K de 7 000 kg de poussée équipe Mirage IV.	BS-53 Pegasus	ann 10
Mars 45	axial 11 étages	annulaire	2 étages			Gamme de turboréacteurs à l'étude, poussées de 2 000 à 3 000 kg; avec postcombustion 3 000 à 5 000 kg.	ROLLS-ROYCE Avon RA-28	axial 15 étages
TF-306	axial 15 étages	annulaire avec 8 « cans »	4 étages	9 000 kg	1 700	Turboréacteur double-corps et double-flux dérivé du Pratt & Whitney TF-30 avec postcombustion. Destiné au Mirage III V.	Avon RA-29	axial 16 étages
TURBOMECA							Conway RCo-12	axial 7 étages b.p. + 9 étages h.p.
Palas	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	160 kg	69	Turboréacteur.	RB-108	axial 8 étages
Marboré VI	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	480 kg	168	Turboréacteur. Fabriqué aussi aux Etats-Unis (Continental), en Espagne (E.N.M.A.) et en Yougoslavie. Equipe le Morane-Saulnier Pans II, le Potez Super-Magister.	RB-153	ann 8 «
Aubisque	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	720 kg	290	Turboréacteur double-flux. Equipe le SAAB 105.	RB-162	axial 6 étages
Bastan VI	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	1 080 ch	212	Turbopropulseur. Equipe les Nord 262, Dinfia Guarani II. Version Double-Bastan par accouplement de deux Bastan sur un réducteur unique; puissance 1 500 ch.	RB-172	axial 6 étages b.p. + 6 étages h.p.
Astazou II	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	562 ch	123	Turbopropulseur. Equipe les SFERMA Marquis, Pilatus Turbo-Porter. Version turbine pour hélicoptère Alouette II.	Spey	axial 4 étages b.p. + 12 étages h.p.
Astazou X	axial 2 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	715 ch	128	Turbopropulseur dérivé du précédent. Equipe les Potez 842, SIPA Antilope, Short Turbo-Skyvan.	Gazelle	axial 11 étages
Artouste II C	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	530 ch	115	Turbine à gaz. Construit aussi en Grande-Bretagne (Bristol-Siddeley) et en Inde (Hindustan). Equipe l'hélicoptère Alouette II série 3180.	Dart RD-7	centrifuge 2 étages
Artouste III C	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	550 ch	130	Turbine à gaz dérivée du précédent. Equipe l'hélicoptère Alouette III.	Tyne RTY-20	axial 6 étages b.p. + 9 étages h.p.
Turmo III	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 2 étages	1 500 ch	287	Turbine à gaz. Equipe hélicoptère Super-Frelon. Version turbopropulseur Turmo III D de 1 450 ch.	ROVER TP-90	centrifuge 1 étage
Palouste IV	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	débit 1 140 g/s	83	Turbogénérateur pour auxiliaires. Construit aussi en Grande-Bretagne (Bristol-Siddeley) et aux Etats-Unis (Continental).	ITALIE FIAT	centrifuge 1 étage
GRANDE-BRETAGNE							4002	centrifuge 1 étage
BRISTOL-SIDDELEY							4700	centrifuge 1 étage
Viper 11	axial 7 étages	annulaire	1 étage	1 135 kg	265	Turboréacteur construit aussi en France (Dassault) et en Italie (Piaggio). La version civile 20, avec un étage supplémentaire au compresseur, développe 1 360 kg et équipe les Hawker-Siddeley 125 et Piaggio PD-808.	ann 10	
Orpheus 803	axial 7 étages	annulaire avec 7 « cans »	1 étage	2 270 kg	375	Turboréacteur construit aussi en France (S.N.E.C.M.A.), Italie (Fiat), Inde (Hindustan), Allemagne fédérale (Klockner). Equipe Hawker-Siddeley Gnat, Hindustan HF-24, Fiat G-91. Version B-12 avec compresseur à 8 étages et turbine à 2 étages, poussée 3 705 kg avec post-combustion simplifiée.	ann 1	



Chambre de combustion	Turbine	Poussée (kg) ou puissance (h)	Poids (kg)	Observations
annulaire avec 10 « cans »	1 + 1 étages	9 080 kg	1 725	Turboréacteur double-corps construit aussi en Allemagne fédérale (Klockner). Equipe Hawker-Siddeley Vulcan. Version supersonique 22 R avec postcombustion (poussée 15 000 kg). Version 593 dérivée de 22 R à l'étude en collaboration avec S.N.E.C.M.A. pour Concorde (poussée de l'ordre de 16 000 kg).
			9 000 kg	Turboréacteur double-flux pour appareils à décollage vertical, avec 4 tuyères d'éjection pivotantes. Equipe le Hawker-Siddeley P-1127 Kashtal. En dérive le BS-100 développant jusqu'à 18 000 kg avec postcombustion.
annulaire avec 8 « cans »	2 étages	4 610 kg	1 300	Turboréacteur. La série 200 équipe les Hawker-Siddeley Sea Vixen et Hunter, English Electric Canberra. La série 300 (RB-146) de 5 760 kg de poussée équipe les BAC Lightning (7 265 kg avec postcombustion) et SAAB-35 Draken (7 770 kg avec postcombustion).
annulaire avec 8 « cans »	3 étages	4 765 kg	1 515	Version civile du précédent. Equipe Hawker-Siddeley Comet 4 et Sud-Caravelle III. La version RA-29/6 de 5 725 kg de poussée équipe Caravelle VI R.
annulaire avec 10 « cans »	1 + 2 étages	8 170 kg	2 100	Turboréacteur double-corps et double-flux. Equipe certaines versions des Boeing 707 et Douglas DC-8, ainsi que les B.A.C. VC-10 (RCo-42 de 9 525 kg) et Super VC-10 (RCo-43 de 10 205 kg). La version militaire équipe le Handley-Page Victor (RCo-17 de 9 350 kg de poussée).
annulaire	2 étages	1 000 kg	122	Turboréacteur léger. Equipe avions expérimentaux à décollage vertical, en particulier Dassault-Balzac. En dérive le RB-145 avec compresseur à 9 étages, de 1 250 kg de poussée (1 680 kg avec postcombustion).
		3 110 kg		Turboréacteur double-corps et double-flux, étudié en collaboration avec M.A.N. pour l'avion supersonique à décollage vertical VJ-101 D (Entwicklungsring-Süd).
annulaire	1 étage	2 000 kg	125	Turboréacteur ultraléger. Doit équiper Mirage III-V et Fiat G-222, Dornier Do-31, VJ-101 D.
annulaire	1 + 2 étages	2 725 kg	605	Turboréacteur léger double-flux. Version militaire avec postcombustion.
annulaire avec 10 « cans »	2 + 2 étages	4 535 kg	1 000	Turboréacteur double-corps et double-flux. Equipe les Hawker-Siddeley Trident I et B.A.C. One-Eleven (poussée 4 725 kg). Version RS-25 avec compresseur à 5 étages b.p., poussée 5 175 kg. Version simplifiée Spey Junior pour le Fokker F-28, poussée 3 970 kg. Version militaire pour le Hawker-Siddeley Buccaneer, poussée 8 000 kg.
6 chambres	2 + 1 étages	1 450 ch	400	Turbine à gaz pour hélicoptères.
7 chambres	3 étages	2 120 ch	560	Turbopropulseur. Equipe les Fokker F-27, Hawker-Siddeley 748 et Argosy 650, Handley-Page Herald, Grumman Gulfstream, Nihon YS-11. Versions nombreuses jusqu'à 3 245 ch.
annulaire avec 10 « cans »	1 + 3 étages	5 750 ch	1 085	Turbopropulseur deux corps construit aussi en France (Hispano), en Belgique (F.N.) et en Allemagne fédérale (M.A.N.). Equipe les Breguet Atlantic, Transall, Short Belfast, Canadair Forty Four.
1 chambre	1 étage	115 ch	90	Turbopropulseur léger dérivé d'une turbine à gaz pour auxiliaires.
annulaire	1 étage	325 kg	85	Turboréacteur.
annulaire	1 + 1 étages	610 ch	152	Turbine à gaz montée en turbogénérateur pour hélicoptères.

dans le sens opposé à celui de la décharge pour fournir un appont non négligeable.

De son côté, la tuyère d'éjection comprend deux parties : une tuyère primaire convergente à section variable, et une tuyère secondaire divergente, également à section variable et équipée d'un inverseur de poussée et d'un silencieux. Les variations de section des tuyères s'obtiennent par le braquage plus ou moins prononcé de volets.

Mentionnons en outre que le premier étage du stator et du rotor de turbine sont munis d'aubes refroidies, ce qui permet d'augmenter la température admissible en avant de la turbine pour des caractéristiques de matériau données, donc d'accroître la poussée.

En ce qui concerne le transport supersonique américain, peu de renseignements sont actuellement disponibles, du fait que le choix définitif n'a pas encore été fait. Les deux grands constructeurs Pratt et Whitney et General Electric ont proposé des versions dérivées l'une du F 58 et l'autre du F 93, qui pourraient développer une poussée de l'ordre de 14 tonnes avec post-combustion. Parallèlement, ils étudient tous deux des moteurs à double-flux qui pourraient fournir 22 tonnes de poussée, toujours avec post-combustion. De tels moteurs permettraient évidemment d'augmenter le poids total de l'appareil et de le porter à 250 tonnes, ce qui autoriserait le transport de 200 à 250 passagers.

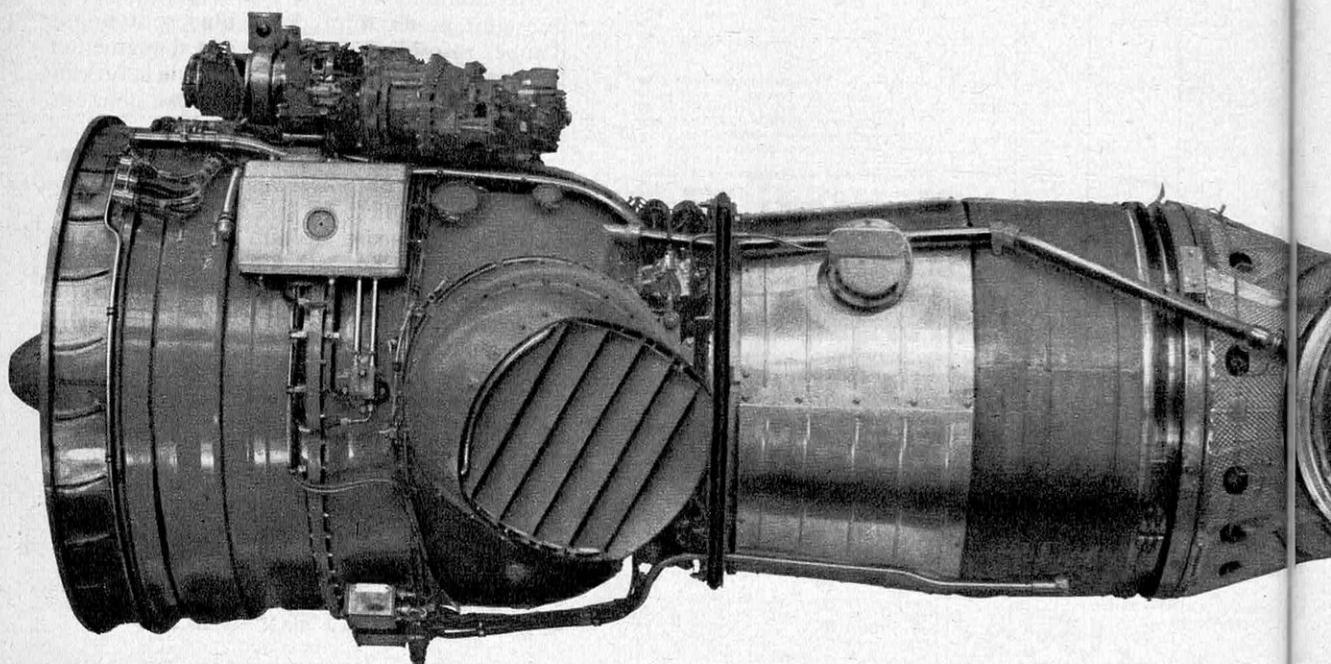
Les réacteurs de sustentation

La réalisation des avions à décollage et atterrissage verticaux n'a toujours pas trouvé sa véritable formule parmi toutes celles qui se présentent. La formule des réacteurs de sustentation indépendants du moteur de propulsion, adoptée notamment pour le *Balzac* et

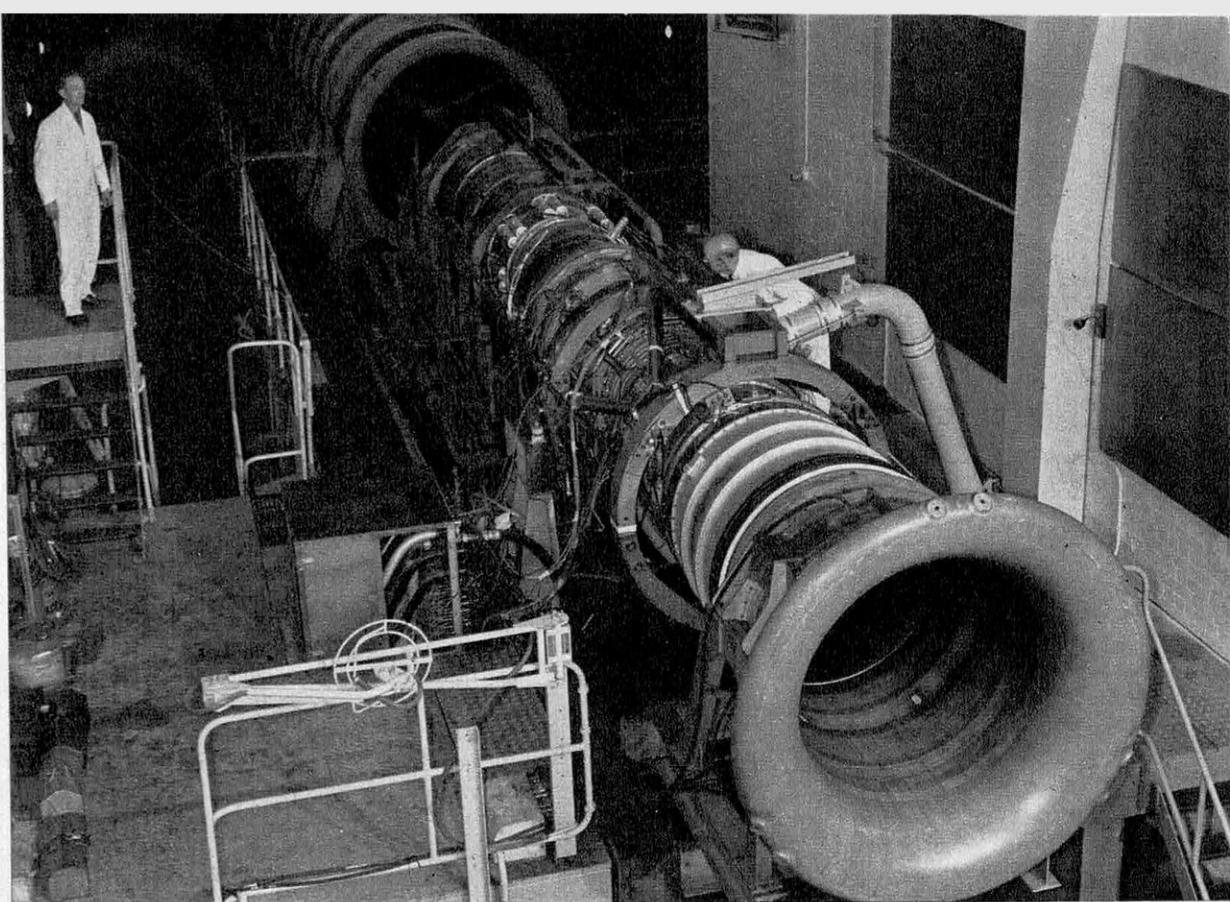
pour son dérivé opérationnel, le *Mirage III-V*, a toujours de nombreux adeptes et, de ce fait, le développement des moteurs de sustentation se poursuit. La qualité essentielle que l'on demande à de tels moteurs est la légèreté, autrement dit un rapport poussée/poids élevé, fût-ce au détriment de la consommation spécifique, puisqu'ils ne doivent fonctionner qu'un temps relativement court. L'exemple le plus caractéristique est le Rolls-Royce *RB 162* de 2 250 kg de poussée, qui est déjà construit en petite série et prévu pour équiper plusieurs projets d'avions V/STOL européens, dont le *Mirage III-V*. Le compresseur à 5 étages produit une compression de 4 et est entraîné par une turbine à un étage. Pour réduire le poids, il a été fait un usage poussé des matières plastiques, telles que les résines époxy, pour les parties froides du moteur (manche d'entrée d'air, compresseur...); le rapport poussée/poids atteint ainsi 16. L'avenir pourrait voir l'introduction, dans ce domaine également, des moteurs à double-flux. Rolls-Royce travaille sur un projet dérivé du *RB 162* par l'adjonction d'une soufflante avant ou arrière. Ces moteurs auraient alors un taux de dilution

beaucoup plus élevé que ceux dont nous avons parlé plus haut; au cours d'une conférence récente, M. Lombard, directeur technique de Rolls-Royce, a en effet cité le chiffre de 10.

Quant aux moteurs à soufflantes de sustentation de grand diamètre noyés dans la voilure ou dans le fuselage, ils poursuivent sans tapage leur développement, principalement chez General Electric, qui, en collaboration avec Ryan, a étudié le *X-V5A*. Cet avion comporte trois ventilateurs (deux dans l'aile et un à l'avant du fuselage) actionnés par les gaz d'échappement de deux turboréacteurs General Electric *J 85-5* de 1 200 kg de poussée chacun. La portance en vol stationnaire obtenue ainsi avoisine 6 700 kg, ce qui traduit une amplification bien appréciable par rapport à la poussée des moteurs; elle pourrait passer à près de 8 tonnes en remplaçant les *J 85-5* par des *J 85-13* de 1 340 kg de poussée. Le *X-V5A* a maintenant effectué des transitions du vol vertical au vol horizontal et inversement avec un plein succès et cette formule peut donc s'avérer très concurrentielle pour la solution des problèmes posés par la mise au point d'avions à décollage vertical.

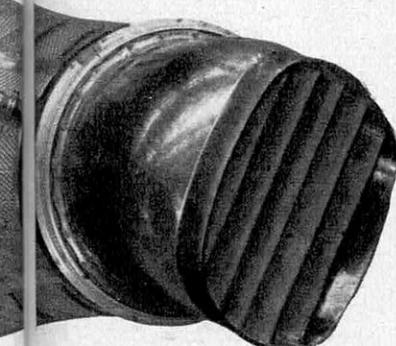


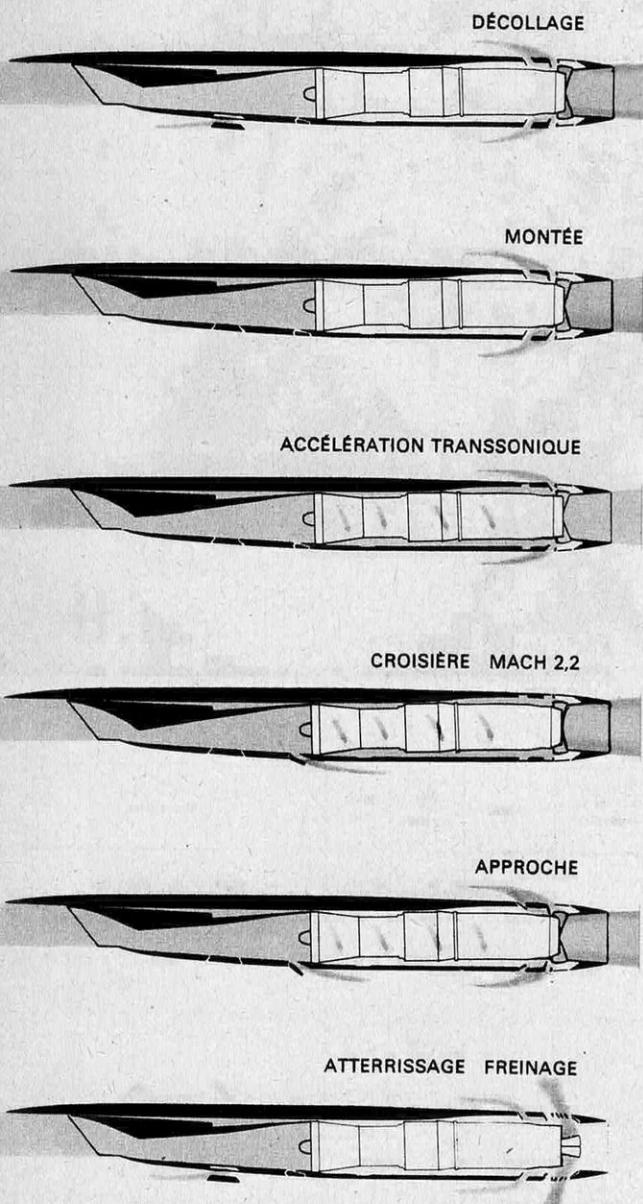
Le Pegasus de Bristol-Siddeley est un turboréacteur double-flux muni de quatre tuyères pivotantes et qui a trouvé sa première application sur le P. 1127 Kestrel à décollage vertical. Les tuyères, suivant leur orientation, peuvent assurer la sustentation pour l'envol vertical, la propulsion en vol horizontal et aussi le freinage précédant l'atterrissement à la manière d'un inverseur de poussée.



Au banc d'essais, le Bristol-Siddeley/Snecma Olympus 593 D pour Concorde.

Constructeur et type	Comresseur	Chambre de combustion	Turbine	Poussée (kg) ou puissance (h)	Poids (kg)	Observations
JAPON ISHIKAWAJIMA J 3-3	axial 8 étages	annulaire	1 étage	1 200 kg	430	Turboréacteur. Version double-flux dérivée J 3-F, poussée 1 700 kg.
JR-100	axial 6 étages	annulaire	1 étage	1 450 kg	145	Turboréacteur expérimental pour avions V/STOL.
POLOGNE OKL	axial 7 étages	annulaire	1 étage	900 kg		Turboréacteur.
TCHÉCO-SLOVAQUIE OMNIPOL M-701	centrifuge 1 étage	7 chambres	1 étage	800 kg	337	Turboréacteur.
URSS IVCHENKO AI-20	axial 10 étages	annulaire	3 étages	4 000 ch		Turbopropulseur. Équipe Antonov An-10 et Ilyushin Il-18.
AJ-24				2 550 ch		Turbopropulseur. Équipe Antonov An-24.
KLIMOV VK-1 A			1 étage	3 450 kg	950	Turboréacteur avec postcombustion. Équipe MiG-17.
VK-5	axial			4 000 kg		Turboréacteur avec postcombustion. Équipe MiG-19 et Yak-25.
KUZNETSOV NK-8				9 500 kg		Turboréacteur double-flux. Équipe Il-62.
NK-12 M	axial 14 étages	annulaire avec «cans»	5 étages	14 800 ch	2 300	Turbopropulseur. Équipe le bombardier Tupolev Tu-20 et sa version civile Tu-114.
MIKULIN M-209	axial 8 étages		2 étages	9 500 kg	2 500	Turboréacteur. Équipe le bombardier Tu-16. La version civile (8 700 kg) équipée le Tupolev Tu-104.
SOLOVIEV TB-2 BM	axial			5 700 ch		Turbine à gaz pour hélicoptères. Équipe MiG-6.





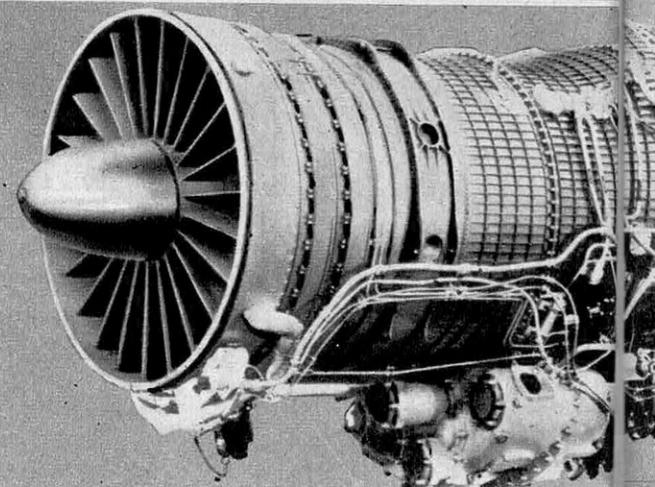
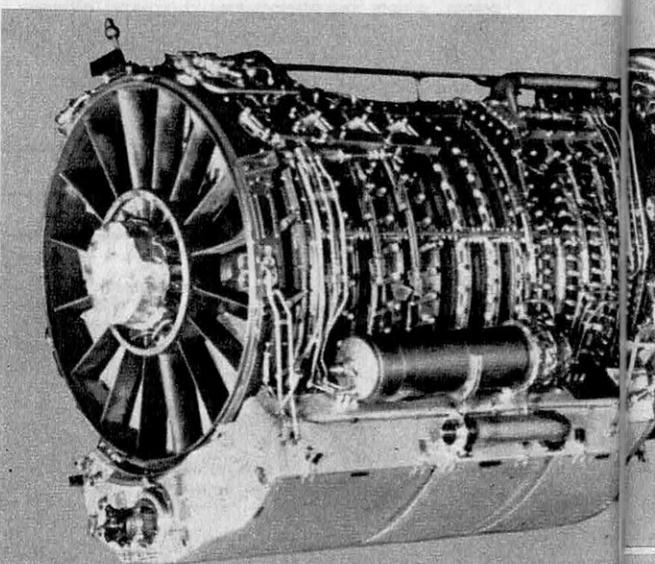
Les hautes performances prévues pour Concorde impliquent un rendement maximum dans toutes les phases du vol. Les techniciens ont adopté le principe d'une géométrie variable pour les réacteurs, avec réglage automatique des flux d'air et de gaz en fonction de la vitesse.

Deux turboréacteurs avec postcombustion pour avions supersoniques. En haut, le General Electric J-93 du bombardier North American B-70 Valkyrie de Mach 3. En bas, le TF-306 mis au point par la SNECMA et destiné au Mirage III-V de Mach 2 à décollage vertical.

Les moteurs pour avions à hautes performances

Bien que l'on ait surtout mis l'accent dans ce qui précède sur leurs qualités d'économie, les double-flux sont également en concurrence avec les moteurs classiques très évolués pour la propulsion des intercepteurs et des bombardiers à haute performance, pour lesquels des poussées sans cesse plus considérables doivent être réalisées.

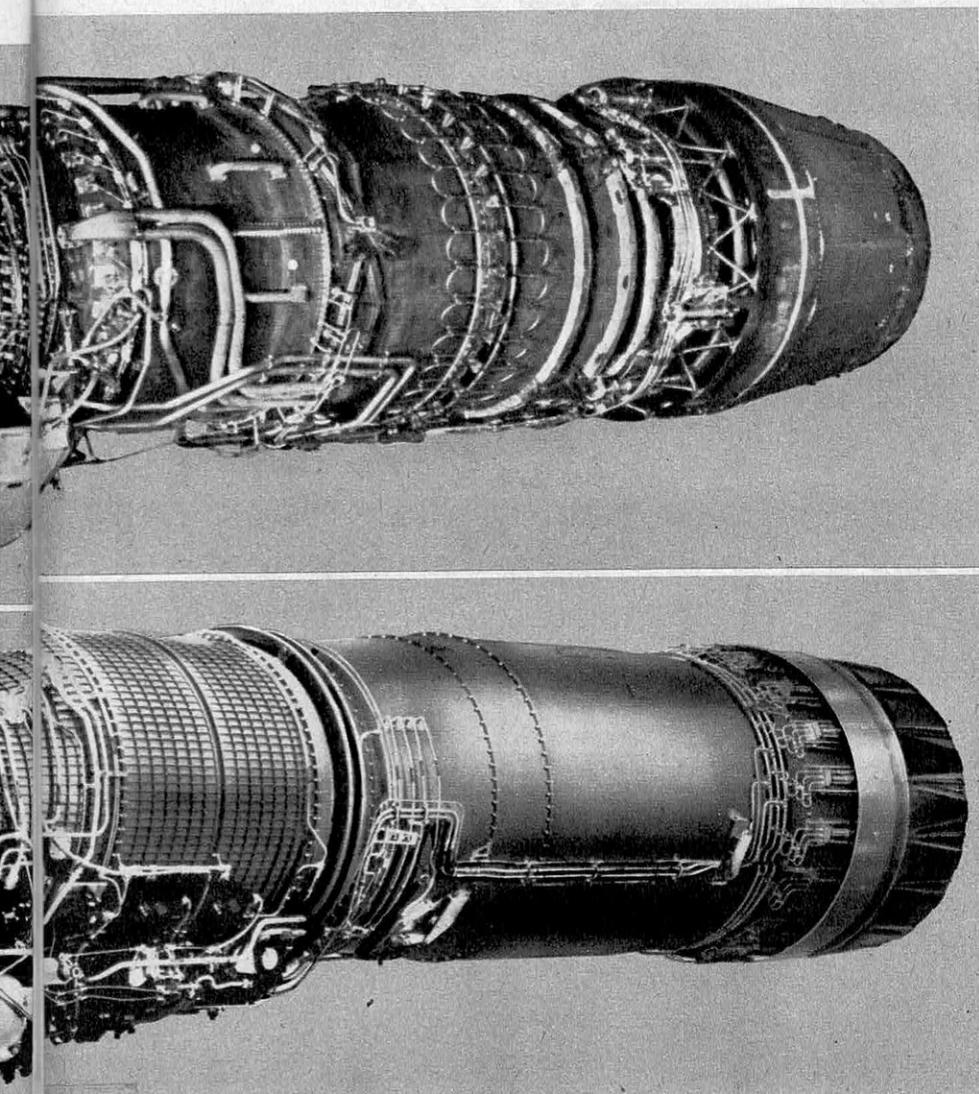
Dans cette catégorie de turboréacteurs classiques, le stade le plus avancé de la technique peut être représenté par le General Electric J 93 de 13 000 kg de poussée avec post-combustion, qui équipe le prototype de bombardier expérimental North American B-70, et le Pratt et Whitney J 58, de 10 tonnes de poussée à sec et 15 tonnes avec post-combustion, qui, lui, est monté sur le Lockheed A 11. Du fait que ces deux avions sont de la classe Mach 3,



ils sont encore relativement couverts par le secret et peu de renseignements ont été divulgués sur leurs moteurs. On sait cependant que le premier possède un compresseur unique à 11 étages entraîné par une turbine à 2 étages, et qu'il fait appel à des matériaux nid d'abeilles en acier inoxydable pour certains de ses éléments structuraux; la consommation spécifique avec post-combustion atteindrait 1,91 kg/kg/h. Quant au *J 58*, son compresseur, également à simple corps, aurait 8 étages et permettrait d'avaler un débit d'air de 150 kg/s. Mentionnons encore dans cette catégorie l'*Atar 9 K* de la SNECMA, dernier descendant d'une longue lignée et dont la poussée atteint 6 700 kg avec post-combustion, et le Bristol Siddeley *Olympus 22 R*, dont est dérivé le moteur du *Concorde* et qui devait équiper l'intercepteur et avion d'attaque *TSR 2*; il devait développer avec post-combustion une poussée de près de 15 tonnes. Mais, après

plusieurs années de travaux expérimentaux, le développement de la post-combustion sur les deux flux d'un turboréacteur à double-flux permet maintenant d'atteindre des poussées encore bien plus élevées qu'avec les turboréacteurs classiques. C'est ainsi que furent développés le *Pratt et Whitney TF 30*, qui a servi de base au *TF 306* que la SNECMA réalise pour la propulsion du *Mirage III-V*; la différence essentielle entre ces deux moteurs porte sur l'adjonction au *TF 30* d'une post-combustion SNECMA qui élève la poussée à 9 tonnes. En fait, dans l'attente de la sortie en série du *TF 306*, les premiers prototypes du *Mirage III-V* sont équipés du *TF 106* également réalisé par la SNECMA. Le *TF 106*, comme le *TF 306*, présente l'avantage d'avoir une faible consommation spécifique aux vitesses subsoniques et une poussée élevée en supersonique avec post-combustion.

Jacques LACHNITT.



Les aéroports



s à l'heure de Concorde : vers le futur PARIS-NORD



Le 8 juin 1964, 391 avions ont atterri ou décollé à Orly, qui put s'enorgueillir, le 1^{er} août, d'un nouveau record : 20 306 voyageurs en une seule journée !

Pour l'ensemble de l'année écoulée, le trafic de l'Aéroport de Paris (Orly et le Bourget) s'établit ainsi : 160 722 mouvements d'avions, 5 802 163 passagers (11,8 % de plus qu'en 1963, près de 100 % de plus qu'en 1959), 105 093 tonnes de fret et 26 190 tonnes de courrier.

Ces chiffres mettent en évidence l'importance croissante des transports aériens dans la vie moderne et le rôle capital des grands aéroports internationaux. Or, dans tous les pays à haut niveau de vie, se pose de façon cruciale le problème de l'adaptation de ces aéroports au développement continu du trafic aérien et à l'évolution du matériel qui, elle, se fait par étapes brutales. Deux solutions sont possibles : développer les installations existantes, ou créer de nouveaux aéroports.

Mais les installations actuelles ne sont pas extensibles à l'infini, et en créer de nouvelles pose souvent des problèmes considérables.

Nous allons voir pourquoi, en prenant l'exemple de l'Aéroport de Paris, qui offre le double avantage de nous concerner directement et d'être particulièrement significatif.

Le cas de l'aéroport d'Orly

En dépit de l'importance de ses installations, et aussi modernes qu'elles soient, Orly a déjà connu des périodes de saturation : le nombre des voyageurs peut encore augmenter sensiblement, mais les mouvements d'avions ont atteint parfois une densité équivalente à la capacité maximum d'absorption des pistes (1).

L'état-major de l'Aéroport de Paris, qui avait prévu cette éventualité, ne s'est pas laissé prendre de court : une nouvelle piste est-ouest entrera en service l'automne prochain et doublera la capacité actuelle en mouvements d'avions (départ, arrivée et transit). Compte tenu de l'augmentation lente mais régulière du remplissage moyen des appareils (45 passagers actuellement), cette nouvelle piste va porter la capacité annuelle d'Orly à 10 millions de voyageurs. Avant que ce chiffre ne soit atteint, il faudra construire une nouvelle aérogare, celle qui existe actuellement ne pouvant « débiter » plus de 7 à 8 millions de passagers par an.

(1) En réalité, seule la grande piste est-ouest est normalement utilisée. Les deux autres, dont l'une est ancienne, ne sont utilisées que lorsque le vent l'exige.

AÉROPORTS

Mais on ne pourra, à Orly, aller au delà de ces 10 millions de voyageurs annuels. La place manque en surface et... en volume.

La troisième dimension

Il ne faut pas oublier que la construction d'une piste nouvelle, impliquant une augmentation de trafic, doit s'accompagner d'une extension correspondante des aires de manœuvre et de stationnement pour les appareils (il faut 3/4 d'hectare par avion), des ateliers d'entretien et de révision, de nombreuses installations annexes, des parkings pour les voitures (4 000 places à Orly), etc.

A cette « tache d'huile » en surface correspond une « dilatation » en volume plus impressionnante encore, car un aéroport travaille dans les trois dimensions. Laissons parler M. Pierre D. Cot, Directeur Général de l'Aéroport de Paris : « Le volume aérien nécessaire est formé non seulement d'une sorte de cylindre centré sur l'aéroport, mais aussi des volumes qui s'y rattachent et qui constituent l'enveloppe de toutes les trajectoires susceptibles d'être suivies par un aéronef lorsqu'il se prépare à atterrir ou lorsqu'il décolle. Les trajectoires correspondant à l'atterrissement comportent notamment des circuits d'attente qui permettent de différer le moment où l'aéronef se dirigera vers la piste, soit que d'autres aéronefs se soient présentés avant lui, soit que, pour une raison quelconque — défaut de visibilité ou accident technique — la piste ne soit pas immédiatement accessible. Un aéronef ne pouvant pas être stoppé en un point fixe, il attend en décrivant des circuits « en hippodrome ».

Bien que l'on empile les uns au-dessus des autres (à intervalles de 300 mètres), ces « hippodromes » (qui sont balisés par des systèmes radioélectriques et surveillés au radar), l'expérience a prouvé qu'il fallait disposer non pas d'un seul, mais de deux de ces dispositifs d'attente pour une piste à grand trafic.

On imagine facilement l'énorme volume qui doit ainsi être réservé à un grand aéroport.

La nécessité d'éviter toute interférence entre les volumes aériens de deux aéroports complique encore les choses. Orly, précisément, se trouve « coincé » entre l'agglomération parisienne, dont le survol est interdit, et le volume réservé au Centre d'Essais en Vol de Brétigny.

De même, l'extension éventuelle de l'aéroport du Bourget se trouve limitée, au sud par Paris, au nord par l'aérodrome militaire de Creil. Il n'est donc pas possible de doubler la piste principale au Bourget, dont la capacité annuelle ne pourra, de ce fait, dépasser 5 millions de

voyageurs (elle n'est encore actuellement que de 2,5 millions).

En exploitant au mieux les possibilités offertes par les sites d'Orly et du Bourget, l'Aéroport de Paris atteindrait donc une capacité annuelle maximum de 15 millions de passagers.

Nécessité d'un nouvel aéroport parisien

Or, les prévisions ont établi que le trafic aérien de la région parisienne atteindra ce chiffre au plus tard en 1979 et peut-être dès 1972. La progression continuant, on prévoit bien avant l'an 2 000, 30 millions de voyageurs aériens. Une conclusion s'impose : il faut construire un nouvel aéroport parisien qui puisse entrer en service vers 1972-1975...

Et il n'y a pas de temps à perdre — pour trois raisons. D'abord parce que les immenses terrains nécessaires à l'implantation d'un aéroport à l'échelle du trafic de l'an 2 000 devraient être réservés avant qu'ils ne soient atteints par l'extension croissante des zones d'habitation entourant la capitale. Ensuite parce qu'il faut compter une dizaine d'années pour l'étude et la construction d'un grand aéroport. Enfin parce qu'Orly ne pourra peut-être pas s'accommoder des servitudes — encore mal connues — des avions supersoniques qui entreront sans doute en service dans quelques années : certains seront trop lourds pour les pistes et vraisemblablement trop bruyants pour pouvoir être acceptées sur cet aéroport environné d'un grand nombre d'habitations. Puisque, de toutes façons, il fallait construire un nouvel aéroport, autant faire en sorte qu'il puisse accueillir les supersoniques dès leur apparition (vers 1972).

Après de longs pourparlers entre le Ministère de la Construction, le Ministère des Travaux Publics, le District et l'Aéroport de Paris, celui-ci se voyait autorisé en janvier 1964, à entreprendre la création d'un nouvel aéroport destiné à remplacer celui du Bourget. La disparition de ce dernier libérera un millier d'hectares qui feront la joie des urbanistes. Le projet initial d'un 3^e aéroport avait, on le voit, évolué de façon à satisfaire chacune des parties intéressées.

Pour le nouvel aéroport, « Paris-Nord », dont la capacité devra pouvoir atteindre dans une trentaine d'années 20 millions de voyageurs par an (quatre fois plus que le Bourget), un site idéal a été trouvé à une dizaine de kilomètres au nord-est du Bourget. Idéal par ses dimensions (3 000 hectares) et sa configuration,

par le fait qu'il s'agit de terrains agricoles (une seule ferme devra être détruite), par son emplacement (à 22 km seulement de la capitale), ce site bénéficiera de liaisons rapides et souples avec l'agglomération parisienne. L'aéroport sera en effet desservi par l'autoroute du Nord (qui passera sous la piste Est-Ouest de « Paris-Nord », comme la N. 7 à Orly) et par la prolongation du Réseau Express Régional, raccordé au réseau du métro, et qui permettra de gagner rapidement n'importe quel point de la capitale.

Les éléments du choix

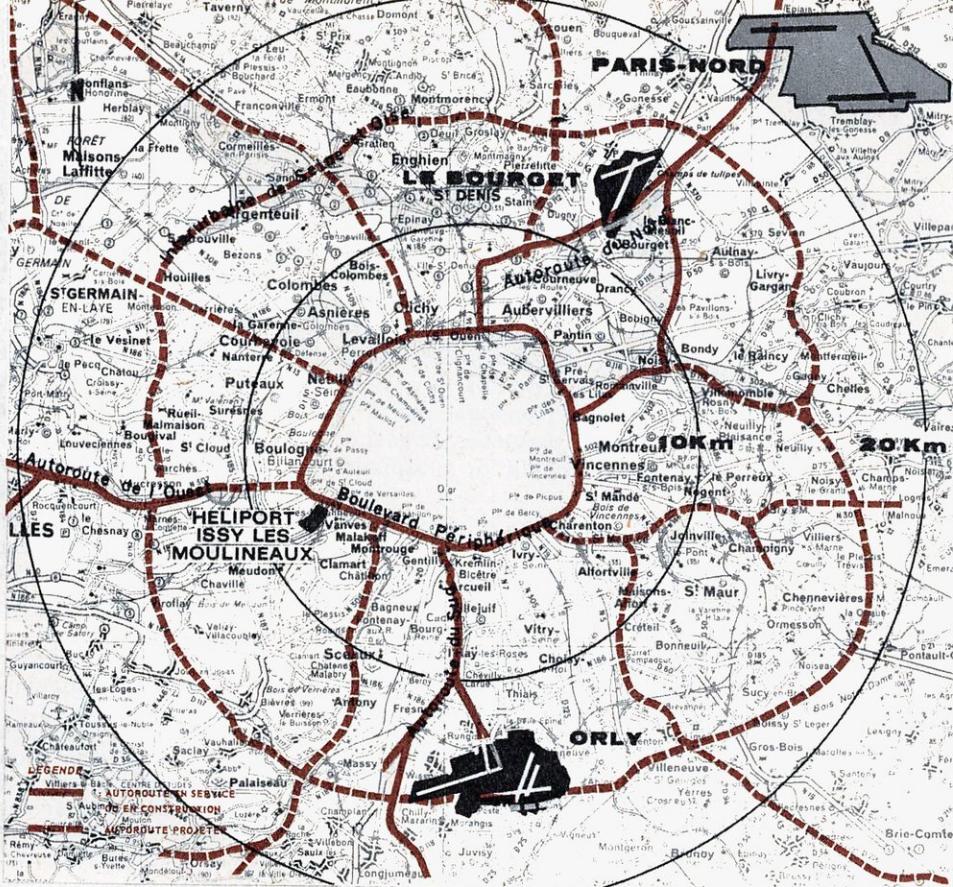
Si l'emplacement choisi pour le nouvel aéroport parisien semble excellent, il ne s'est pourtant pas imposé d'emblée. D'autres furent en effet envisagés, notamment dans la région de Dourdan, à une soixantaine de kilomètres de Paris : mais un tel éloignement eût impliqué un supplément de dépenses très important et une perte de temps considérable pour les voyageurs, à une époque où l'on se donne tant de mal pour mettre en service des avions de plus en plus rapides.

Une autre solution, encore moins classique, fut envisagée : la création d'un aéroport pour appareils supersoniques qui aurait desservi l'Europe entière. Il eût été situé à une distance comprise entre 100 et 200 km de Paris, dans une région où le bruit n'aurait posé aucun problème (la Champagne par exemple). De là, des appareils subsoniques auraient effectué la « ventilation » des voyageurs vers les grandes villes européennes. Mais il apparut bientôt que ce système, qui eût nécessité d'ailleurs un accord international, présentait plus d'inconvénients que d'avantages : l'exploitation des avions de correspondance serait d'autant moins rentable qu'ils ne pourraient pratiquement assurer que ce service-là ; cette correspondance

La zone d'implantation d'un grand aéroport englobe de nombreuses installations annexes pour entretien, réparations, services divers. A Orly, en particulier, dont l'accès principal de Paris se fait par une bretelle de l'Autoroute du Sud, les aires réservées pour le parking des voitures s'étendent sur une surface considérable.



Sur cette carte sont représentées les plates-formes aéronautiques — existantes ou en projet — de la région parisienne. A moins de 15 km du centre de Paris, Orly et Le Bourget sont particulièrement bien situés. Paris-Nord sera à 22 km de la capitale sur l'autoroute du Nord. L'héliport d'Issy-les-Moulineaux est à 6 km de Notre-Dame, à quelques centaines de mètres du métropolitain. C'est un atout remarquable pour 1970 où le trafic sur courtes distances pourrait être assuré par hélicoptères ou avions à décollage court.



ferait perdre une partie trop importante du temps que l'utilisation d'avions supersoniques aurait permis de gagner, et finalement cet aéroport n'eût pas soulagé suffisamment ceux d'Orly et du Bourget : il aurait de toutes façons fallu en construire un autre à proximité de Paris...

Ces deux exemples illustrent le problème majeur posé par l'implantation des grands aéroports.

Dans la mesure où le choix est possible (il ne l'est plus pour New York), doit-on construire les nouveaux aéroports le plus près ou le plus loin possible des villes ?

Si on envisage de les construire à proximité des grands centres, on se heurte aux exigences légitimes de l'urbanisme. Il ne faut pas se leurrer : les avions, parce qu'ils seront de plus en plus puissants, auront des moteurs bruyants (même compte tenu des progrès techniques), et le développement du trafic risque d'aggraver la situation.

Loin des villes, dans des régions pratiquement inhabitées, le problème du bruit ne se pose plus; mais éloigner l'aéroport de la ville qu'il dessert, c'est faire perdre aux voyageurs une partie du temps que l'avion leur permet de gagner, perte de temps dont l'importance relative est d'autant plus grande que l'avion est plus rapide ou le voyage plus court.

Comment réduire la durée des parcours au sol ?

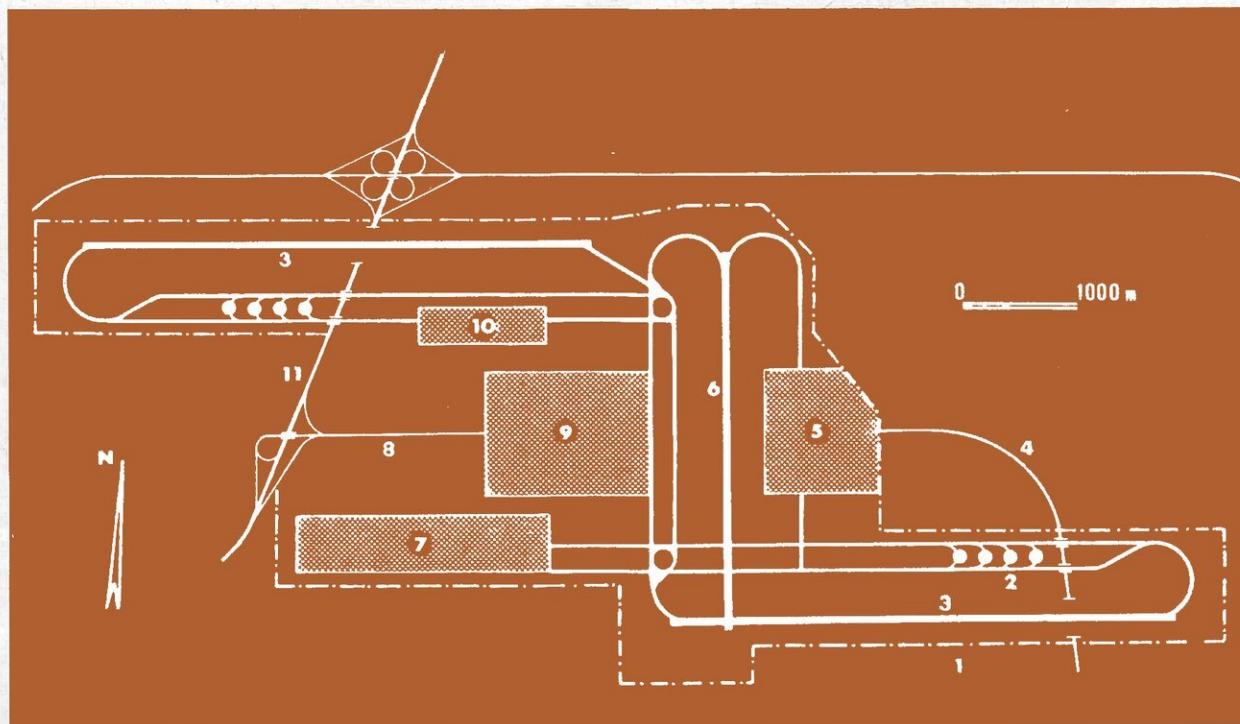
Même lorsque l'on dispose d'un aéroport peu éloigné de la ville qu'il dessert — comme c'est le cas d'Orly pour Paris — il est anormal de perdre plus de temps à gagner cet aéroport qu'on n'en passera en avion s'il s'agit d'un vol court, par exemple Paris-Londres.

Il est désolant de penser que le gain de temps permis par la mise en service de nouveaux appareils ne s'accompagne jamais daucun progrès, ni dans les « délais terminaux » (enregistrement des bagages, formalités de police et de douane, temps mort précédent l'embarquement, etc.), ni dans les moyens de transport assurant la liaison entre les aéroports et les villes qu'ils desservent.

Dans ce dernier domaine, quelles solutions pourraient être envisagées ?

L'utilisation de l'hélicoptère, à partir de points judicieusement choisis au cœur de la ville ? Diverses raisons font encore écarter, dans l'état actuel des choses, cette possibilité, limitée d'ailleurs à des trafics faibles.

L'avion à décollage court ? Là aussi, le problème du bruit paraît rédhibitoire... On suit néanmoins avec beaucoup de sympathie et d'intérêt, à l'Aéroport de Paris, les efforts de Breguet dans ce domaine parce que ce type



d'appareil facilitera l'accroissement du trafic à courtes distances sans poser de problèmes de construction de pistes et pourra peut-être un jour être utilisé pour des liaisons rapides de correspondance entre « Paris-Nord » et Orly.

Restent le rail et la route...

La route est le plus employé et d'ailleurs le plus souple des moyens de liaison. L'autoroute du Sud dessert Orly dans des conditions de rapidité très satisfaisantes. L'inconvénient, bien sûr, est qu'il faut parvenir à se dégager des embarras urbains. Mais il s'agit là d'un problème d'urbanisme qui n'est du ressort ni des compagnies ni des aéroports...

La voie ferrée ? On y avait songé pour Orly : des rames express auraient relié l'aéroport à la gare d'Orsay à Paris. Mais la construction de cette ligne impliquait des investissements énormes (20 milliards de francs anciens) et d'autant moins rentables que plus de 50 % des voyageurs viennent à l'aéroport en voiture. En 1964, par exemple, cette ligne n'aurait donc transporté que deux millions de voyageurs.

En revanche, un métro express régional qui ne serait nullement réservé aux clients des compagnies aériennes apparaît comme une solution très intéressante au problème des liaisons ville-aéroport, dans la mesure où elle permettrait de tabler sur une durée de parcours

Ce dessin n'est qu'un avant-projet de Paris-Nord et l'aéroport définitif sera certainement différent dans le détail. Cependant les grandes lignes de l'implantation subsisteront avec deux pistes principales orientées Est-Ouest et une piste auxiliaire orientée Nord-Sud. Afin de dégager le volume aérien de la base de Creil, cette troisième piste sera probablement disposée obliquement du Sud-Est au Nord-Ouest au lieu de se trouver perpendiculaire aux deux autres. 1, limite d'implantation ; 2, plate-forme pour décollage vertical ; 3, pistes principales de 4 500 m ; 4, bretelle ferroviaire ; 5, aérogare de fret ; 6, piste auxiliaire de 3 500 m ; 7, zone industrielle ; 8, bretelle venant de l'Autoroute du Nord ; 9, aérogare principale ; 10, installations militaires ; 11, Autoroute du Nord.

définie une fois pour toutes, sans surprises. C'est d'ailleurs cette solution qui est retenue, concurremment avec l'autoroute, pour la desserte du futur « Paris-Nord ».

A l'étranger, les problèmes sont semblables et les voyageurs aériens connaissent les mêmes difficultés... terrestres, souvent aggravées par l'importance des distances qui séparent l'aéroport de la ville qu'il dessert et par l'absence d'autoroutes.

Dans ce domaine, le progrès se heurte à un



La surveillance continue des routes aériennes est assurée par des Centres de Contrôle équipés de radars à longue portée. Ci-dessus le radar de la station de contrôle de Lyon-Satolas. L'équipement d'une telle station comprend généralement un système de deux émetteurs-récepteurs. L'utilisation d'antennes de grandes dimensions (12 m d'envergure) et de caractéristiques poussées permet d'obtenir une portée maximale. Ceci permet d'assurer une couverture continue de l'espace aérien indépendamment de la vitesse des avions.

AÉROPORTS

autre progrès : celui de la démocratisation de l'automobile... Comme l'implantation idéale des aéroports se heurte aux impératifs de l'urbanisme.

Transports inter-cités

Dans l'état actuel de la technique, seul l'hélicoptère peut supprimer presque complètement les délais au sol. Certes, plusieurs expériences ont été faites qui, toutes, se traduisent par un déficit d'exploitation, mais il est juste de préciser que les machines utilisées sont encore mal adaptées au rôle qu'on leur fait jouer.

Jusqu'ici, les hélicoptères étaient de capacité trop réduite et leur vitesse de croisière insuffisante. Leur équipement réduit interdisait le vol « tous temps » ou le vol de nuit. Enfin, la présence d'une source de puissance unique aggravait les limitations de charge payante pour sauvegarder la sécurité. Reprenons ces points un à un.

En ce qui concerne la capacité, les machines les plus récentes peuvent emporter une trentaine de passagers dans d'excellentes conditions de confort. Mais on annonce des chiffres très supérieurs pour certains projets.

Pour ce qui est des performances, de substantiels progrès ont été accomplis ces dernières années et d'autres sont prévisibles. Déjà, les types les plus récents croisent à 300 km/h.

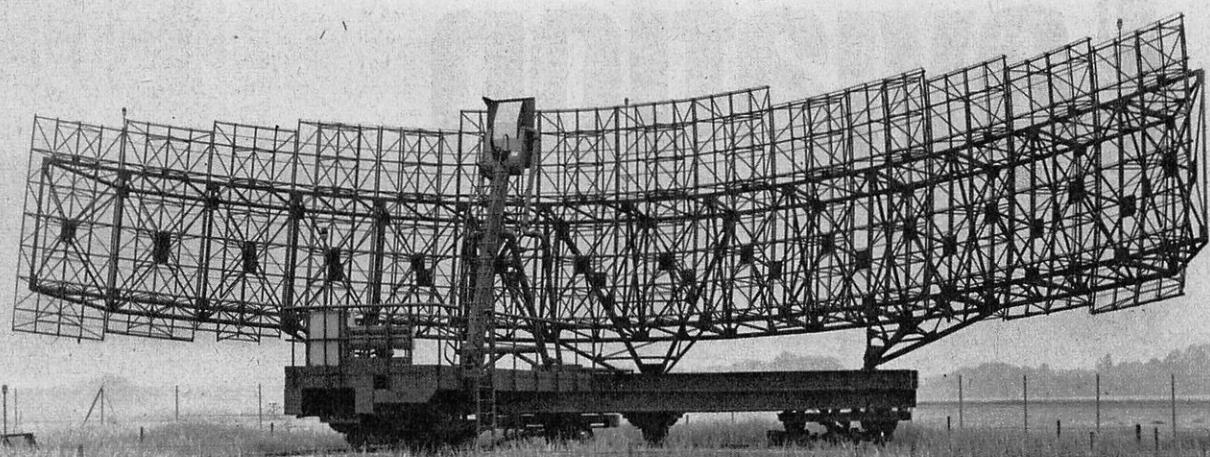
Des équipements de vol « tous temps » existent maintenant pour les appareils militaires et, s'il est encore un peu tôt pour en doter les appareils civils, leur homologation, dès qu'une expérience suffisante aura été accumulée, ne fait pas de doute.

Enfin, la sécurité, améliorée par la présence de deux turbines sur certaines machines, est désormais assurée par la juxtaposition de trois turbines ; il n'est plus nécessaire, dans ces conditions, de réduire la charge utile.

On peut donc penser que l'exploitation rentable et régulière d'hélicoptères civils ne sera plus une vue de l'esprit d'ici quelques années. Déjà, le triturbine français Super Frelon est un premier pas.

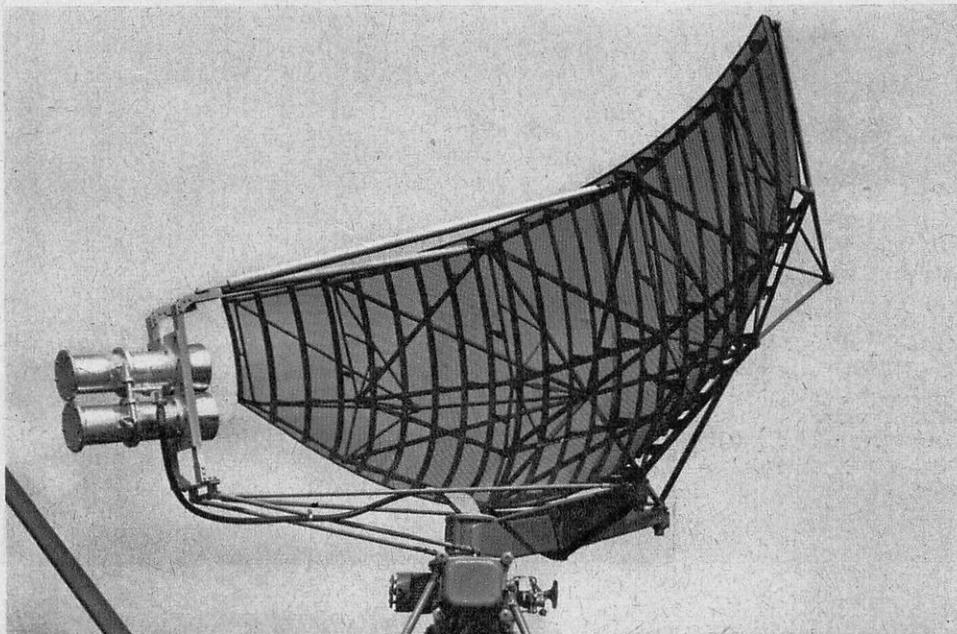
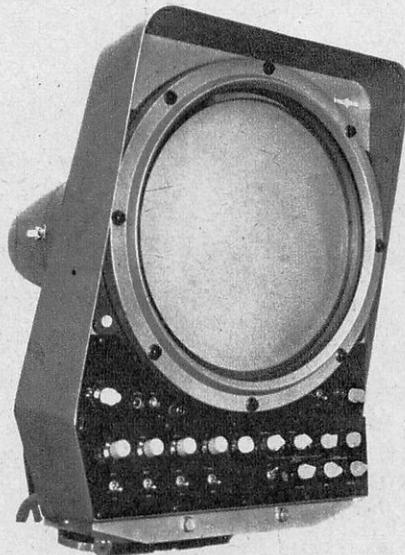
Reste à savoir si, le moment venu, des plates-formes urbaines suffisantes seront encore disponibles pour recevoir les hélicoptères réguliers. C'est aux urbanistes de tenir compte de l'évolution probable des transports aériens sur courtes distances. S'ils n'y prennent garde et suppriment toutes possibilités d'utiliser demain aussi bien les hélicoptères que les avions à décollage court, les grandes cités seront vouées à l'asphyxie.

Paul NOROIT

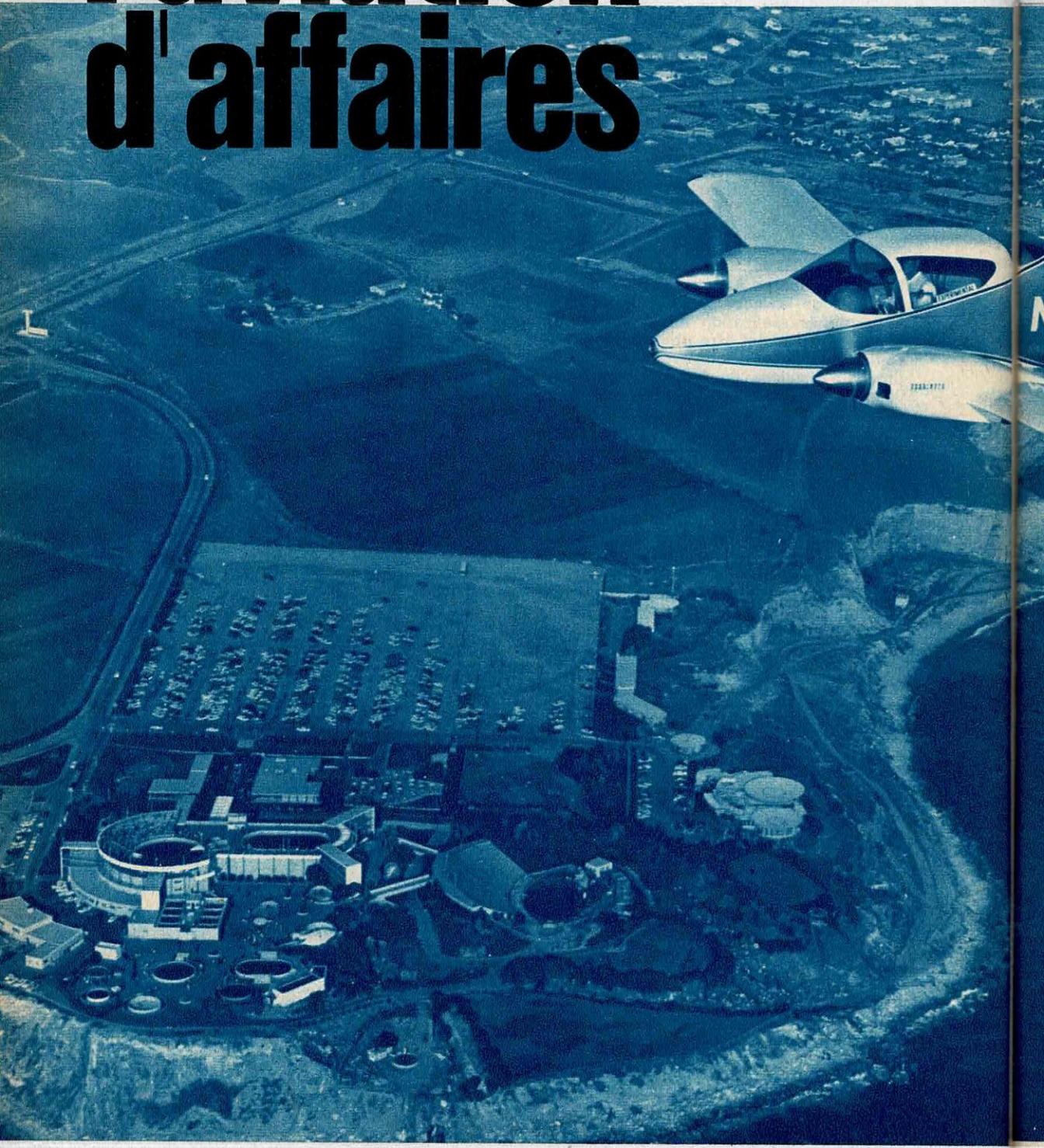


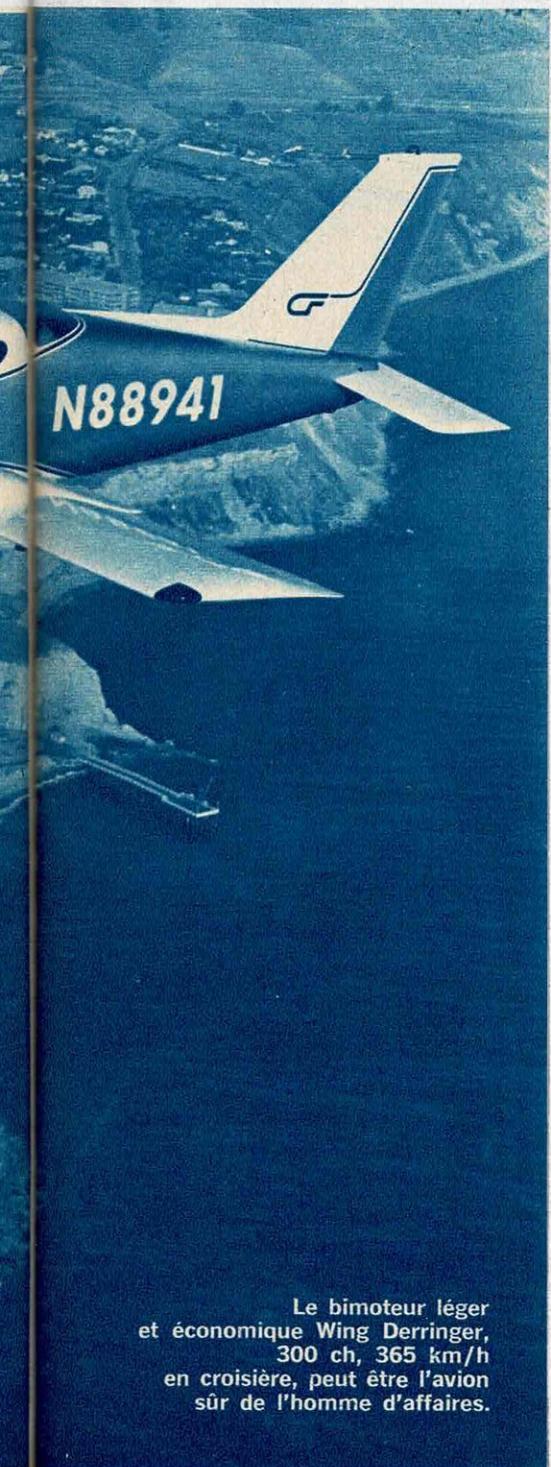
Le radar « Conrad » met en œuvre la technique originale de la « compression d'impulsion ». Il a permis la réalisation de stations à grande portée qui peuvent être utilisées pour la poursuite des satellites et qui, avec le développement prochain d'avions de transport supersoniques volant à très haute altitude, tels que Concorde, trouveront un large champ d'applications dans le contrôle de la circulation aérienne.

Dans les zones de trafic à forte densité, la couverture radar assurée par les Centres de Contrôle de Trafic Aérien (ATC, page ci-contre) est complétée par un radar d'aérodrome. La station radar proprement dite (antenne, ci-dessous, émetteurs, récepteurs) est généralement installée à quelque distance du centre d'exploitation où, suivant l'importance du trafic, se trouvent deux à huit indicateurs panoramiques (à droite) reliés à une même centrale de distribution. Ce radar est pourvu de dispositifs pour l'élimination des échos fournis par le sol ou les constructions environnantes.



l'aviation d'affaires





Le bimoteur léger et économique Wing Derringer, 300 ch, 365 km/h en croisière, peut être l'avion sûr de l'homme d'affaires.

Le temps n'est plus où, lorsqu'on évoquait l'avion d'affaires, on soulevait le scepticisme général. C'est avec le plus grand sérieux qu'il faut envisager aujourd'hui ce nouveau chapitre de l'histoire des moyens de locomotion, chapitre jusqu'à présent tout juste ébauché de ce côté de l'Atlantique.

Grands patrons et cadres supérieurs ne réussissent à assurer la prospérité de leurs sociétés qu'au prix de cinquante, soixante, soixante-dix heures de labeur intensif par semaine. Or, du fait de la tendance croissante à la décentralisation de nombreuses entreprises et de l'extension des affaires à l'échelle européenne, ces hommes surmenés doivent effectuer de plus en plus fréquemment des voyages qui entament dangereusement leur capital-temps et, du même coup, leur capital-santé.

Un avion prêt à les emmener n'importe où, n'importe quand, à 250 ou 350 km/h de moyenne, peut leur permettre de gagner dix, vingt heures par semaine. Dix ou vingt heures qu'ils pourront employer à des tâches productives ou à un repos indispensable. Le bénéfice qu'ils en tireront dépassera largement, dans bien des cas, le prix d'achat et les frais d'entretien d'un avion d'affaires.

Si quelques centaines d'Européens seulement se sont laissés convaincre par cette argumentation, c'est que la plupart n'ont pas vu évoluer l'aviation : ils en sont restés aux exploits de Guynemer, de Mermoz, de Lindbergh, qui ont émerveillé leur jeunesse plus encore que les aventures spatiales des colonels Glenn et des Gagarine n'impressionnent aujourd'hui leurs fils. De ce fait, l'avion privé demeure à leurs yeux un engin casse-cou en même temps qu'un signe extérieur de richesse.

En réalité, l'avion léger est aujourd'hui beaucoup moins dangereux que l'automobile et son prix de revient au kilomètre-passager demeure dans bien des cas comparable à celui d'une DS 19. Si bien que l'avion d'affaires est aujourd'hui à l'automobile ce que celle-ci était à la voiture à chevaux à l'aurore de ce siècle : en 1900, on dénombrait en France 2 897 propriétaires de voitures à pétrole. Ce n'étaient pas tous des sportsmen, des amateurs de sensations fortes ; beaucoup étaient simplement des industriels ou des médecins avisés, qui se moquaient bien des ricanements que suscitaient leur passage...

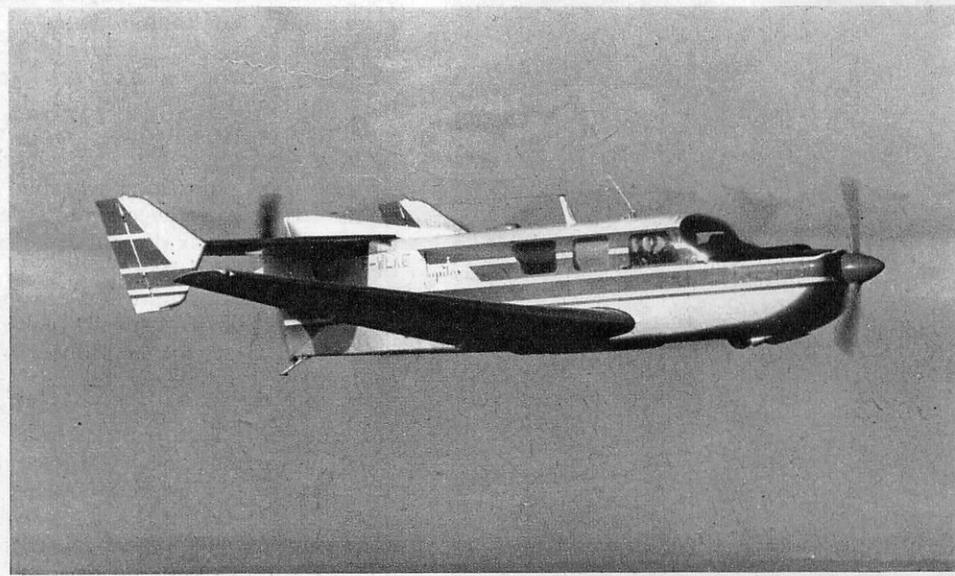
L'Amérique, alors, n'était pas à la pointe du progrès comme la France, qui avait découvert et lancé l'automobile. Aujourd'hui, la situation

AVIATION D'AFFAIRES

Par l'adaptation de turbines Astazou de 450 ch à la cellule du Beech Baron, Sud-Aviation produit le Marquis : 6 personnes transportées à 415 km/h sur près de 2 000 km.



Grâce à ses deux moteurs disposés aux extrémités du fuselage, le 360 Jupiter allie la sécurité et la facilité de pilotage sans que ses performances soient en rien pénalisées.



est radicalement inversée : 90 000 avions légers volent aux U.S.A., dont 24 % appartiennent à des clubs, tandis que l'on n'en compte que 4 150 en France, dont 70 % sont des appareils d'aéro-clubs.

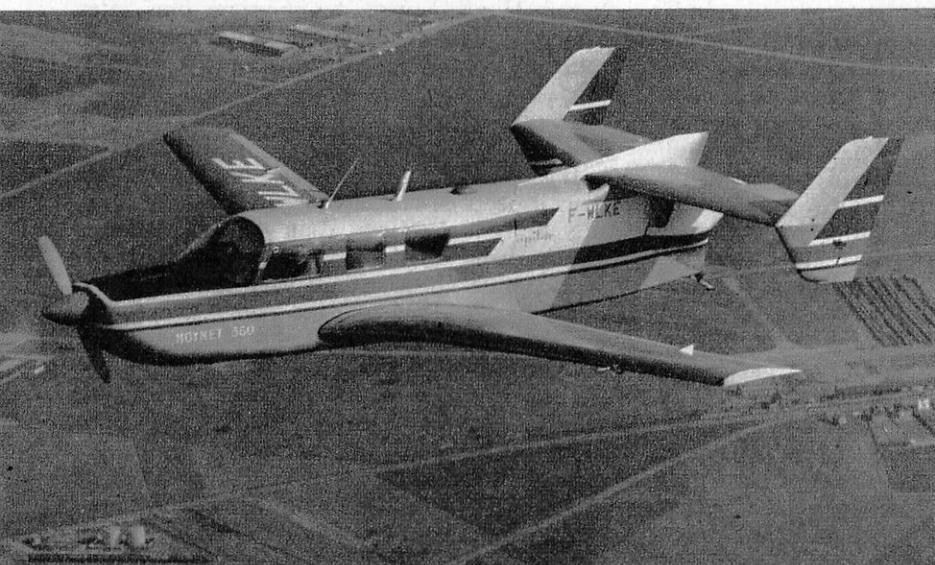
Ces pourcentages sont significatifs autant que les chiffres eux-mêmes, car les avions d'aéro-clubs voyagent peu : ils font, si l'on peut dire, du manège.

N'importe où, n'importe quand...

Bien que bénéficiant d'un réseau de lignes commerciales intérieures beaucoup plus dense que celui dont nous disposons de ce côté de

l'Atlantique, les Américains, moins traditionnalistes et plus réalistes que les Européens, sont nombreux à avoir déjà mis dans leur jeu ce nouvel atout. L'avion d'affaires est le seul moyen de locomotion individuel qui soit adapté aux exigences et au rythme sans cesse croissant des affaires.

L'automobile a la souplesse et la commodité d'emploi de l'avion individuel ; mais elle est fatigante au-delà de deux ou trois cents kilomètres, insuffisamment rapide pour les longs trajets — surtout s'il faut franchir la Manche ou les Alpes ! — et, ce qui n'est pas à négliger, elle fait courir à ceux qui l'utilisent de façon intensive des risques indéniables.



Premier bimoteur d'affaires français, le Moynet 360 Jupiter, développé à l'origine par Matra, doit être construit en série par Sud-Aviation en version six places.

Les chemins de fer ? Ils ne vont pas partout, les plus rapides ne s'arrêtent que dans les grandes agglomérations et, pour les voyages dont Paris n'est pas le point de départ ou d'arrivée, que de temps perdu en détours et correspondances !...

Quant aux lignes aériennes commerciales, leur densité est encore très insuffisante à l'intérieur de nos frontières et leurs horaires manquent de souplesse. Comme l'a souligné M. de Levis-Mirepoix, Président Directeur Général de Fenwick-Aviation, « la ligne aérienne n'est mise en service que lorsqu'on est assuré d'un minimum de remplissage : c'est un moyen de transport qui suit l'expansion mais qui ne la précède pas ».

Seul l'avion léger est vraiment apte à vous emmener rapidement n'importe où, n'importe quand.

On l'a bien compris notamment chez Moët et Chandon, installé à Épernay. Le directeur financier, devant se rendre presque chaque semaine à Londres, se levait ce jour-là à quatre heures, empruntait tour à tour train, taxi et avion (d'Orly à Londres) à l'aller, puis le soir, au retour. Il se couchait à minuit, épuisé et sa journée du lendemain n'était guère productive ! Depuis que la société a acheté un bimoteur Beechcraft « Queen Air », il suffit qu'il se lève à 7 heures pour décoller à 9 heures de l'aérodrome d'Épernay ou de Reims (éloigné de 30 km, mais équipé I.F.R., c'est-à-dire permettant les atterrissages de nuit et par mauvaise visibilité) ; une heure trente plus tard, il est à Londres, d'où il redécolle à 18 heures, ce qui lui permet d'être de retour chez lui à 20 heures. Il économise donc sept heures à chaque voyage.

Il y a quelques mois, le relèvement des taux de douane frappant les produits importés en Grande-Bretagne provoque une réunion immédiate de l'état-major de Moët et Chandon, qui décide de se rendre à Londres sur-le-champ. Il y est effectivement deux heures plus tard, grâce au Beechcraft. L'affaire réglée, on peut regagner Reims à 18 h 30, puis, après avoir pris d'autres membres de la direction et... des sandwiches, on s'envole pour Rome où l'on atterrit un peu avant minuit. Le lendemain matin, le Beech emmène une partie du brain-trust en Suisse, regagne Rome dans l'après-midi, y charge ceux qui y étaient restés, et ramène tout le monde à Reims dans la soirée ! En guère plus de trente-six heures, des contacts de la plus grande importance ont pu être pris dans trois pays d'Europe par les responsables d'un société installée dans une petite ville de province relativement excentrique. Grâce à « leur » avion, ils ont économisé beaucoup de temps et de fatigue, et le succès de leur intervention a été assuré par sa rapidité même.

Le Beechcraft de la société assume un autre genre de mission : il va chercher à Orly, à leur descente d'un Boeing en provenance de New York ou d'ailleurs, pour les emmener directement à Épernay, les gros clients qui arrivent ainsi contents, favorablement impressionnés, détendus, à l'heure des discussions sérieuses.

L'exemple de Moët et Chandon est loin d'être unique. Plusieurs centaines d'avions légers sont utilisés en France pour les déplacements d'affaires, par des sociétés telles que Berliet, Michelin, Peugeot, Bic, Ricard, Alsthom, Schneider, les Chantiers de l'Atlantique,

AVIATION D'AFFAIRES

les Laboratoires Toraude, etc., par de grands journaux, par des particuliers comme Gilbert Bécaud ou ce chef de cuisine de Lyon, à qui il faut ainsi le minimum de temps pour aller exercer ses talents n'importe où en France ou même en Europe.

On a vu également naître des sociétés de « taxis » aériens qui effectuent des vols à la demande (prix moyen pour un avion 4 places : 200 F l'heure) : France-Aviation à Nantes, Air-Centre à Nevers, Air-Alsace à Colmar, Air-Dauphiné à Grenoble, Air-Alpes à Courchevel, etc. Fenwick-Aviation a créé un service analogue à Toussus-le-Noble, et loue également des monomoteurs sans pilote.

Si l'on veut se rendre à l'étranger avec son propre avion, ou un avion de louage, le passage des frontières présente-t-il des difficultés particulières ? Non, il faut simplement partir d'un terrain douanier, ou effectuer une brève escale sur l'un de ces terrains et accomplir la même formalité dans le pays où l'on se rend. Ce problème est d'ailleurs l'un de ceux qu'étudie actuellement le C.E.P.E.S.A. (Centre d'Études Politiques, Économiques et Sociales de l'Aéronautique et de l'Astronautique) dans

le but de promouvoir des solutions plus aptes à faciliter l'essor de l'aviation d'affaires et de tourisme.

Affaires et tourisme

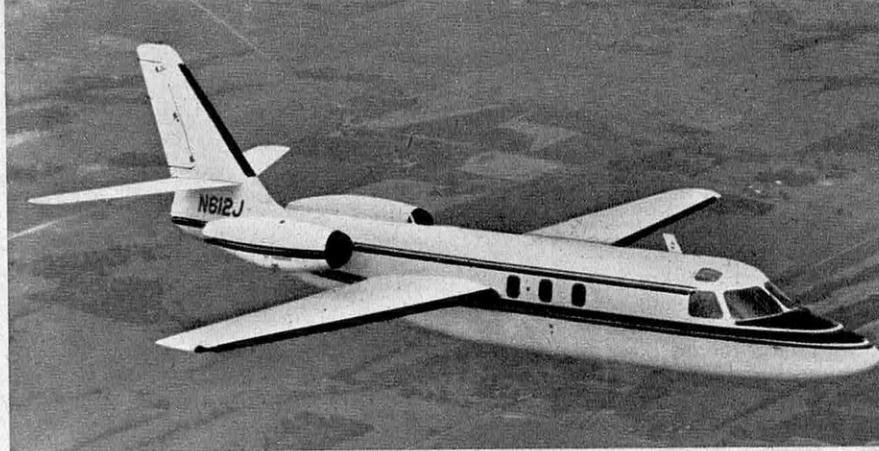
Il est difficile de dissocier totalement ces deux aspects de l'aviation légère, car bon nombre de propriétaires d'un avion d'affaires s'en servent également pour le tourisme — tout comme un cadre, un VRP ou un artisan qui a besoin d'une voiture pour ses activités professionnelles utilise cette même voiture pour les week-ends et les vacances.

C'est pourquoi M. Pierre Girault, Secrétaire Général du C.E.P.E.S.A. et directeur technique de la Fédération Nationale Aéronautique, préfère le terme d'avion « de voyage », par opposition à ceux qui ont une vocation purement distractive et sportive et tournent toujours autour du même aéroport (les avions de clubs par exemple).

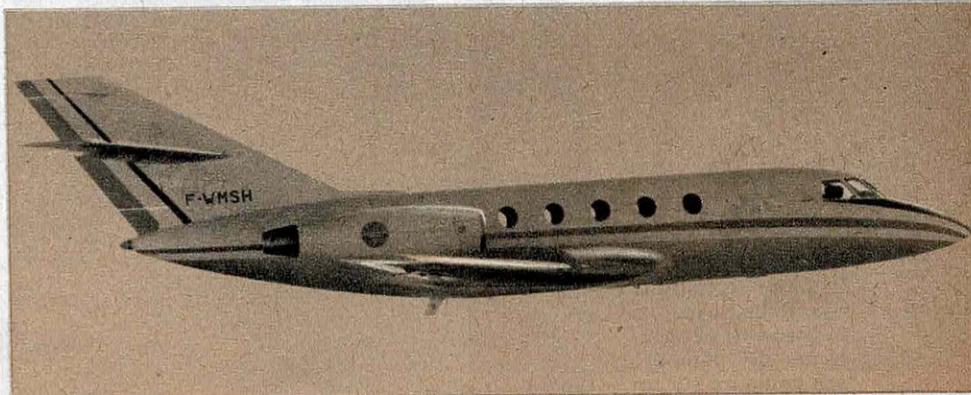
Les chiffres justifient ce point de vue : 30 % des 750 avions de voyage actuellement en service en France sont utilisés à plus de 75 % pour les affaires, 37 % à plus de 50 %.



Le Jet Commander équipée de deux turboréacteurs de 1 300 kg de poussée, transportant 8 passagers à 645 km/h sur 2 000 km, premier biréacteur d'affaires américain construit en série.



Le Mystère 20, construit en série par Dassault et Sud-Aviation, est commercialisé par les Pan American Airways sous le nom de Falcon J et plus de 40 exemplaires ont déjà été vendus.



Plus justifiée est la distinction entre les avions légers qui sont équipés pour voler par tous les temps et ceux qui ne le sont pas.

Les premiers sont presque tous des bimoteurs : d'abord parce que l'équipement IFR (Instrument Flight Rules : vol aux instruments) pèse assez lourd pour que l'on n'envisage pas de gaîté de cœur de le monter sur un monomoteur ; ensuite parce que le dégivrage — indispensable à un avion « tous-temps » — n'est prévu que sur très peu de monomoteurs.

Du bas en haut de l'échelle des avions de voyage, on trouve donc : des avions monomoteurs VFR (Visual Flight Rules : vol à vue) qui ne permettent de voler que 200 à 250 jours par an (selon la région) et seulement de jour ; quelques monomoteurs IFR dont le coefficient de régularité est plus élevé, et enfin des bimoteurs IFR, dégivrés, qui peuvent voler de nuit comme de jour avec une régularité de 95 %.

Piloter soi-même ?

Les moyens financiers des utilisateurs conditionnent bien entendu le choix d'un appareil. S'ils sont relativement modestes, ce choix se portera sur un monomoteur français (beaucoup sont en bois entoilé et d'un prix peu élevé).

Piloté par son propriétaire, un tel appareil ne coûte, tous frais compris, que de 40 à

Deux moteurs de 180 ch, 5 passagers, 315 km/h en croisière sur 1 800 km, tel est le Beechcraft D-95 Travel Air, type même du bimoteur économique de grande diffusion aux Etats-Unis.



Avec le Beagle 206, équipé de deux moteurs Continental de 310 ch construits par Rolls-Royce, la Grande-Bretagne tente de défendre ses couleurs sur un marché devenu extrêmement disputé.



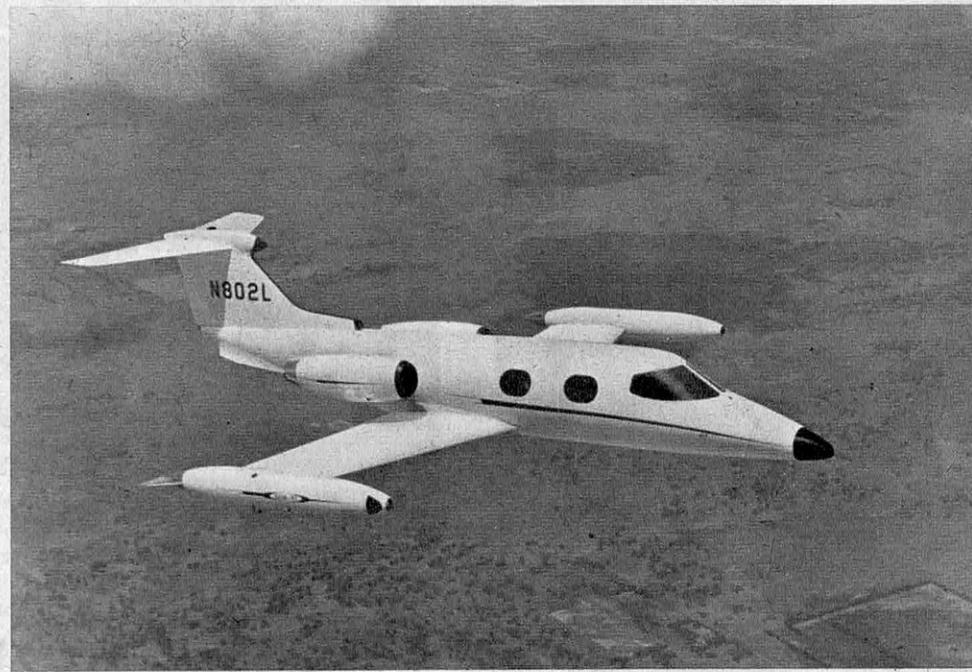
Beechcraft n'a pas encore franchi l'étape de la réaction pure. Il s'est contenté d'adapter des turbopropulseurs PT-6 à son Queen Air et de le pressuriser pour créer le modèle King-Air.



L'adaptation de deux turbopropulseurs à la cellule de l'Aero Grand Commander pressurisé a donné le Turbo-Commander pour cinq à dix passagers; vitesse de croisière: 460 km/h.



Constructeur bien connu d'équipements aéronautiques et partisan de l'aviation d'affaires à réaction, William Lear a créé le Learjet dont plus de cent exemplaires ont été commandés.



50 centimes au kilomètre pour une utilisation d'environ 200 heures par an, soit guère plus qu'une bonne voiture et moins qu'une voiture de luxe ou de sport.

Avec un bimoteur IFR, sensiblement plus coûteux à l'achat et piloté par un pilote professionnel, le prix de revient du kilomètre-avion se situe entre 1,30 et 2 F pour une utilisation de 500 heures par an.

S'offrir un pilote professionnel est évidemment assez onéreux — il faut compter environ 50 000 F par an, charges sociales comprises — mais c'est presque indispensable si l'on veut pouvoir voler par tous les temps (1).

En effet, autant il est facile d'obtenir le BPP (Brevet de Pilote Privé), autant il est difficile d'acquérir la qualification IFR : le programme théorique est le même pour les pilotes privés que pour les professionnels — en France tout au moins. Il n'en va pas de même à l'étranger et Fenwick-Aviation (distributeur en France des avions Cessna et Aero Commander) a ouvert, en octobre dernier, à Guyancourt, une école de pilotage avec cours pour le passage de la licence américaine de pilotage IFR privé. De même, il existe une autre école à Gap-Tallard, où l'on

peut passer la licence IFR suisse ou américaine. Par le jeu des accords internationaux, on est obligé d'accorder l'autorisation de voler en IFR aux Français qui possèdent l'une de ces licences.

La difficulté est-elle ainsi tournée pour les propriétaires qui veulent piloter eux-mêmes leur bimoteur « tous-temps » ? Oui et non. En fait oui. Mais le passage de ce brevet, même américain, n'est pas des plus faciles : il exige qu'on suive des cours du soir, trois fois par semaine, pendant environ trois mois, puis qu'on effectue un minimum de 30 heures de vol en double-commande, dont cinq heures de vol de nuit (le prix forfaitaire de ces cours théoriques et pratiques est de 5 000 F). Si Fenwick-Aviation a créé cette école, superbement outillée (link-trainer, utilisation de tous les moyens audio-visuels américains, récepteurs branchés sur l'écoute d'Orly, procédure en Français et en Anglais, quatre appareils-école équipés en IFR), c'est parce que 80 % de ses clients ont envie de piloter — même s'ils ne se sont décidés qu'après avoir effectué une sérieuse étude de rentabilité de l'appareil.

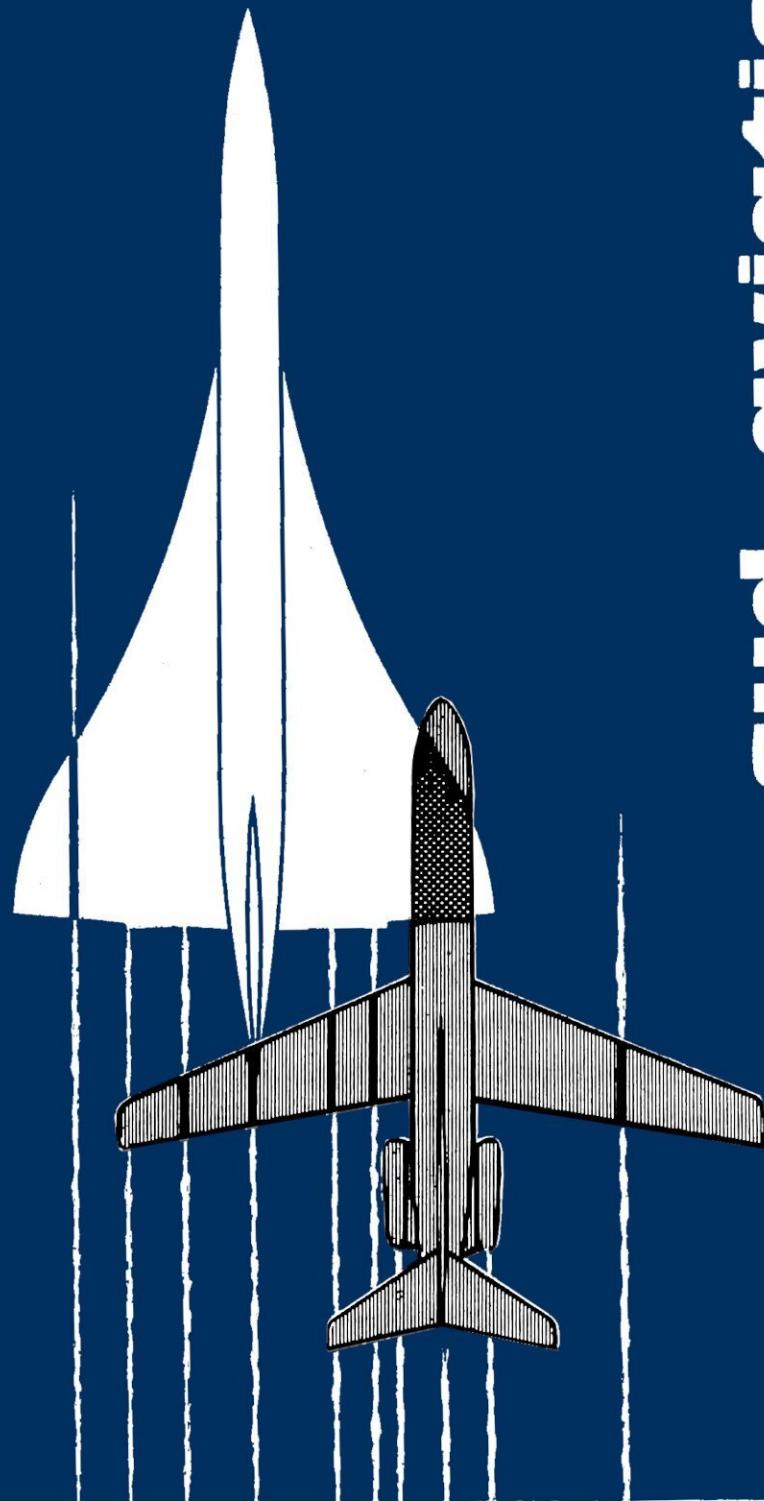
Mais il ne suffit pas d'avoir obtenu cette fameuse licence IFR, il faut encore la renouveler tous les ans, et justifier d'un certain nombre d'heures de vol IFR accomplies dans l'année... Faute de quoi elle vous est retirée.

Voilà pourquoi les sociétés qui achètent des bimoteurs « tous-temps », plus rapides, plus confortables et que ne bloquent pas au sol

(1) Il existe une solution intermédiaire intéressante qui consiste à louer, chaque fois que les conditions météo sont trop douteuses, les services d'un pilote professionnel. Fenwick-Aviation notamment, en France, dispose d'un « pool » de pilotes expérimentés suffisant pour faire face à des demandes de ce genre.

sud aviation

37, Bd de Montmorency - PARIS 16^e - 224.84.00



la nuit ou le brouillard, font presque toutes appel à un pilote professionnel. Ce problème ne se pose pas de la même façon aux U.S.A., où les règlements autorisent à voler de nuit en monomoteur VFR, si bien que, si l'on y compte 90 000 pilotes privés, 6 % seulement des avions d'affaires sont des bimoteurs !

Cette question d'IFR mise à part, M. Girault voudrait que les Français comprennent qu'il n'est plus nécessaire d'être un héros pour passer son brevet de pilote... et s'en servir aussi souvent que l'on en a envie.

La Fédération Nationale Aéronautique, qui groupe en douze unions régionales l'ensemble des 400 aéro-clubs français, étudie d'ailleurs actuellement une réforme de l'enseignement donné aux élèves-pilotes : il n'est plus suffisant d'apprendre à piloter, il faut également apprendre à naviguer.

Grâce aux 40 émetteurs « VOR » (système de guidage basé sur des ondes à haute fréquence) qui fonctionnent actuellement en France et dont le nombre s'accroît d'année en année, il n'est pas bien difficile de « trouver son chemin » en plein ciel : un petit calcul de géométrie élémentaire permet de déterminer sur la carte l'angle que fait la direction dans laquelle on doit voler avec une de ces « routes magnétiques ». Après quoi il suffit de diriger l'appareil de telle sorte que, sur un cadran, deux aiguilles coïncident. Précisons que l'équipement VOR d'un avion coûte de 5 000 à 6 000 F. Il est intéressant de noter enfin que la Fédération, constatant l'évolution de la clientèle des aéro-clubs, va créer de nouvelles écoles de pilotage afin que les candidats au « BE » et au « BPP » ne soient pas rebutés par des pertes de temps. Les jeunes, qui constituaient jusqu'ici l'essentiel de la clientèle des aéro-clubs (le gouvernement leur accorde des primes intéressantes) pouvaient s'en accommoder ; mais elles sont incompatibles avec les obligations professionnelles de la « nouvelle vague » d'élèves-pilotes : les hommes de 30 à 40 ans.

350 points d'atterrissement en France... et même davantage !

L'avion léger permet-il vraiment de se rendre partout où l'on veut ? C'est-à-dire d'atterrir où l'on veut ? Presque. Il n'y a pratiquement pas de ville de quelque importance qui ne bénéficie d'un aérodrome dans un rayon inférieur à 40 km. On dénombre, en France, une cinquantaine de grands aéroports (Bordeaux, Lyon, Marseille, Rennes, Vichy, etc.) dont une trentaine équipés IFR et ouverts jour et nuit, les autres étant balisés la nuit, (mais pas IFR), 185 terrains secondaires dont la piste mesure au moins 800 m et 80 terrains plus modestes dont la piste est inférieure à

800 m. Le plus souvent un aéro-club est installé sur ces terrains secondaires qui appartiennent à l'État. Le CEPESA, soucieux de remplacer les problèmes que pose l'aviation de voyage dans un cadre économique, se propose d'inciter les collectivités locales à apporter leur concours à la gestion de ces aérodromes. Les crédits alloués par l'État sont, en effet, trop limités pour donner à cette infrastructure le développement nécessaire. Si ce développement conditionne dans une importante mesure l'essor de l'aviation de tourisme et d'affaires, en revanche, l'accroissement constant des



L'Hélio Stallion à turbopropulseur PT-6 met le décollage ultra-court (en quelque 125 m) à la portée de l'homme d'affaires fortuné : dix places, 330 km/h en croisière sur 1 100 km.



La version 1965 du Piper Aztec, dite Model C, comporte de nouveaux perfectionnements aérodynamiques qui se traduisent par des performances améliorées (335 km/h en croisière).

AVIATION D'AFFAIRES

mouvements aériens sur un aérodrome bien équipé, accueillant, où serait fait une intelligente propagande touristique et hôtelière, donnerait un coup de fouet à l'économie de toute la région. Il y a trop de petits terrains sur lesquels on ne trouve encore ni poste d'essence, ni téléphone.

Certaines sociétés ont bien compris l'importance de ce marché tout neuf : sur un coup de téléphone, « Hertz » envoie une voiture à l'aéroport où vous devez atterrir, afin que vous puissiez, si besoin est,achever votre voyage sans aucune perte de temps.

Il existe aussi en France plus de trente terrains militaires sur lesquels les avions privés peuvent atterrir sous certaines conditions.

Signe de l'évolution de l'aviation d'affaires : on assiste de plus en plus à la création de petits terrains privés à côté des usines installées en province : pour les cadres de la société, l'avion est ainsi à leur porte...

Cela n'implique pas de gros frais, car la plupart des avions légers n'ont pas besoin d'une piste en dur.

L'embarras du choix

Il est difficile, dans le cadre de cet article, de donner les spécifications de tous les appareils de tourisme et d'affaires offerts sur le

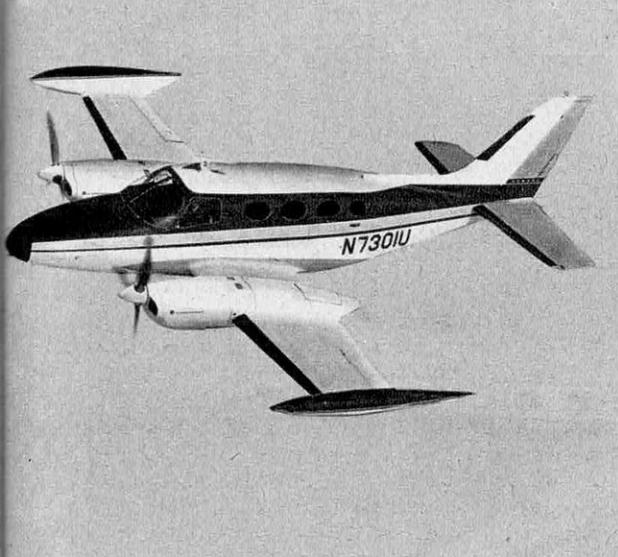
marché : on en compte au moins une trentaine de fabrication européenne et autant made in U.S.A.

En France, les avions légers américains sont ceux qui concurrencent le plus les appareils de construction française. Ces derniers, nous l'avons vu, sont pour la plupart des monomoteurs de deux à quatre places, d'une puissance de 250 chevaux qui leur assure une vitesse de croisière de 160 à 300 km/h, et d'une autonomie de 1100 à 1200 km. Mais la « classe au-dessus » est également offerte par l'industrie française. Citons le bimoteur Moynet 360 Jupiter (2 moteurs de 200 ch, 4 à 6 places, 330 km/h) et la série des appareils équipés d'un (SIPA Antilope), de deux (Marquis : 2 × 450 ch, 450 km/h) ou même de quatre turbopropulseurs Turboméca comme le Potez 842, qui mérite d'être placé tout en haut de l'échelle avec sa cabine de 8 à 24 places, sa puissance de 2 400 ch, sa vitesse de 500 km/h, et son autonomie de 3 000 km.

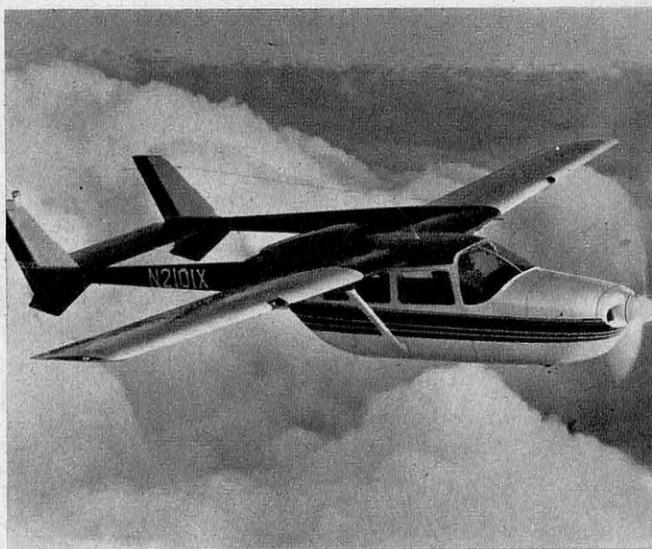
Dans l'ensemble, les avions américains sont plus évolués, plus confortables. Entièrement métalliques, offrant toujours au moins quatre places et souvent six ou huit, ils ont derrière eux un marché véritable. Le revers de la médaille est leur prix, grevé, bien entendu, par les droits de douane. On peut néanmoins s'offrir un Cessna 172 (le monomoteur quadriplace



Le Beechcraft Model 18 est en production continue depuis plus de 25 ans, ce qui constitue un record. Pacific Airmotive lui a donné une nouvelle jeunesse en l'équipant de turbopropulseurs, d'un train tricycle et d'un nouvel empennage.



La gamme des productions Cessna est la plus importante du monde. On n'y compte pas moins de cinq bimoteurs, dont le 336 Super Skymaster à aile haute, à droite, dont une des hélices est propulsive, et le 411 pressurisé, ci-dessus, qui doit recevoir des turbopropulseurs.



le plus vendu dans le monde) pour 80 000 F... seulement. Avec cet appareil, quatre personnes (plus, éventuellement, deux enfants) peuvent accomplir 950 km sans escale, en 4 h 30 de vol, en brûlant moins de 150 litres d'essence. Avec une voiture très rapide d'un prix un peu inférieur (Aston-Martin, Jaguar, Maserati), tout à fait voisin (Ferrari) ou... supérieur (Bentley, Rolls-Royce, certaines Ferrari), on consommera vraisemblablement un peu plus, en allant, au mieux, deux fois moins vite... et sans pouvoir toujours emmener quatre personnes et deux enfants. En outre, on sera beaucoup plus fatigué à l'arrivée et l'on aura couru des risques beaucoup plus grands !

Car il est beaucoup plus facile de piloter un avion qu'une voiture de sport sur les routes encombrées d'aujourd'hui. De toutes façons, il est prouvé que les risques d'accident dans un avion léger sont beaucoup moins importants que dans une voiture, même de puissance modeste. D'abord parce que le sérieux des fabrications aéronautiques exclut pratiquement tout risque de panne (selon les statistiques, on détermine qu'on ne risque une panne que toutes les 9 millions d'heures de vol!). Ensuite parce que, même sans moteur, ces avions atterrissent dans une prairie sans « casser du bois ». Il n'est pas sans intérêt de préciser que le Cessna 172, pour conserver le même exemple, décolle en 265 m, atterrit en 160 m (il ne pèse, à vide, que 570 kg) et a prouvé sa robustesse au cours d'un vol ininterrompu de près de 65 jours : 1550 heures de vol sans toucher le sol !

A l'autre bout de la gamme Cessna, le bimo-

teur 320 Skyknight (capable de franchir le Mont-Blanc sur un seul moteur) vole à 400 km/h avec six passagers, et atterrit, selon sa charge, sur une distance de 180 à 225 m. En vitesse économique (275 km/h) l'autonomie de cet appareil atteint 2 340 km.

Les prix des monomoteurs américains s'échelonnent entre 80 000 et 250 000 F. Ceux des bimoteurs équipés IFR sont sensiblement plus élevés : de 600 000 à 1 200 000 F. Mais leur confort est merveilleux, leurs performances sont remarquables (400 km/h) et leur régularité, avec un pilote breveté IFR, atteint, nous l'avons dit, 95 %.

Quant au prix de revient kilométrique, il s'établit, nous l'avons vu, entre 40 et 50 centimes au kilomètre pour un monomoteur.

Reprendons l'exemple du Cessna 172, mais équipé « affaires » (avec instruments de pilotage sans visibilité, radio, radio-compas, et VOR), ce qui porte son prix d'achat à 113 000 F environ. Si l'on tient compte des dépenses d'entretien, de l'assurance responsabilité civile (900 F par an), du garage (1 800 F par an), de la dépréciation (qui est de 10 % par an), du carburant et de l'huile, on arrive à un prix global du kilomètre-avion de 60 centimes, soit 15 centimes le km-passager (pour une utilisation de 200 heures par an).

Avec un bimoteur Aero Commander 500 B, (2 x 290 ch, 360 km/h, 2 000 km d'autonomie 7/8 places, 39 litres d'essence aux 100 km) dont le prix d'achat, avec équipement tous-temps, est de 741 000 F, le prix global du km-avion s'élève, pour une utilisation de 500 h par an, à 1,15 F (soit 0,17 F le km-passager)



sans pilote et à 1,45 F le km-avion (0,20 F le km-passager) si l'on rémunère un pilote à longueur d'année. Ces prix, sensiblement moins élevés qu'on ne l'imaginera, ont été calculés en fonction d'une utilisation moyenne. Ils peuvent se trouver augmentés ou diminués selon que le nombre d'heures de vol effectuées dans l'année est inférieur ou supérieur à celui que nous avons envisagé pour chacun de ces appareils. C'est au futur utilisateur de faire ses comptes avant de faire son choix...

De toutes façons, l'entretien d'un avion d'affaires entre dans les frais généraux d'une société et son prix d'achat peut être amorti en trois ans.

Le prochain Salon de l'Aviation fournira à un certain nombre de grands patrons l'occasion d'effectuer un tour d'horizon complet des appareils en vente sur le marché français. Mais ils pourront aussi attendre le Salon International d'Aviation Légère et d'Affaires qui se tient une année sur deux, depuis 1962, à Cannes (le prochain en mai/juin 1966), ou encore aller visiter le Salon de l'Avion de seconde main ; celui-ci est organisé désormais chaque année à Toussus-le-Noble (en Seine-et-Oise) au printemps et en automne.

Réparations, revente et occasion

Acheter un avion de seconde main, ce n'est pas, comme lorsque l'on fait l'acquisition d'une voiture d'occasion, courir le risque de maints déboires.

Un planning très précis des révisions est

déterminé pour chaque type d'appareil par les constructeurs et, en France, le Bureau Véritas contrôle de façon très stricte l'entretien de tous les avions. Cela est d'autant plus facile que la durée de chaque vol doit être inscrite, dès l'atterrissage, sur le carnet de bord. C'est en grande partie grâce à cette sévérité, au caractère systématique de la prévention, que les accidents sont si rares en aviation.

Le système après-vente de Fenwick-Aviation, par exemple, est parfaitement bien organisé. Les stations-service installées sur de nombreux aérodromes possèdent la documentation sur tous les types d'avions et sont à même d'effectuer les opérations courantes d'entretien périodiques. Pour les révisions qui ont lieu toutes les cent heures, les révisions générales (toutes les mille heures) et les grandes visites (toutes les trois mille heures), Fenwick-Aviation a installé à Toussus-le-Noble la station-service aviation la plus importante et la mieux équipée d'Europe : ses ateliers spécialisés pour les cellules, les moteurs, les accessoires et l'équipement-radio bénéficient d'un matériel ultra-moderne et d'un stock très important de pièces détachées. Tous les types d'avions de tourisme et d'affaires équipés de moteurs Lycoming et Continental de 65 à 500 ch peuvent y être révisés et réparés dans les meilleures conditions et avec une rapidité très satisfaisante. Ces ateliers sont agréés par les services de contrôle français (Véritas), anglais (ARB) et américain (FAA).

Un appareil de deux ou trois ans révisé dans une station de ce type (il en existe en

► Avec deux turbopropulseurs Dart de 2 200 ch, le Grumman Gulfstream est le plus puissant bimoteur d'affaires américain. Il transporte 10 à 14 passagers à 560 km/h sur 3 000 km.

Le Mooney Mark 22 Mustang est le seul monomoteur du monde possédant une cabine pressurisée. Ceci lui permet de voler en croisière à des altitudes supérieures à 8 000 mètres.



Allemagne, en Angleterre, en Italie, en Suisse...) est véritablement comme neuf.

Si l'essor de l'aviation d'affaires se trouve freiné par un certain nombre de problèmes psychologiques (pour certains, l'avion demeure un engin casse-cou, pour d'autres, il est un signe extérieur de richesse trop voyant), il n'empêche que l'avion léger s'impose de plus en plus comme « machine à produire du temps » auprès des industriels et des chefs d'entreprises dynamiques, à qui il confère une sorte de don d'ubiquité. 750 avions privés « de voyage » ont effectué 50 000 heures de vol en 1964 : cinq fois plus qu'en 1961. De tels chiffres sont éloquents.

Certes, il y a encore beaucoup à faire : amélioration de l'infrastructure, assouplissement de certaines réglementations (problème de la qualification IFR privée), adaptation aux problèmes des voyages aériens de l'enseignement donné aux élèves-pilotes, etc. Mais l'ère des pionniers est maintenant dépassée et les responsables des organisations intéressées sont décidés à aller hardiment de l'avant.

Remarquable instrument de travail à l'échelle de l'Europe moderne, l'avion d'affaires a bien d'autres rôles à jouer car, avion de week-end ou de vacances, il est aussi un passionnant instrument de loisirs.

Jean FONDIN



Conçu initialement comme appareil d'entraînement militaire, le biréacteur North American Sabreliner est maintenant offert à la clientèle civile comme avion d'affaires.

Sports aériens



EN 1964, 3 527 avions légers d'école, de tourisme et de sport ont effectué, en France, 441 433 heures de vol; 3 464 brevets élémentaires et 2 726 brevets de pilote privé ont été délivrés par l'Aéro-Club de France. De leur côté, les planeurs, un millier en tout, ont totalisé 112 837 heures de vol, sanctionnées par l'attribution de 1 246 brevets « C » (le premier degré), 323 insignes d'argent, 37 insignes d'or et 2 insignes de diamant. Enfin, les amateurs de parachutisme ont effectué 102 422 sauts, qui ont permis d'accorder 1 251 brevets du 1^{er} degré et 411 brevets du 2^e degré.

Ces chiffres donnent une idée de l'activité des sports aériens dans notre pays. Ils paraissent à première vue peu élevés; seuls, pourtant, les U.S.A. et l'U.R.S.S. peuvent en aligner de plus impressionnantes. Quant au niveau technique de l'enseignement et à la qualité des performances accomplies, la France rend des points



**Le saut en
parachute et
la voltige aérienne
(en page de
gauche, le
Jurca M.J. 5 Sirocco)
sont deux formes
de sport
développant
sang-froid et adresse
auxquelles viennent
de toujours plus
nombreux jeunes
de toutes les
classes sociales.**



au monde entier. En Italie ces sports demeurent trop assujettis au bon vouloir des militaires; en Grande-Bretagne règne une absence d'organisation voisine de l'anarchie; en Allemagne le nombre d'accidents est inquiétant.

Sans doute le développement des sports aériens est-il, ici comme ailleurs, freiné par les dépenses assez élevées qu'ils impliquent. Pourtant l'État se montre d'une générosité exceptionnelle : subventions accordées aux aéro-clubs pour l'achat de nouveaux appareils (près de 5 500 000 F en 1964) et pour la détaxation de l'essence, dont le prix se trouve ramené à environ 0,40 F le litre (3 786 F de subventions en 1964); primes accordées aux jeunes de moins de 21 ans qui passent un brevet (703 000 F en 1964); bourses données aux instructeurs; subventions aux aéro-clubs et aux associations pratiquant l'aéromodélisme; aide à l'aménagement et à l'entretien des aérodromes (4 353 000 F en 1964), etc.

Pourtant l'essor du vol à voile, du vol à moteur, du tourisme aérien ne se poursuit, depuis la dernière guerre, qu'à un rythme assez lent (6 % par an) et rien ne laisse espérer une amélioration dans la décennie à venir. Il faudra sans doute plus de 15 ans ayant que le parc aérien actuel se trouve doublé.

Il faut reconnaître que la pratique des sports aériens exige non seulement des sacrifices financiers mais aussi de grandes disponibilités de temps : les terrains d'aviation sont moins nombreux que les terrains de football (bien que l'on compte, en France, 400 aéro-clubs) et souvent plus éloignés que la rivière, le lac ou la plage. En outre, les sports aéronautiques exigent une formation théorique importante, inconnue dans tout autre sport.

Vol à voile

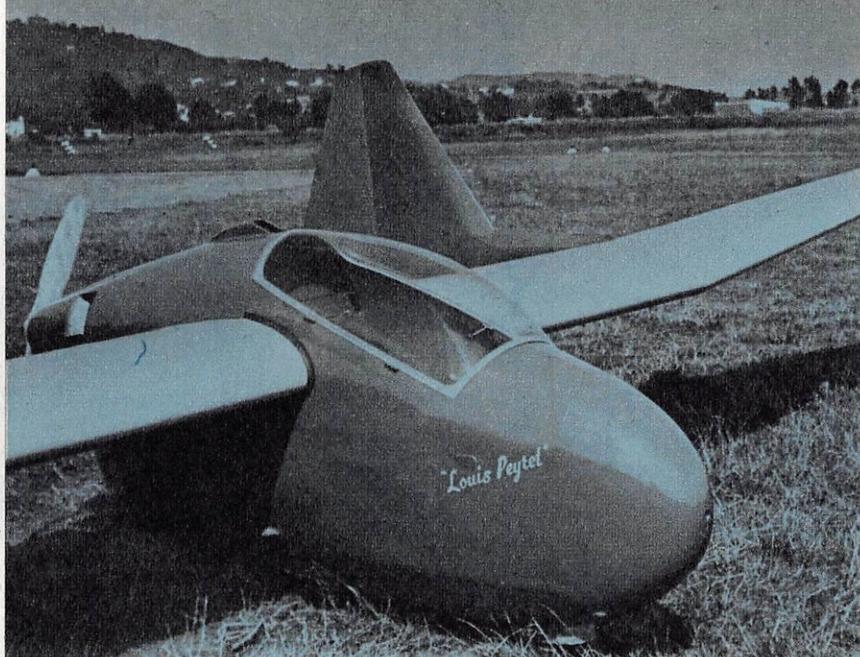
Le vol à voile attire une importante proportion de jeunes : les moins de 21 ans ont effectué au cours de l'an dernier 35 939 heures de vol et les plus de 21 ans 42 548 (sans compter l'activité des sections militaires et des Centres nationaux). Sept cents brevets « C » ont été délivrés aux premiers et 546 aux seconds.

Mais plus de la moitié des 700 brevets décernés à des moins de 21 ans l'a été à l'issue des « Camps aéronautiques nationaux » organisés sous le contrôle du S.F.A. (1) pendant

(1) Service de la Formation Aérienne, qui dépend du Secrétariat Général à l'Aviation Civile (Ministère des Travaux Publics et des Transports) 155, rue de la Croix-Nivert, Paris XV^e.

Le Siren Edelweiss, planeur monoplace de hautes performances, peut, par temps calme, planer sur une longueur équivalant à plus de 36 fois son altitude au départ.

Le motoplaneur Fauvel résout le problème du vol à voile en solitaire, son moteur permettant de décoller et, éventuellement, retourner au terrain.



les vacances par une trentaine d'aéro-clubs ou de centres inter-clubs avec la participation financière du Ministère de l'Éducation Nationale. La création de ces centres remonte à 1961 et l'an dernier 426 jeunes de 16 à 21 ans ont ainsi pu s'initier, durant un stage de trente-cinq jours, au pilotage des planeurs (386 brevets « C »), des avions (373 brevets élémentaires de pilote privé avion — le « B.E.P.P. » — et 17 brevets de pilote privé avion — le « B.P.P. »). Le coût du stage est de 750 F, logement, repas et visites culturelles compris.

Sport passionnant et subtil — il exige de ses adeptes qu'ils sachent observer et réfléchir —, le vol à voile n'est d'ailleurs pas très coûteux. Les tarifs varient d'un centre à l'autre, mais on peut dire qu'une dépense de 200 F par mois permet d'intéressantes activités vélivoles.

Pour les moins de 21 ans (on peut pratiquer le vol à voile à partir de 16 ans), les primes accordées par le S.F.A. réduisent encore sensiblement les frais. La proximité des pays montagneux rend certes possibles de meilleures performances, mais il faut savoir que les jeunes de la région parisienne bénéficient de deux centres créés spécialement à leur intention, l'un à Beynes, au sud-ouest de la capitale, l'autre au Plessis-Belleville, au nord-est. Ils peuvent y passer le « brevet élémentaire des sports aériens », le brevet « C » de vol à voile et les brevets « D » d'altitude, de durée et de distance. Cent soixante et un élèves ont profité de ces facilités en 1964.

Les pilotes qui souhaitent se perfectionner sérieusement dans l'art du vol à voile peuvent utiliser leurs vacances pour suivre un stage de quatre semaines dans l'un des deux Centres nationaux spécialisés dans ce sport : celui de



Le Centre-Est DR-200 est un quadriplace économique prévu pour un moteur Potez 125 ch de très faible consommation en croisière.



Dérivé du précédent, le DR-250 reçoit un Lycoming 40 ch lui donnant une vitesse de 240 km/h sur 1 000 km avec 4 passagers.



Construit par la Société Aéronautique Normande, le Jodel D-140 C Mousquetaire à moteur de 180 ch, quadriplace volant à 240 km/h.



Premier avion léger français construit à échelle vraiment industrielle, le Morane Rallye existe maintenant en version Commodore 180 ch.

la Montagne Noire (à 50 km de Toulouse et à 3 km de la station estivale de Saint-Ferréol) qui forme également des instructeurs et des pilotes remorqueurs, et celui de Saint-Auban-sur-Durance (à 100 km de Marseille) où la grande variété des conditions de relief et de climat permet l'enseignement complet du vol à voile en montagne, la préparation aux épreuves des certificats de performances et le perfectionnement des instructeurs. A noter qu'à Saint-Auban la durée des stages n'est pas de quatre semaines : elle varie de 17 jours (en juillet et août) à 24 jours (juin, novembre).

Dans ces deux centres, des stages sont organisés neuf ou dix mois sur douze. Le prix de pension est de 9 F par jour (tout compris). Quant au tarif de l'heure de vol, il est pour les stagiaires membres d'un aéro-club de 15 F sur planeur monoplace et de 20 F sur un biplace ; mais s'ils effectuent un stage complet, un forfait fort avantageux de 196 F leur est consenti. Enfin, des tarifs réduits sont accordés aux moins de 21 ans (et même aux étudiants de moins de 25 ans) : 6 F de l'heure de vol sur planeur monoplace, 8 F sur biplace, ou forfait de 80 F.

L'initiation au vol à moteur

On s'imagine souvent que piloter un avion léger est une chose extraordinaire. Rien n'est plus faux et les 15 000 pilotes en activité en France vous diront combien il est plus facile de piloter un avion dans l'azur qu'une voiture dans le « pot-au-noir » des cités et des départs en week-end. La preuve ? On peut obtenir le B.E.P.P. à partir de 17 ans. Il faut pour cela, d'une part, passer un examen oral au cours du





Le planeur Bölkow Phoebus, dont la structure monocoque est faite entièrement de sandwich balsa et fibre de verre, pèse quelque 350 kg.



Avec son super IV, Wassmer offre un quadriplace moderne et économique ; il croise à 265 km/h avec 4 passagers sur 1 700 km.

L'avion-planeur Alpavia RF-3 à moteur Volkswagen 39 ch associe les avantages sportifs et économiques du planeur à l'autonomie de l'avion.

Véritable Ferrari de l'air, l'Aviomilano F 250 est un triplace métallique de grande finesse, avion de voyage idéal croisant à 350 km/h avec un Lycoming 250 ch.



quel on fera la preuve de certaines connaissances théoriques de base (inspection de l'appareil avant le décollage, mise en route, point fixe, conduite de l'avion au sol, règles élémentaires de la circulation aérienne). D'autre part, lorsqu'on totalise un minimum de 15 heures de vol (y compris celles passées en double commande) réparties sur au moins vingt journées, et trente atterrissages seul à bord, on doit effectuer un vol de contrôle avec un examinateur en guise de passager, puis deux vols en solo au cours desquels on doit exécuter successivement cinq virages en forme de « huit » sur une base de 1 km environ, à une altitude de 150 à 200 m, suivis d'un atterrissage de précision.

Non, rien de tout cela n'est bien difficile et, le B.E.P. en poche, vous aurez hâte de passer le « brevet » et la « licence de pilote

privé », qui vous permettront de vous promener à votre gré en avion, avec ou sans passager — à condition bien entendu qu'il ne s'agisse pas d'un avion exploité commercialement. Le passage du B.P.P. implique un minimum de 40 heures de pilotage, dont 10 seul à bord, et des connaissances sur la théorie du vol, la météorologie, la navigation et la réglementation aériennes. Après quoi, il reste à satisfaire à un contrôle d'habileté en vol et effectuer, seul à bord, un voyage de 300 km avec atterrissage sur quatre aérodromes différents.

Qu'en coûte-t-il ? D'un aéro-club à l'autre, selon les types d'appareils utilisés, le prix de l'heure de vol varie de 40 à 100 F. Là encore, bien entendu, des primes importantes sont accordées aux moins de 21 ans : 1 113 de ceux-ci ont obtenu en 1964 le « B.E. » (dont 373,

SPORTS AÉRIENS

nous l'avons vu, à l'issue d'un stage dans un Camp aéronautique national), et 493 le « B.P.P. ».

Lorsqu'un pilote privé a acquis une certaine expérience et totalise un minimum de 100 heures de vol, il peut, s'il le désire, effectuer un stage de perfectionnement au Centre national de Carcassonne, puis, toujours à Carcassonne, un autre stage spécial pour acquérir l'autorisation de « voltige 1^{er} degré », enfin un troisième stage pour obtenir l'autorisation de « voltige 2^e degré ». La durée de ces stages est de 26 jours.

Des stages dits « d'initiation à la radio-navigation » sont également organisés à Carcassonne (durée : 12 jours). Comme dans tous les Centres nationaux, les étrangers sont admis, à condition de parler le français.

Le prix de l'heure de vol est calculé par rapport à la puissance du moteur et au temps de vol. Ceci donne 0,35 F/ch/h pour les membres d'un aéro-club, mais d'importantes réductions de tarif sont consenties aux moins de 21 ans, comme dans les Centres nationaux de vol à voile. Le prix de la pension complète est également de 9 F par jour.

A Challes-les-Eaux fonctionne également un Centre national de vol à moteur, mais qui se consacre à la formation et au perfectionnement des instructeurs de pilotes privés d'avion —



Le Sicile Record de Centre Est, descendant perfectionné du Jodel, volant à 235 km/h.

ce que vous pouvez d'ailleurs devenir, à titre bénévole. C'est une excellente façon de voler... sans bourse délier, tout en rendant d'appréciables services.

Vers une rénovation du tourisme par l'aviation

Les routes sont de plus en plus encombrées et la construction des autoroutes ne progresse pas à un rythme suffisant, de sorte que la voiture, bien que ses performances ne cessent



Marcel Jurca a proposé son monoplace de voltige Tempête. Doté d'un moteur de 65 ch, il exécute presque toutes les figures de la voltige aérienne. Sa construction est simple et ne demande qu'un équipement minimum.

Il existe peu d'avions de tourisme amphibies, tel le Lake ci-contre, car la présence d'un atterrisseur alourdit la machine et élève son prix. De plus, le pilotage est assez particulier. Le Lake a 4 places et croise à 215 km/h.



Première production du groupe britannique Beagle, l'Airedale, monomoteur à aile haute.



Né en Suède, le Junior est un petit biplace côte-à-côte construit en Allemagne par Bölkow.



SPORTS AÉRIENS

de s'accroître, va de moins en moins vite. Avec l'avion léger, au contraire, la Côte d'Azur est à trois ou quatre heures de Paris. Bien plus, l'avion peut donner un nouveau visage et un nouvel attrait au tourisme, car rien n'est plus beau qu'un paysage ou qu'un monument vu d'en haut : le monde prend alors ses vraies dimensions, la géographie devient vivante, la géologie cesse d'être abstraite, l'archéologie révèle ses mystères. En dépit des labours maintes fois recommencés, on découvre, d'avion, le dédale des tranchées de 14-18 et même le tracé... des voies romaines.

Un monomoteur coûte moins cher qu'une Ferrari et la rentabilité d'un bimoteur tous temps peut être largement assurée en semaine par les services qu'il est à même de rendre à une entreprise. D'autres possibilités existent : déjà l'avion d'affaires se loue comme une voiture de maître, avec ou sans pilote (au moins s'il s'agit d'un monomoteur); pourquoi l'avion de week-end ou de vacances ne serait-il pas, demain, à louer? Cette solution permettrait au avions de loisirs de « tourner » à un rythme beaucoup plus rapide que les avions d'affaires et les prix pourraient baisser, premier pas vers une démocratisation partielle du tourisme aérien.

Imaginez un week-end pendant lequel vous « feriez » les châteaux de la Loire ou le tour de la Bretagne du haut de ce merveilleux observatoire qu'est un petit avion?

Mais il faudrait qu'à l'atterrissement vous n'ayez pas la navrante impression de vous trouver en rase campagne, dans un univers désert, étranger, presque hostile. C'est là que les aéro-clubs ont une carte maîtresse à jouer. Ils doivent s'équiper pour pouvoir résérer aux voyageurs aériens un accueil agréable;

des hôtels, des restaurants doivent être aménagés auprès des aérodromes. Les aéro-clubs seront les premiers bénéficiaires de cette impulsion donnée à l'économie locale. C'est avec l'aide des collectivités locales (qui ont, ou peuvent trouver, les capitaux nécessaires), que les aéro-clubs doivent construire l'infrastructure qui permettra l'épanouissement de cette forme fascinante du tourisme au diapason du monde d'aujourd'hui et de demain.

Des initiatives isolées annoncent cette grande révolution des loisirs, telle celle de la société « Freval-Sibon », qui a organisé l'an dernier un voyage à travers les U.S.A. et qui va créer, en France, des circuits touristiques aériens.

Parachutisme

Évoquons, pour terminer, cet autre sport aérien, le plus viril sans doute, qu'est le parachutisme, école de sang-froid, de maîtrise de soi et d'adresse.

Les 102 422 sauts, effectués en 1964 dans six aéro-clubs agréés, 16 centres régionaux ou inter-clubs, et au Centre national de Biscarrosse, se répartissent ainsi : 15 463 accomplis par des moins de 21 ans, 49 828 par des militaires; 1 251 brevets du 1^{er} degré ont été délivrés et 411 brevets du 2^e degré.

Pour le 1^{er} degré, il faut être âgé de 18 ans et avoir effectué 15 sauts. Compte tenu des primes accordées par l'État, il en coûte environ 50 F. Effectués à une altitude supérieure, les 15 sauts suivants reviennent à environ 100 F et permettent d'obtenir le deuxième degré, mais il reste alors encore beaucoup à faire pour améliorer les temps de chute libre ou la précision à l'atterrissement.

Jean FONDIN

Le Cessna 150 est un biplace économique de lignes très classiques avec un moteur de 100 ch, qui constitue le premier élément de la gamme Cessna. Plus de 3 000 exemplaires produits.





Beechcraft Musketeer, quadriplace économique avec train fixe; moteur Continental de 165 ch. Vitesse de croisière 220 km/h à pleine charge sur 1 250 km. Décolle en moins de 300 m sur piste en herbe.



Très belle réalisation d'amateur, ce triplace Super Diamond construit par M. Moncey est une extrapolation du Piel Emeraude qui fait l'objet de plusieurs fabrications de série. Moteur de 145 ch.



De construction entièrement métallique et de structure simple, le Found Brothers F BA-2C est un robuste quadriplace de 250 ch, conçu dans l'optique du travail aérien dans le Grand Nord.

Où en est l'avion pour tous ?

Le Gyro-copter Bensen B-8M possède une remarquable stabilité. Un moteur deux-temps Mc Culloch de 72 ch placé derrière le pilote entraîne pendant le vol une hélice propulsive. Il peut, à l'aide d'un flexible, lancer le rotor à son régime normal avant le commencement du roulement au sol. L'appareil décolle en 90 m sans lancement du rotor, en 15 m avec lancement, et croise à près de 100 km/h.

L'idée de mettre la troisième dimension à la portée de tous, de fournir à chacun la possibilité d'évoluer dans les airs en échappant aux contraintes géographiques et aux embarras de la circulation n'est pas nouvelle. Sans doute est-elle née avec l'aviation.

Du seul point de vue mécanique, le problème ne pose pas de difficultés majeures. Il se ramène, en somme, à créer un véhicule simple, susceptible d'être construit en très grande série, ne demandant qu'un entretien très limité, d'une robustesse sans reproche et, surtout, présentant toutes garanties de sécurité.



Cette dernière considération, pour des véhicules appelés à prendre l'air et à revenir au sol sur des surfaces en général très réduites et plus ou moins bien aménagées, oriente vers la formule hélicoptère ou autogire.

L'hélicoptère, malgré toutes les tentatives de simplification dont il a été l'objet demeure un appareil assez onéreux du fait même de la complexité de ses rotors. L'autogire, par contre, est d'une grande simplicité relative; aisément à conduire et sûr, il peut se prêter à une construction économique. Cependant, parmi tous les modèles présentés, aucun n'a vraiment



Dans les années 30, Henri Mignet lança le mouvement du « Sport de l'Air », fondé sur la construction par des amateurs d'un avion dit « de sécurité », le « Pou-du-Ciel ». Le mouvement a connu une certaine ampleur, mais, soit qu'ils aient été mal construits ou mal utilisés, les « Pou-du-Ciel » entraînèrent un certain nombre d'accidents. Quelques-uns surviennent, appartenant la plupart à des versions améliorées.

reçu jusqu'ici la consécration de la grande série, ou plus exactement de la « série industrielle », encore que certains aient trouvé auprès d'assez nombreux amateurs de sports aériens un succès indéniable.

Tel est le cas, en particulier, des autogires légers que Igor Bensen, aux États-Unis, a été amené à développer, et dont quelque 4 000 doivent être actuellement en état de vol. Chiffre respectable, certes, mais qu'il faut rapprocher des 100 000 avions légers qui volent aux États-Unis, pays particulièrement favorable à l'aviation et où toutes les idées

nouvelles ont leur chance. On ne peut encore parler d'une production industrielle à l'échelle américaine. Sous leurs diverses formes, les machines de Bensen ont rendu possible la pratique d'un nouveau sport aérien, sans qu'elles puissent encore prétendre constituer le véhicule aérien de « M. Tout-le-Monde ».

Le Bensen d'origine, le « Gyro-glider », était un autogire remorqué, sorte de siège suspendu sous un rotor libre et décollant vers 35 km/h sous la traction d'une automobile, ou (en munissant l'appareil de flotteurs ou d'une coque légère) d'un canot à moteur.

L'autogire ultra-léger du Wing Commander Wallis a été construit par la firme Beagle à des fins militaires. De nombreux perfectionnements mécaniques lui permettent d'atteindre de hautes performances de décollage et lui assurent une parfaite stabilité.



Avec le Do-32, Dornier offre une solution intéressante mais coûteuse au problème de l'hélicoptère individuel. L'appareil est repliable et peut être transporté sur route dans une remorque qui lui sert de plate-forme de décollage. Un compresseur alimente des buses en bout de pales, éjectant de l'air comprimé. Une version bi-place est à l'étude.



► Au lendemain de la Libération, l'aviation d'amateurs prit un nouveau départ grâce à deux jeunes enthousiastes, MM. Joly et Delemontez, qui créèrent un petit monoplace à moteur d'automobile, le D-9 « Bébé Jodel », puis un biplace, le D-11 ci-contre, qui devait être à l'origine du rééquipement de nos aéroclubs.

Deux des créations populaires de Bensen : au premier plan, le bateau volant Gyro-boat, version marine du Gyro-glider, que remorque un canot automobile près d'une plage de Floride, et au-dessus, la version, marine également, de l'autogire B-8M, autonome grâce à son moteur à hélice propulsive et équipé d'un jeu de flotteurs.

Les possibilités étant vraiment trop limitées, un moteur entraînant une hélice propulsive a été ajouté, le B-8 devenant le B-8M Gyro-copter. Sous cette forme, le Bensen réalise une version fort agréable de véhicule aérien autonome individuel.

Le B-II a marqué une nouvelle étape dans la progression de Bensen vers des machines beaucoup plus évoluées. Entièrement métallique, pales comprises, il est équipé de deux moteurs indépendants; les performances sont évidemment très améliorées, mais la construction est beaucoup plus onéreuse. Avec cette

machine, avec aussi certains de ses autres prototypes comme l'hélicoptère « Little-Zipster », Bensen semble abandonner peu à peu l'idée du véhicule ultra-simplifié, destiné à être construit ou assemblé par un amateur, pour s'orienter vers des appareils plus compliqués. Ces appareils justifiaient peut-être une véritable production de série en répondant mieux aux besoins des utilisateurs, mais exigeaient de ceux-ci un effort financier beaucoup plus important.

On aperçoit ici à quelles exigences contradictoires se heurte malheureusement le déve-



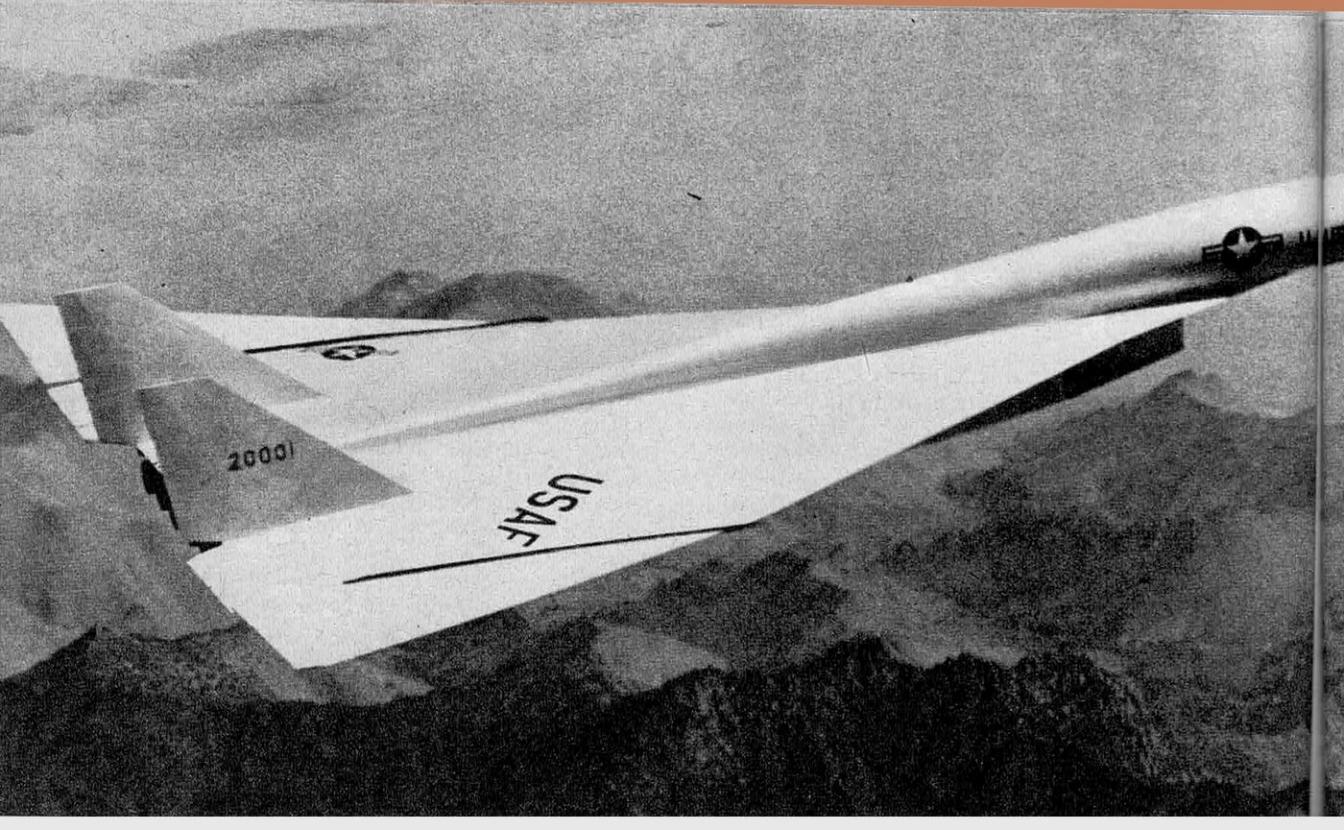
loppement du véhicule aérien pour tous. Même si l'on accepte de se limiter à des bonds locaux, la pratique de l'aviation implique un minimum de confort, donc une « carrosserie » dont le poids oblige à recourir à un moteur plus puissant. Voyager, cela veut dire aussi emporter davantage de carburant et des bagages; ici encore le volume et le poids grèvent le budget.

Un véhicule aérien populaire permettant plus que de simples tours de piste par beau temps coûtera toujours assez cher. D'ailleurs, si on se plait à l'imaginer diffusé à plusieurs

dizaine de milliers d'unités, on ne doit pas oublier que la troisième dimension, raison d'être de l'aviation, est aussi sa principale source de dangers. Comment assurer la sécurité de la circulation dans ces conditions quand, sur le réseau routier à deux dimensions, la police y parvient difficilement?

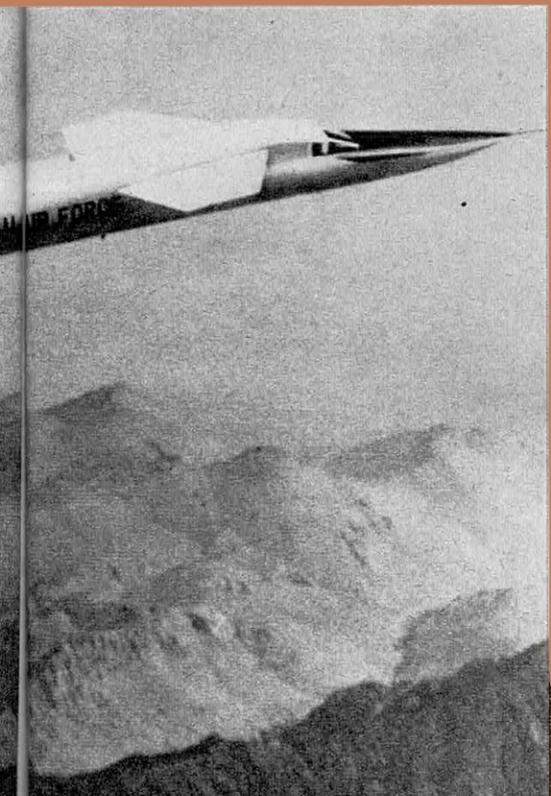
Sans doute l'avion de « M. Tout-le-Monde », qu'il soit de formule classique, hélicoptère ou autogire ultra-léger, devra-t-il limiter son ambition à n'être qu'un sport, sport de beau temps que trop de nuages et de vent effarouchent. Mais un sport n'est-il pas déjà une fin en soi?

L'AVION DE COMBAT ATTEINT MACH 3



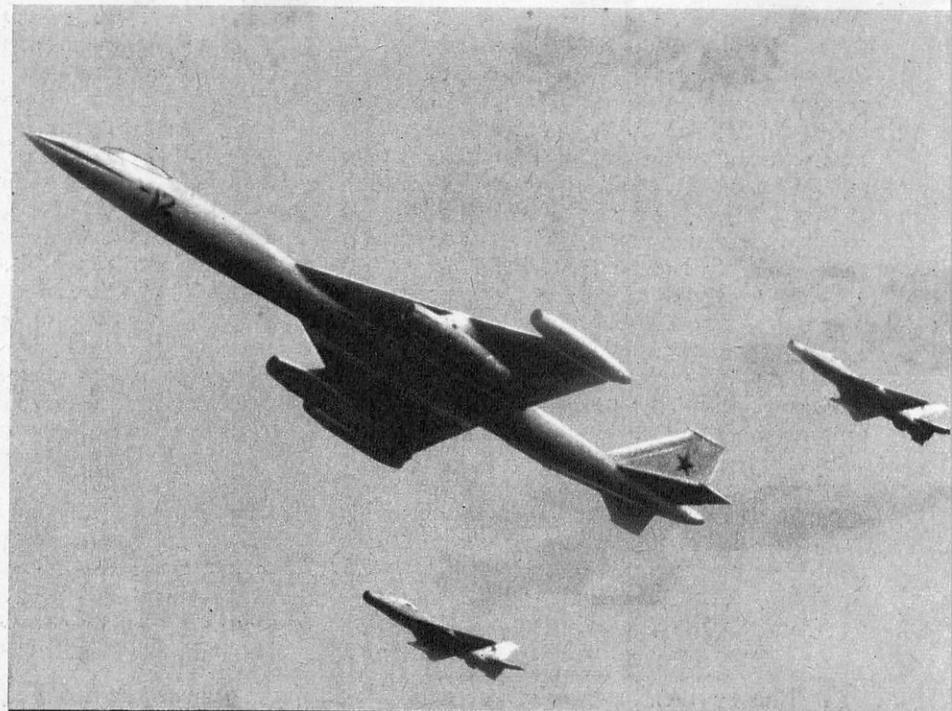


Le Thunderchief, ci-dessus, le plus ancien chasseur de Mach 2. Ci-dessous le B-70, bombardier de Mach 3, qui n'est plus qu'expérimental.



jamais l'aviation militaire n'a été plus menacée qu'aujourd'hui, à une époque de triomphe complet de l'aviation commerciale. D'un côté, à des gains annuels de 25 % et plus du trafic passager des lignes atlantiques ou des lignes intérieures françaises d'Air Inter répondent des projets d'"aérobus" moyen-courrier de 200 places, des allongements de fuselage pour porter à plus de 250 places la capacité du Boeing 707 et du Douglas DC-8, et finalement des versions civiles à 700 places du cargo C-5 A. De l'autre, M. Roy Jenkins, ministre de l'aviation, déclarait en février dernier que la Grande-Bretagne devait renoncer à se doter par ses seuls moyens d'une aviation militaire moderne. Aux nombreux abandons de programmes de son prédécesseur, M. Thorneycroft, il en ajoutait deux autres, le chasseur à décollage vertical P-1154 et le quadrireacteur de transport militaire HS-681, en même temps qu'il annonçait la commande aux États-Unis du chasseur Phantom II pour remplacer le Hunter et du C-130 E pour remplacer le HS-681.

L'enjeu est même beaucoup plus grave qu'une réduction de quelques dizaines de milliers d'ouvriers sur les quelque deux cent cinquante mille qu'emploie l'industrie aérospatiale britannique. C'est l'existence même de l'aviation militaire que met en cause le succès croissant des engins et leur économie relative dans toutes les missions défensives et offensives, tactiques ou stratégiques. De l'inter-



Le Myasichtchev Bounder (désignation OTAN), présenté dès 1961 à Toussino, serait, avec 150 tonnes, le plus gros bombardier stratégique de Mach 2.

cepteur de moins de 10 000 kg au bombardier lourd de 250 000 kg et plus, on hésite à entreprendre puis à poursuivre une étude longue et coûteuse et à la compléter par une commande de série qui risque de porter sur un matériel complètement démodé lorsqu'il entrera en service, alors que l'engin actuel donne une solution immédiate des mêmes problèmes militaires et promet mieux encore pour l'avenir.

Alourdissement et renchérissement

Le premier argument que M. Roy Jenkins présente à l'appui de ses décisions est l'énormité des dépenses réclamées par le maintien d'une aviation militaire au niveau de la technique la plus moderne.

D'abord tous les avions se sont alourdis. La Seconde Guerre mondiale s'achevait avec des Spitfire de 3 300 kg et des Messerschmitt Me-163 à propulsion par fusée de 4 300 kg; les Lockheed Shooting Star à réaction qui cumulaient l'interception, l'accompagnement et le bombardement tactique au début de la guerre de Corée pesaient moins de 7 000 kg. En 1959 encore, le Dassault Mirage III-B pesait moins de 9 000 kg. Le Lockheed Star-



Le Tupolev Tu-16, version militaire du Tu-104 bombardier « moyen » standard de l'Armée de l'air et de

fighter, dont le développement commença en 1951, dépasse aujourd'hui 13 000 kg; le McDonnell Phantom II, commandé en février dernier pour la *Royal Air Force*, vola pour la première fois en 1958; comme intercepteur tous-temps et avion tactique embarqué sur les porte-avions de l'*U.S. Navy*, il atteint 24 765 kg. Le poids du Lockheed SR-71 de Mach 3, dernière version de l'intercepteur A-11 dont l'existence fut révélée en février 1964 par le président Johnson, est simplement indiqué comme « plus de 70 000 lb » (31 750 kg).

A l'autre extrémité de l'échelle, aux bombardiers quadrimoteurs américains et britanniques de 20 000 à 30 000 kg de la Seconde Guerre mondiale succédaient, dès la fin de celle-ci, des Superfortress B-29, gonflées à partir de 1947 aux 63 500 kg des B-50, puis, à partir de 1948, des hexaréacteurs Stratofort de 91 000 kg et finalement les Stratofortress dont le dernier exemplaire, un B-52 G au poids de 221 350 kg, a quitté les chaînes de montage de Wichita en juin 1962.

De plus, la complication extrême des radars, conduite de tir et de lancement... sans compter, sur les avions de Mach 3, la nécessité du recours à l'acier spécial ou au titane élèvent le prix des séries dans des proportions astronomiques.

Deux exemples récents montreront les difficultés auxquelles se heurtent les industries qui entreprennent ces constructions et les gouvernements qui les financent.

Le développement du Lockheed Starfighter, un intercepteur de Mach 2,2, débute en 1951. Dès 1960, plusieurs pays européens, Allemagne, Belgique, Italie... en entreprenaient, pour leurs forces aériennes, la construction d'importantes séries. La qualité et les performances de l'appareil ne sont pas discutables, mais la difficulté de la production de série chez d'autres que le constructeur qui l'a mis au point en a retardé la livraison de telle sorte que des F-104 G européens pourront entrer en service après le A-11 de Mach 3 et ses dérivés américains, conçus dix ans plus tard.

Pareille aventure arrive à la Suisse, entreprenant la construction sur licence d'une centaine de Dassault Mirage III, de construction certainement plus simple que son concurrent américain. Dans l'intention louable d'y adapter des engins air-air Falcon et une conduite de tir électronique Hughes Taran, l'état-major suisse demanda quelques modifications. Les dépassements de crédits furent tels qu'on dut réduire de 100 à 57 le nombre des appareils en résiliant des marchés dans des conditions



Le plus ancien des bombardiers moyens américains, le B-58, construit à 96 exemplaires, porte son armement dans un « pod » largable sous fuselage.



très coûteuses, sans compter les retards à prévoir dans la sortie des appareils.

Un autre aspect des difficultés actuelles de l'aviation militaire porte sur le coût et la durée de mise au point des prototypes.

En 1954, l'*U.S. Air Force* établit un programme pour un bombardier de Mach 3, qu'elle destinait à remplacer les *Stratofortress* à partir de 1960. Après étude par *Boeing* et *North American* et modification du programme, le marché échut à ce dernier constructeur en décembre 1957 pour un *XB-70 Valkyrie* de plus de 250 000 kg. Après divers avatars tels que le remplacement du combustible « chimique » par un combustible ordinaire, une réduction de la commande initiale

en 1959, sa restauration partielle en 1960, le président Kennedy découvrit en mars 1961 que « le progrès des missiles faisait de la construction de série du *B-70* une entreprise économiquement injustifiable ». Si bien que le premier vol intervint en septembre 1964, dix ans après l'élaboration du programme.

L'entreprise du *TSR-2*, un biréacteur tactique de Mach 2 commandé en 1958 pour remplacer l'*English Electric Canberra*, a la même signification. Mis en sommeil pendant quelque temps par le gouvernement conservateur, doté de nouveaux crédits en 1963, il a volé pour la première fois en septembre 1964. Il a fait l'objet d'une commande en série de 20 seulement. Mais le gouvernement travailliste l'a abandonné en avril 1965 devant la perspective d'une dépense chiffrée à 750 millions de livres quand M. Harold Wilson estime qu'on pourrait en économiser près de la moitié en commandant à la place le *F-111* américain.

Le bombardier lourd

Le seul appareil qui mérite pleinement cette désignation est le *Boeing Stratofortress* dont les premiers exemplaires, des *B-52 A*, volèrent en août 1954 au poids de 158 900 kg. Après sortie de 744 de ces avions en diverses versions, la construction du *B-52 H* s'achevait en juin 1962. Au poids de 221 350 kg, propulsé par huit réacteurs *Pratt et Whitney TF-33*, il détient avec 20 169 km, sur *Okinawa-Madrid*, le record du monde de distance. Outre ses bombes dans le fuselage, le *B-52 H* est équipé de deux *Hound Dog* sous la voilure, engins air-sol de 4 mégatonnes et 1 000 km de portée. Des turboréacteurs les propulsent à Mach 2, qui peuvent même servir, au décollage, à raccourcir la longueur de roulement de l'avion.

Depuis plusieurs années, malgré les efforts répétés de l'*U.S. Air Force* pour passer le marché d'un *A.M.S.S. (Advanced Manned Strategic System — Système d'armes stratégiques piloté)*, M. McNamara se refuse à engager une dépense qu'on estime s'élever, pour 200 appareils, entre huit et dix milliards de dollars. On a remédié à quelques faiblesses de structures des *Stratofortress* et on espère qu'elles pourront rester en service jusqu'en 1970.

Au surplus, équipé d'un *S.R.A.M. (Short Range Attack Missile)*, engin air-sol à courte portée actuellement à l'étude après l'abandon du *Douglas Skybolt*, on compte que cette date pourrait même être prolongée jusqu'en 1975.

Mais une autre solution est suggérée par le

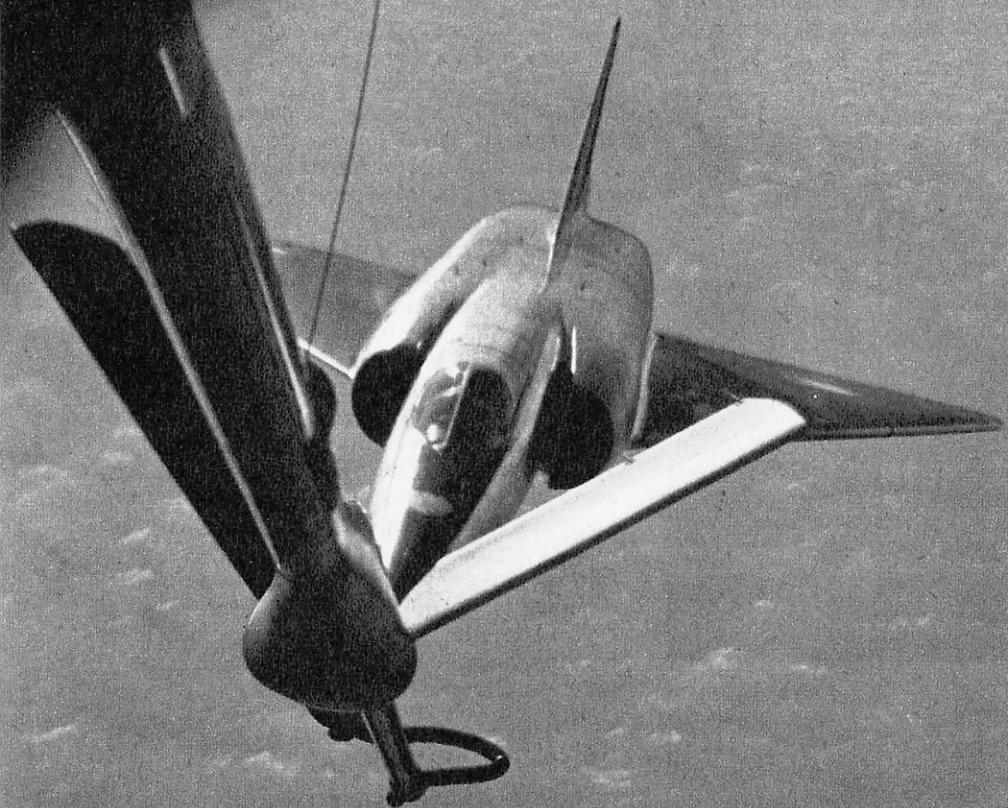


Le *TSR-2* britannique, biréacteur tactique de plus de Mach 2, dont la construction vient d'être abandonnée.



Le *F-111 A* de Mach 2,5 à « géométrie variable », le plus récent des avions tactiques de l'*U.S. Air Force*.

Le ravitaillement
en vol
d'un Dassault Mirage IV
par un Boeing
Stratotanker.



Département de la Défense. Pourquoi ne pas équiper de SRAM à portée accrue les biréacteurs tactiques General Dynamics F-111, avions à géométrie variable de Mach 2,5 et 35 000 kg, dont les essais s'annoncent prometteurs ? Un troisième siège, une conduite de tir perfectionnée, deux réservoirs extérieurs portant le rayon d'action à 6 500 km, sans compter le ravitaillement en vol possible, et l'on pourrait placer ainsi sur l'objectif un engin d'un millier de kilomètres de portée.



Le F-105 D Thunderchief emportant des missiles air-sol Bullpup à charge conventionnelle ou nucléaire.



Le F-4 B Phantom II, biréacteur de Mach 2 de l'U.S. Navy, qui vient d'être acheté par la Grande-Bretagne.

En dehors des États-Unis, seule l'U.R.S.S. s'est intéressée au bombardier lourd.

Le mieux connu est le Tupolev Tu-20, le « Bear » selon la désignation OTAN. C'est la version militaire du Tu-114, un avion de transport de 165 000 kg équipé de quatre turbopropulseurs actionnant des paires d'hélices contrarotatives qui a été pendant plusieurs années à partir de 1960 le long-courrier standard de l'Aeroflot. C'est lui notamment qui fait, sans escale, la liaison entre l'U.R.S.S. et Cuba. Le Bear a été présenté à Toushino en juillet 1955. Le recours au turbopropulseur permet difficilement de le considérer comme un avion moderne.

Apparu un peu avant le Bear, au défilé du 1^{er} mai 1954, le Myasichtchev « Bison », selon la désignation OTAN, est un quadriréacteur dont on estime le poids à 160 000 kg. Il est adapté aussi bien au transport des bombes nucléaires que des engins air-sol à courte portée. Cependant, il semble qu'il soit retiré du service en tant que bombardier et réservé aux missions de reconnaissance navale.

Le plus récent des bombardiers lourds soviétiques est le « Bounder » (selon la désignation OTAN) du même constructeur, présenté en 1961 lors de la journée de l'aviation. C'est un quadriréacteur à voilure en delta auquel on attribue un poids de 135 000 kg. Si l'on en croit les déclarations du général Thomas D. White, alors chef d'état-major de l'U.S. Air Force, ce serait même le seul bombardier lourd supersonique actuellement en service.

Le bombardier moyen

Avec ses bombardiers type V, le Vickers Valiant, le Handley-Page Victor, l'Avro Vulcan, d'un peu plus de 60 000 kg, qui ont volé pour la première fois en 1951 et 1952, la Grande-Bretagne s'en est tenue au bombardier qualifié de « moyen ». Ce sont tous des quadriréacteurs de Mach 1, dont les plus anciens, à commencer par les Valiant, sont retirés du service. Ils peuvent à la fois lancer des bombes nucléaires et un engin, le Hawker-Siddeley Blue Steel de Mach 1,6, propulsé par fusée à une portée de 320 km.

Aux États-Unis, le bombardier moyen est représenté par le General Dynamics B-58, un quadriréacteur de Mach 2 qui vola pour la première fois en 1958. C'est un avion de quelque 75 000 kg qui détient de nombreux records de distance et de vitesse, mais qui n'a cependant été commandé qu'à 87 exemplaires.

En U.R.S.S., le bombardier moyen est

représenté par le Tupolev Tu-16, le « Badger » selon la désignation OTAN. Version militaire du Tupolev Tu-104, le Badger est un biréacteur de 68 000 kg, présenté pour la première fois en 1954 et construit en grande série.

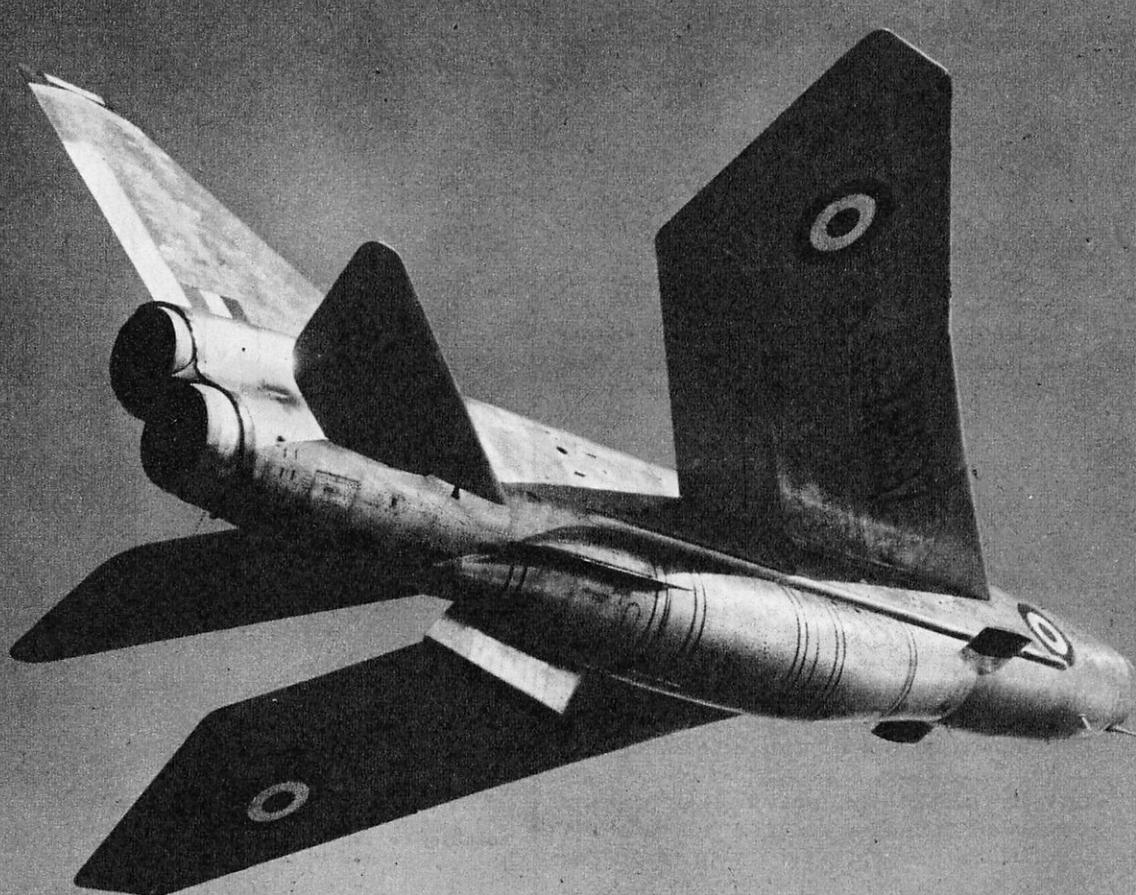
Le bombardier léger

Dans cette classe rentrent toute une série de biréacteurs de Mach 2, de poids compris entre 20 000 et 35 000 kg, dont le plus récent,

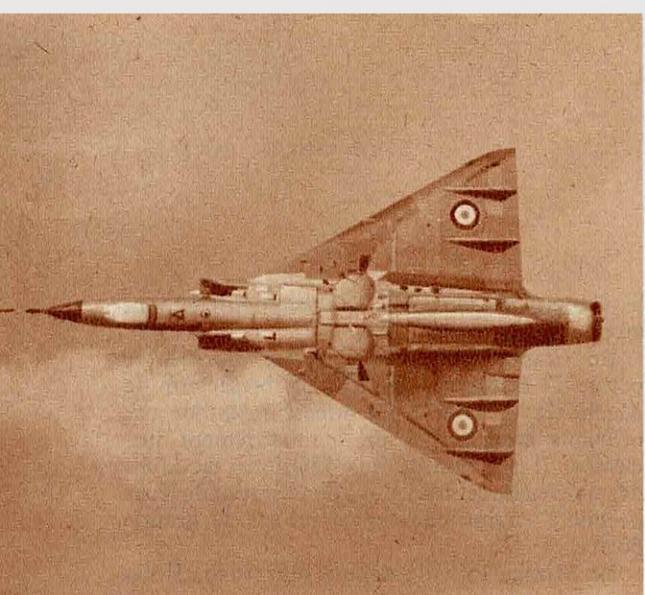
le General Dynamics F-111, est actuellement aux essais.

En France, cette catégorie est représentée par le Dassault Mirage IV, un biréacteur de Mach 2,2 et 31 600 kg, affecté jusqu'ici aux missions stratégiques de bombardement nucléaire. Il sera limité aux missions tactiques dès que les forces françaises disposeront de leurs premiers engins balistiques sol-sol de grande portée.

Le Mirage IV vole depuis juin 1959. Il est



Le Lightning Mark 3, armé de deux canons Aden de 30 mm et de missiles air-air Red Top à guidage infrarouge, est le chasseur tous-temps de la Royal Air Force, dépassant Mach 2.



Le Dassault Mirage III E est le plus récent chasseur de l'aviation française. Son poids au décollage a été porté à 13 500 kg au lieu des 7 920 kg du Mirage III B. Sa vitesse est de Mach 2,15. Son armement comporte deux canons de 30 mm, des missiles air-air et air-surface et des bombes de 500 kg.

commandé à quelque 60 exemplaires dont les derniers seront livrés à la fin de 1965. Son point faible est sa distance franchissable, limitée à 3 200 km; on y a paré en prévoyant un ravitaillement en vol, assuré par douze avions-tankers Boeing KC-135.

En Grande-Bretagne, on ne rappellera que pour mémoire l'English Electric Canberra dont le premier vola en mai 1949. C'est un biréacteur de Mach 1 et 21 900 kg. Il fut construit à 1 352 exemplaires dont 48 pour l'Australie et 403 sous licence pour l'*U.S. Air Force* sous la désignation de B-57.

Le remplacement du Canberra était prévu, dès 1958, par le TSR-2 commandé à la *British Aircraft Corporation*. Retardée par des difficultés de financement, la construction du prototype ne permit le premier vol qu'en septembre 1964. La construction a été abandonnée, comme nous l'avons dit précédemment, à la suite d'un nouvel examen du prix de revient en comparaison avec celui du F-111 américain.

Aux États-Unis, la nécessité d'un bombardier léger de Mach 2,2 apparut dès les premiers travaux de Republic, en 1951, sur le F-105 Thunderchief. Cet appareil, au poids de 25 000 kg, vola pour la première fois en 1955. Successivement qualifié de *fighter-bomber* (chasseur-bombardier) et *tactical fighter* (chasseur d'intervention tactique), il est en service depuis 1958 dans les unités du *Tactical Air Command* et notamment en Allemagne. Son armement, très varié, va du canon de 20 mm à la bombe nucléaire et à l'engin guidé Martin Bullpup AMG-12 D de 800 kg, à cône de charge

AVIONS DE COMBAT (voir p)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids maxi. en charge (kg)	Moteurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse maxi. (km/h)	Plafond (m)
ALLEMAGNE FÉDÉRALE ENTWICKLUNGSRING-SUD	VJ-101 E						
VEREINIGTE FLUGTECHNISCHE WERKE	Vak-191				1 turboréacteur Rolls-Royce RB-153 ou Bristol-Siddeley BS-94 et 2 turboréacteurs Rolls-Royce RB-162 de 2 495 kg		
CANADA CANADAIR	CL-41G	11,13	9,75	4 535	1 turboréacteur General Electric J-85 CJ-610 de 1 194 kg	800	13 000
ÉTATS-UNIS CESSNA	YAT-37 D	10,90	8,93	5 300	2 turboréacteurs General Electric J-85-GE 5 de 1 090 kg	765	
DOUGLAS	Skyhawk A-4 E	8,39	13,07	11 100	1 turboréacteur Pratt et Whitney J-52 P-6 de 3 860 kg	1 100	
GENERAL DYNAMICS	F-111	19,20 9,50	22	35 000	2 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney TF-30-A 20 avec postcombustion	Mach 2,5	
	Model 48 Charger	8,38	10,61	3 250	2 turbopropulseurs United Aircraft of Canada PT-6 de 650 ch	510	
GRUMMAN	Tracker	22,15	13,25	11 850	2 moteurs Wright R-1820 de 1 525 ch	450	6 700
	Hawkeye	24,55	17,18	22 500	2 turbopropulseurs Allison T-56 A-8 de 4 050 ch	480	9 200
	Intruder	16,15	16,65	19 500	2 turboréacteurs Pratt et Whitney J-52 P-6 de 3 860 kg	Mach 0,95	
LOCKHEED	F-104 G Starfighter	6,70	16,70	13 000	1 turboréacteur General Electric J-79 GE-11 A de 7 165 kg avec postcombustion	Mach 2,2	17 500
	Orion	30,35	35,60	58 000	4 turbopropulseurs Allison T-56 A-10W de 4 500 ch	700	8 000

pour la France page 24)

Autonomie (km)	Équipage	Observations	Constructeurs	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids max. en charge (kg)	Moteurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse max. (km/h)	Plafond (m)	Autonomie (km)	Équipage	Observations
1/2		Avion de combat à décollage vertical et géométrie variable en projet. Chasseur-bombardier V/STOL à l'étude.	L.T.V. (Ling-Temco-Vought)	A-11	15,80	30	32 000	2 turboréacteurs Pratt et Whitney J-58 de 20 000 kg avec postcombustion	Mach 3,5	>27 000		2	Intercepteur (YF-12 A) et reconnaissance lointaine à très haute altitude (SR-71). Aile en double delta. Sièges éjectables. Engins air-air à longue portée Hughes AIM-47 A.
2	2	Version guerre anti-subversive de l'avion d'entraînement CL-41A, avec blindages, mitrailleuses, bombes, roquettes, engins air-air Sidewinder, etc.; sièges éjectables.	McDONNELL	Crusader	10,88	16,60	15 400	1 turboréacteur Pratt et Whitney J-57 P-4 A de 7 257 kg avec postcombustion	près de Mach 2			1	Chasseur-intercepteur tous temps pour porte-avions (version F-8 E pour les porte-avions français). Aile haute en flèche à 35° à incidence variable (2 positions). Cockpit pressurisé. Siège éjectable Martin-Baker. 4 canons Colt de 20 mm, roquettes, engins air-air Sidewinder, engins air-surface Bullpup.
2	2	Appareil type guerre anti-subversive.		A-7 A	11,90	14	15 000	1 turboréacteur double-flux Pratt et Whitney TF-30	930		4 000	1	Avion d'appui tactique léger pour porte-avions. Aile haute en flèche à 35°. 4 canons de 20 mm, bombes, roquettes, engins.
3 200	1	Chasseur-bombardier pour porte-avions. Aile en flèche à 33°. Siège éjectable Douglas. 2 canons Colt de 20 mm, roquettes air-surface, air-air (Zuni ou Mighty-Mouse), engins air-air Sidewinder, engins air-surface Bullpup, torpilles, contremesures électroniques, etc. Peut emporter une bombe nucléaire.	NORTH AMERICAN	YAT-28 E	12,38	11	7 000	1 turbopropulseur Lycoming T-55 de 2 450 ch	580		4 400	2	Appareil type guerre anti-subversive dérivé de l'avion d'entraînement T-28. Armement divers comprenant engins Sidewinder.
2	2	Chasseur tactique réalisé en collaboration avec Grumman. Version F-111 A pour l'Air-Force; version F-111 B pour porte-avions avec envergure accrue. Aile à géométrie variable. Peut utiliser des terrains sommairement aménagés. Supersonique à basse altitude. Peut emporter une bombe nucléaire et tous modèles d'engins air-air et air-surface. Capsule de l'équipage éjectable par fusée et récupérable par parachute.		Vigilante	16,15	22,30	27 200	2 turboréacteurs General Electric J-79 GE-8 de 7 485 kg avec postcombustion	Mach >2	18 000	3 700	2	Chasseur-bombardier tous temps pour porte-avions. Aile haute en flèche à 37°. Sièges éjectables North American. Cockpit pressurisé et conditionné. Engins divers air-air et air-surface. Peut emporter une bombe thermonucléaire.
				B-70 Valkyrie	32	56,50	240 000	6 turboréacteurs General Electric J-93 GE-3 de 14 000 kg avec postcombustion	Mach 3		>12 500	2	Bombardier stratégique à aile en delta à 65°. Cabine pressurisée et conditionnée. Équipage dans capsules individuelles étanches éjectables à vitesse supersonique. Programme limité à 2 prototypes.
4 800	2	Reconnaissance et appui tactique type lutte anti-subversive pouvant opérer à partir de terrains non aménagés. Sièges éjectables. 4 mitrailleuses de 7,65 mm, bombes, roquettes, engins.	NORTHROP	NA-300	9,15	12	3 500	2 turbopropulseurs United Aircraft of Canada T-74 ou AIResearch T-76 de 660 ch	490		250	2	Appareil type guerre anti-subversive. Sièges éjectables. Double commande, 4 mitrailleuses de 7,65 mm, engins Sidewinder, bombes, etc.
220	4	Anti-sous-marins pour porte-avions. Aile haute. 2 torpilles autoguidées, charges de fond ou roquettes. Version Trader transport passagers et fret pour porte-avions. Version Tracer reconnaissance radar.	REPUBLIC	F-5 A	8,11	14,35	6 500	2 turboréacteurs General Electric J-85 GE-13 de 1 850 kg avec postcombustion	Mach 1,5	>15 000	3 000	1/2	Intercepteur et chasseur d'appui tactique à décollage court. Aile en flèche à 24°. Engins air-air Sidewinder et Falcon, bombes, engins air-surface.
200	5	Reconnaissance lointaine pour porte-avions. Aile haute. Version transport passagers (39) et fret pour porte-avions.		F-105 D Thunderchief	10,64	21,12	20 500	1 turboréacteur Pratt et Whitney J-75 P-19 W de 12 000 kg avec postcombustion	Mach 2		3 500	1	Chasseur-bombardier tous temps pouvant emporter une bombe thermonucléaire. Aile en flèche à 45°. Siège éjectable. Cockpit pressurisé et conditionné. Parachute de freinage à l'atterrissement. 1 canon Vulcan de 20 mm, engins Sidewinder et Bullpup, bombes, roquettes.
4 800	2a	Bombardier tous-temps pour porte-avions. Sièges éjectables Martin-Baker. Engins Bullpup. Peut porter une bombe nucléaire.	GRANDE-BRETAGNE										
500	1	Intercepteur construit sous licence en plusieurs pays (Canada, Japon, Allemagne fédérale, Italie, etc.). Aile en flèche à 18°. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable Lockheed. Parachute de freinage à l'atterrissement, 1 canon Vulcan de 20 mm, bombes, roquettes, engins air-air Sidewinder, engins air-surface Bullpup.	BRITISH AIRCRAFT CORPORATION	Lightning	10,61	16,84		2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon series 300 de 7 265 kg avec postcombustion	Mach >2	>18 000		1	Chasseur tous-temps. Aile en flèche à 60°. Parachute de freinage à l'atterrissement. Cockpit pressurisé et réfrigéré. Siège éjectable Martin-Baker. 2 canons Aden de 30 mm, engins air-air Red Top, roquettes.
9 250	12	Anti-sous-marins dérivé de Lockheed Electra de transport civil. Cabine pressurisée et conditionnée. Bombe (éventuellement bombe nucléaire), engins, torpilles, charges de profondeur, mines, etc.	HANDLEY-PAGE	Victor B-2	36,60	35		4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway RCo-17 Mk-201 de 9 350 kg	Mach 0,92	>15 000		5	Bombardier à grand rayon d'action. Aile en croissant. Cockpit pressurisé et conditionné. Sièges des pilotes éjectables Martin-Baker. Peut emporter un engin air-sol Blue-Steel à grande portée ou des bombes nucléaires non guidées. Rayon d'action 3 700 km avec ravitaillement en vol.

nucléaire et à portée d'une dizaine de kilomètres.

Pour les besoins de son aviation embarquée sur porte-avions, l'*U.S. Navy* commanda le McDonnell Phantom II, dont le premier vola en mai 1958. C'est un biréacteur de poids (24 800 kg) voisin de celui du Thunderchief et de vitesse un peu supérieure : il a atteint Mach 2,6 aux essais. Comme le Thunderchief également, il dispose d'un armement très varié allant de l'engin air-air pour combat aérien à la bombe nucléaire ou au même Bullpup air-sol à cône de charge nucléaire.

Avec les deux versions F-111 A et F-111 B du même appareil, la première au poids de 35 000 kg pour les besoins de l'*U.S. Air Force*, l'autre limitée à 31 000 kg pour l'aviation embarquée de l'*U.S. Navy*, M. McNamara a fait prévaloir le principe de l'unification des avions tactiques. Le biréacteur F-111 est, pour la première fois, un appareil à « géométrie variable », avec une flèche très faible pour le décollage et l'atterrissage, qui peut être portée à plus de 70° pour le vol en croisière. Le programme prévoit une vitesse maximum de Mach 2,5, qui sera certainement dépassée. Commandé en novembre 1962 à General Dynamics, le prototype effectuait son premier vol le 21 décembre 1964.

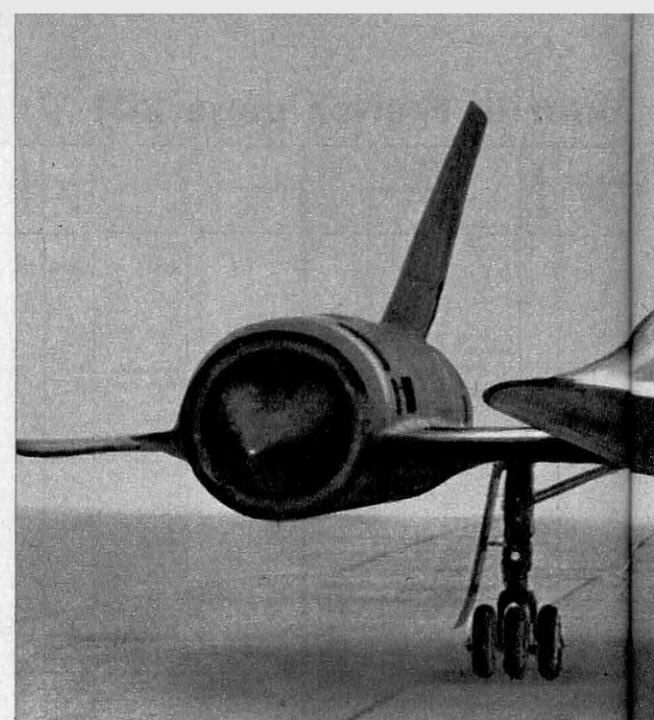
L'intercepteur

En se limitant aux appareils de Mach 2, les intercepteurs en service aujourd'hui dans la plupart des aviations volent depuis dix à douze ans.

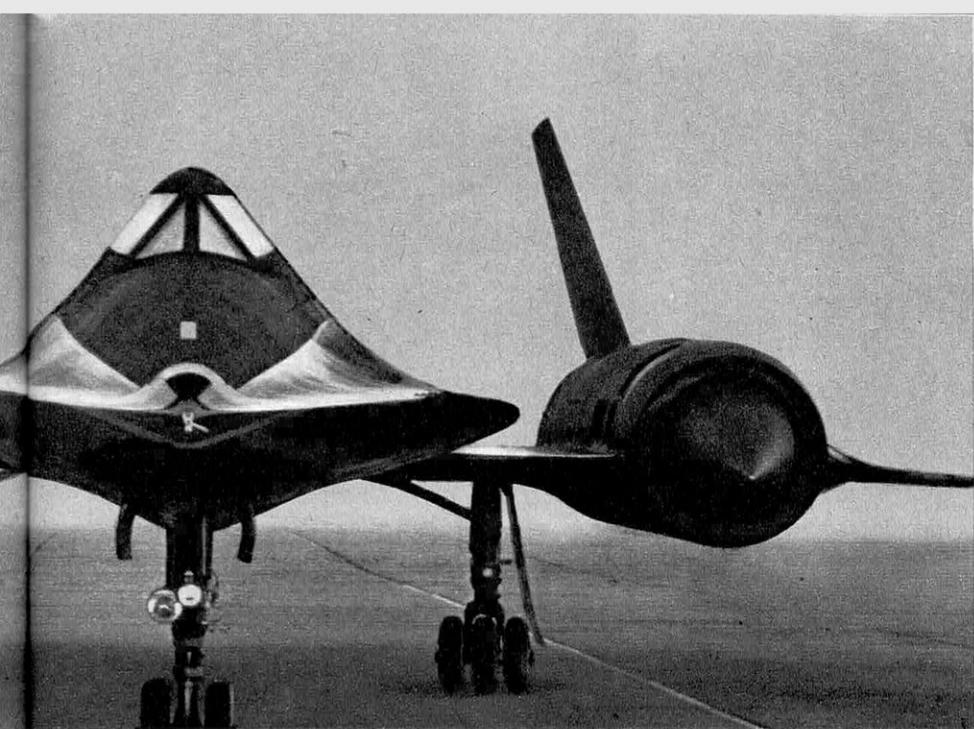
Le plus ancien est le Lockheed F-104 Starfighter qui, commandé en mars 1953, volait dès février 1954. Équipé d'un réacteur General Electric J 79, cet appareil, dont la dernière version F-104 G atteint le poids de 13 050 kg, équipe l'*U.S. Air Force* depuis janvier 1958 et de nombreuses aviations en dehors des États-Unis : Allemagne, Canada, Belgique, Italie, Japon, Norvège, Pays-Bas. Comme le Thunderchief, il peut recevoir un armement très varié allant de l'engin Sidewinder pour combat aérien aux bombes et engins Bullpup à charge nucléaire.

En Grande-Bretagne, le choix de l'intercepteur de Mach 2 a porté sur l'English Electric Lightning qui vola pour la première fois en août 1954 et qui équipe la *Royal Air Force* depuis 1960. Il reçoit à la fois des canons de 30 mm et l'engin guidé air-air Hawker-Siddeley Red Top.

Le Dassault Mirage-III de l'aviation fran-



Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids max. en charge (kg)	Moteurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse max. (km/h)	Plafond (m)	Altitude (km)
HAWKER-SIDDELEY	Vulcan Mk-2	33,83	30,45		4 turboréacteurs Bristol-Siddeley Olympus Mk-301 de 9 072 kg	Mach 0,94	>15 000	
	Sea Vixen	15,24	16,31		2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon Mk-208 de 5 103 kg	Mach >1	15 000	
	Buccaneer Mk-2	12,90	19,33		2 turboréacteurs Rolls-Royce Spey RB-168 de 5 000 kg	Mach 1		
	Gnat	6,75	9,06	4 000	1 turboréacteur Bristol-Siddeley Orpheus 701 de 2 050 kg	Mach 0,98	>15 000	1
INDE	P-1127 Kestrel	7,30	12,95		1 turboréacteur double-flux Bristol-Siddeley Pegasus de 9 000 kg	Mach 1,2		
	HINDUSTAN HF-24 Marut				2 turboréacteurs Bristol-Siddeley Orpheus 703 de 2 200 kg			
ITALIE	FIAT G-91	8,56	10,30	5 500	1 turboréacteur Bristol-Siddeley Orpheus 803 de 2 270 kg	1 050	12 500	
	G-95	6,62	14	7 250	2 turboréacteurs General Electric J-85 avec postcombustion et 4 turboréacteurs Rolls-Royce RB-162	Mach >1		



Le Lockheed SR-71 est la version reconnaissance lointaine du Lockheed A-11 dont l'existence a été révélée en février 1964 après étude conduite en secret. Il est construit entièrement en titane, pèse 32 000 kg, navigue à 27 000 m et peut atteindre Mach 3,5.

Autonomie (km)	Équipage	Observations	Constructeurs	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids max. en charge (kg)	Moteurs : puissance (ch) ou poussée (kg)	Vitesse max. (km/h)	Plafond (m)	Autonomie (km)	Équipage	Observations
000	5	Bombardier tactique. Aile en delta à 50°. Cabine pressurisée. Sièges des pilotes éjectables Martin-Baker. Parachute de freinage à l'atterrissement. Peut amporter un engin air-sol Blue-Streak à grande portée ou des bombes nucléaires non guidées. Rayon d'action 4 600 km avec ravitaillement en vol.	SUÈDE	SAAB 35 Draken	9,40	15,80	9 000	1 turboréacteur Rolls-Royce Avon RB-146 series 300 de 7 770 kg avec postcombustion	Mach >2			1	Chasseur tous-temps. Aile en double delta (à 80° et 57°). Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable Saab. 2 canons de 30 mm, bombes, roquettes, moteurs air-air Sidewinder. La version J-35 F a système de tir perfectionné et équipée d'engins Falcon à guidage radar ou infrarouge.
000	2	Chasseur tous-temps pour porte-avions. Aile en flèche à 40°. Sièges éjectables Martin-Baker. Bombes, roquettes, moteurs air-surface Bullpup, moteurs air-air Red Top.		37 Viggen				1 turboréacteur double-flux dérivé du Pratt & Whitney JT-8 D avec postcombustion	Mach >2			1	Avion de combat à missions multiples devant remplacer le 35 Draken. Double voilure delta en tandem avec soufflage des volets externes. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable. Cannons, bombes, roquettes, moteurs air-surface Robot 04 et moteurs air-air.
000	2	Chasseur-bombardier pour porte-avions. Aile en flèche à 38°. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable Martin-Baker. Bombes, roquettes, moteurs air-surface Bullpup; peut amporter une bombe nucléaire.		105	9,50	10,50	4 500	2 turboréacteurs double-flux Turbomeca Aubisque de 743 kg	720	12 000	1 780	2	Biplane d'entraînement et avion léger d'appui tactique. Sièges éjectables. Cockpit conditionné. 2 canons de 30 mm, roquettes, bombes, moteurs air-surface.
1 650	1	Chasseur ou chasseur-bombardier léger. Aile en flèche à 40°. Parachute de freinage à l'atterrissement. Cockpit pressurisé. Siège éjectable Folland-Saab. 2 canons Aden de 30 mm, bombes, roquettes. Construit aussi en Inde.	URSS	MIG Mig-21	7,60	17	6 000	1 turboréacteur de 6 000 kg avec postcombustion et 1 moteur-fusée de 3 000 kg	Mach >2			1	Intercepteur à aile en delta à 60°. Parachute de freinage à l'atterrissement. Cannons et engins.
	1	Réconnaissance et appui tactique V/STOL. Aile en flèche à 32°. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable Martin-Baker.		MIG-23	8,50	19						1	Intercepteur tous-temps à aile en delta à 60°.
	1	Intercepteur. Aile en flèche. Siège éjectable Martin-Baker. 4 canons Aden de 30 mm, bombes et roquettes.	SUKHOI	—	8	17		1 turboréacteur de 9 000 kg	Mach 2			1	Chasseur tous-temps. Aile en delta.
500	1	Chasseur tactique léger de l'O.T.A.N. construit aussi en Allemagne fédérale. Aile en flèche à 37°. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit blindé, pressurisé et conditionné. 4 mitrailleuses de 12,7 mm, bombes, moteurs air-air Nord 5103, roquettes.	TUPOLEV	Tu-16	33	36	70 000	2 turboréacteurs Mikulin AM-3 M de 9 500 kg	950	13 000	6 400	7	Bombardier stratégique. Aile en flèche à 37°. Versions diverses armée et marine. Cannons de 23 mm en tourelles, bombes, moteurs air-sol à grande portée.
	1	Chasseur-bombardier V/STOL à l'étude. Aile en flèche à 45°.		Tu-20	51	54	155 000	4 turbopropulseurs Kuznetsov NK-12M de 14 800 ch	800	13 000	12 500		Bombardier lourd. Aile en flèche à 35°.
	1	Chasseur-bombardier V/STOL à l'étude. Aile en flèche à 45°.	YAROVLEV	Yak-25	12,40	16,70	12 800	2 turboréacteurs Klimov VK-5 de 4 000 kg	Mach 1,5	15 250	3 200	2	Chasseur-bombardier. Aile en flèche à 45°.
		Chasseur tous-temps. Aile en flèche à 45°. Sièges éjectables. 2 canons de 37 mm, moteurs air-air.							Mach 1				



Le Starfighter, intercepteur de Mach 2,2, construit pour les Etats-Unis, le Canada, l'Allemagne, le Japon...



Le Lockheed U-2, longtemps utilisé pour la reconnaissance à haute altitude au-dessus de l'URSS.

çaise effectua son premier vol en novembre 1956. Une douzaine de versions en ont été construites, de l'intercepteur ordinaire (Mirage III-C) au chasseur pour grand rayon d'action (Mirage III-E), à l'avion de reconnaissance (Mirage III-R), et aux versions avec quelques variantes pour Israël, la Suisse, l'Australie et l'Afrique du Sud.

En U.R.S.S., l'intercepteur de même formule que le Mirage III, à voilure en delta comme lui, est le MiG-21, le « Fishbed » selon la désignation OTAN, présenté pour la première fois à Toushino en 1956. Il équipe la plupart des aviations communistes, en Allemagne de l'Est, en Hongrie, en Tchécoslovaquie, en Yougoslavie. L'U.R.S.S. en a également vendu à Cuba, à l'Égypte, à la Finlande, à l'Indonésie et à l'Irak. Enfin, il est construit sous licence en Inde.

Le plus récent développement du MiG-21 est l'intercepteur MiG-23, le « Flipper » selon la désignation OTAN, présenté en 1961. Équipé de deux réacteurs en fuselage au lieu d'un seul pour le MiG-21, le MiG-23 est crédité d'une vitesse de Mach 2,5 contre les Mach 2 attribués à son prédécesseur.

Peut-on s'en tenir à cette formule classique d'intercepteur de Mach 2,2 à 2,5, décollant et atterrissant sur pistes bétonnées de plusieurs kilomètres ? Deux tentatives ont été faites pour renouveler le matériel, la première dans la voie du décollage et de l'atterrissement verticaux, la seconde dans la voie du relèvement des vitesses.

La menace des destructions sur les terrains permet difficilement d'accepter la formule actuelle de l'intercepteur dans l'éventualité d'une guerre nucléaire. Seuls les appareils que l'on pourra disperser, camoufler, faire décoller et atterrir à la verticale rempliront alors les missions attendues de l'intercepteur.

Deux formules principales ont retenu l'attention.



Le Kestrel, avion tactique dont le réacteur Pegasus assure le décollage vertical et la propulsion.



La première remonte aux études de Hawker-Siddeley en 1957 avec son P-1127. Elle fait appel à un réacteur unique, le Bristol-Siddeley Pegasus, dont l'échappement peut être orienté à la verticale pour le décollage et l'atterrissement, à l'horizontale pour la croisière. Le prototype vola en octobre 1960, prouvant le bien-fondé du principe, sur un avion subsonique. Dans l'intervalle, l'OTAN ayant élaboré un programme d'intercepteur à décollage et atterrissage vertical, le gouvernement britannique passa en 1962 à Hawker-Siddeley un contrat d'études pour un développement supersonique du P-1127, le P-1154, équipé d'un turboréacteur Bristol-Siddeley de 13 600 kg de poussée. Mais le P-1154 a été victime, fin 1964, ainsi que nous l'avons dit plus haut, du programme de restrictions du gouvernement travailliste.

La seconde formule part de l'extrême légèreté des réacteurs spécialement établis pour cette mission. Elle demande la propulsion à un réacteur ordinaire et la sustentation à une batterie de petits réacteurs indépendants dont on attend un rapport de poussée au poids dépassant 15. Le premier avion expérimental de cette formule, le Balzac, a volé en octobre 1962. C'est un Dassault Mirage III auquel on a ajouté huit réacteurs de sustentation Rolls-Royce RB-108 par groupes de quatre de part et d'autre du fuselage.

La formulé essayée sur le Balzac a été reprise

par le même constructeur, en collaboration avec Sud-Aviation, sur un prototype d'avion d'attaque, le Mirage III-V qui a volé pour la première fois le 12 février dernier. La sustentation est assurée, cette fois, par des Rolls-Royce RB-162 pesant 125 kg pour une poussée de 2 000 kg, avec un développement ultérieur vers une poussée de 2 500 kg.

Dans un proche avenir, le décollage et l'atterrissement vertical donneront certainement lieu à de multiples réalisations. Les États-Unis poursuivent la mise au point, en collaboration avec la Grande-Bretagne, de réacteurs de sustentation ultra-légers, pour un programme commun d'avion d'attaque à réaliser, cette fois, en collaboration avec l'Allemagne.

Aux États-Unis, le programme d'un intercepteur surclassant nettement en vitesse le Lockheed Starfighter remonte à 1958. L'*U.S. Air Force* estimait que l'appareil de Mach 3 détiendrait une supériorité nette sur les précédents, soit pour leur imposer le combat, soit pour échapper aux engins air-air et sol-air par son plafond et sa vitesse. En même temps qu'elle passait commande à North American du bombardier lourd B-70 de Mach 3, elle y ajouta donc un intercepteur à grand rayon d'action F-108, propulsé par les mêmes turboréacteurs General Electric J-93. Mais, peu après, elle résilia la commande.

L'intercepteur de Mach 3 est aujourd'hui une réalité. Le 29 février 1964, le président Johnson révélait lors d'une conférence de presse l'existence du Lockheed A-11, construit et expérimenté dans le plus grand secret à la base d'Edwards. Le programme en remontait à 1959 et visait à surclasser les avions de reconnaissance Lockheed U-2 qui n'échappaient plus aux engins d'interception soviétiques. Le A-11, commandé à vingt exemplaires, est propulsé par deux réacteurs Pratt et Whitney J-58 de plus de 19 000 kg de poussée avec postcombustion. Les caractéristiques de l'appareil n'ont pas été publiées. Cependant, à la suite des présentations qu'on a autorisées, il semble que l'avion, très long (29 m environ), pèse un peu plus de 30 000 kg. Des deux versions, l'une, dénommée YF-12 A, est un intercepteur; l'autre, dénommée SR-71, un avion de reconnaissance stratégique.

Camille ROUGERON



Le Dassault Mirage III V, chasseur de Mach 2 à décollage vertical grâce à huit réacteurs de sustentation développant 2 000 kg de poussée chacun, distincts du réacteur de propulsion.

HELICOPTERES

HILLER FH-1100



Constructeur	Type	Nombre de rotors principaux	Nombre de pales par rotor	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur puissance (ch)	Nombre de places
AFRIQUE DU SUD ROTORCRAFT	Minisopter	1	2	6,53	1 moteur McCulloch O-100-1 de 72 ch	4
ALLEMAGNE FÉDÉRALE BÖLKOW	Bö-46	1	5	10	1 turbine Turbomeca Turmo III B de 800 ch	4
	Bö-105	1	4	9,25	2 turbines BMW 6022 de 250 ch	4
DORNIER	Do-32	1	2	7,50	1 turbocompresseur BMW 6012 de 100 ch	4
MERCKLE	SM 67	1	3	10,50	1 turbine Turbomeca Artouste II C de 408 ch	4
SIEMETZKI	Asro-4	1	3	7,22	1 turbine BMW 6012 de 100 à 130 ch	4
BRÉSIL I.P.D.	Beija-Flor	1	3	9,40	1 moteur Continental E-225-B de 228 ch	4
CANADA AVIAN	2-180 Gyroplane	1	3	11,28	1 moteur Lycoming IO-360 de 200 ch	4
ESPAGNE AEROTECNICA	AC-12	1	3	8,50	1 moteur Lycoming O-360 de 168 ch	4
	AC-14	1	4	9,65	1 turbine Turbomeca Artouste II B de 400 ch	4
ÉTATS-UNIS BANNICK	T-Copter	1	2	7,62	1 moteur Lycoming de 65 ch	4

SUD-AVIATION ALOUETTE III



Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
1	250		113	Autogire ultra-léger avec hélice propulsive. Autonomie 320 km.
2	2 000			Hélicoptère expérimental avec rotor système Derschmidt. Rotor anti-couple arrière à 6 pales de 1,80 m de diamètre. Pourra recevoir 2 turboréacteurs Turbomeca Marboré II de 400 kg pour essais de vitesse (400 km/h).
4/5	1 610	290	210	Hélicoptère léger avec rotor système Weiland. Rotor anti-couple arrière de 1,80 m de diamètre. Autonomie 450 km.
1	320		100	Hélicoptère ultra-léger repliable pour le transport par remorque et pouvant être déployé en 5 mn. Mû par éjection d'air comprimé en bouts de pales. Autonomie 90 km. Version biplace Do-32 Z en projet avec turbocompresseur BMW 6022 de 250 ch.
5	1 700		190	Hélicoptère. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 2 m de diamètre. Double commande. Autonomie 300 km.
2	465		145	Hélicoptère ultra-léger, double commande. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 0,98 m de diamètre. Autonomie 1 h 40 mn.
2	950	250	140	Prototypes en construction. Contrôle et compensation du couple par 2 rotors triplex engrenants de 1,70 m de diamètre à l'extrémité du fuselage. Autonomie 270 km.
2	860	270	160	Autogire avec hélice propulsive arrière carénée. Autonomie 640 km. Prototypes.
2	820	300	115	Hélicoptère léger. Rotor anti-couple arrière à 3 pales. Double commande. Autonomie 230 km.
5	1 350	700	150	Hélicoptère léger de transport. Compensation du couple par déflexion de l'échappement et par les gouvernes dans le vol à grande vitesse. Version ambulance et agriculture. Autonomie 300 km.
1	365			Autogire léger pour construction par amateurs. Version biplace avec moteur de 125 ch.



SUD-AVIATION SUPER-FRELON



BÖLKOW BO-46



SUD-AVIATION S. A. 330



KAMAN UH-2 SEASPRITE

Constructeurs	Type	Nombre de rotors principaux	Nombre de pales par rotor	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur puissance (ch)	Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations	Constructeurs	Type	Nombre de rotors principaux	
BELL	47 G-3 B-1	1	2	11,32	1 moteur Lycoming TVO-435-B1 A de 270 ch	3	1 340		140	Hélicoptère réalisé en versions nombreuses pour toutes applications, construit aussi en Italie (Agusta) et Grande-Bretagne (Westland) et Japon (Kawasaki). Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,78 m de diamètre. Autonomie 440 km. Version 47 G-4 avec moteur Lycoming VO-540 de 305 ch. Version OH-13 Sioux pour l'armée, TH-13 pour la marine. Version 4 places 47 J-2 A Ranger. Existe en version affaires.	ENSTROM	F-28	1	
	Model 204	1	2	14,63	1 turbine Lycoming T53 A de 1 100 ch	8	3 850		220	Hélicoptère toutes missions en versions civiles et militaires (UH-1 Iroquois), fabriqué aussi en Italie (Agusta) et au Japon (Fuji). Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 2,60 m de diamètre. Autonomie 400 km. Version UH-1 F avec turbine General Electric T58-GE-3 de 1 272 ch pour 8 passagers. Existe en version affaires.		GYRODYNE	Rotorcycle 2 coaxiaux	2
	Model 206	1	2	10,16	1 turbine Allison T63 de 250 ch	4	1 135	180	185	Hélicoptère militaire d'observation. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,55 m de diamètre.		HILLER	UH-12 Raven	1
BENSEN	B-8M Gyro-Copter	1	2	6,10	1 moteur McCulloch 4318 E de 72 ch	1	227		97	Autogire léger pour construction par amateurs (version Hydro-Copter avec flotteurs). Décollé en 15 m après lancement du rotor. Hélice propulsive bipale de 1,28 m de diamètre. Autonomie 160 km.	HUGHES	Ten-99	1	
	B-11	1	2	6,71	1 moteur McCulloch 4318 E de 72 ch	1	285			Combiné autogire-hélicoptère dérivé du précédent avec rotor mû par moteur de lancement West-Bend de 118 cm ³ .		1100	1	
	B-9 Little Zipster	2 coaxiaux	2	6,71 6,10	1 moteur de hors-bord Mercury de 70 ch	1	408		96	Hélicoptère léger. Autonomie 160 km.		269 A	1	
BOEING	Vertol 107	2 en tandem	3	15,25	2 turbines General Electric CT-58 de 1 250 ch	25	8 600		255	Hélicoptère de transport civil avec rampe de chargement arrière en version cargo, fabriqué aussi au Japon (Kawasaki) et en Grande-Bretagne (Westland). Version d'assaut pour porte-avions CH-46 A Sea Knight.	JOVAIR	369	1	
	Vertol 114 Chinook	2 en tandem	3	18,02	2 turbines Lycoming T55-L-7 de 2 650 ch	33/44	15 000	4 800	240	Hélicoptère militaire (CH-47 A) dérivé du précédent.		385	1	
BRANTLY	B-2 B	1	3	7,04	1 moteur Lycoming IVO-360 de 180 ch	2	758		160	Hélicoptère léger. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,23 m de diamètre. Double commande. Autonomie 400 km.	KAMAN	Sedan 4 E	2 en tandem	
	305	1	3	8,56	1 moteur Lycoming IVO-540 de 305 ch	5	1 360		200	Hélicoptère léger dérivé du précédent. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,30 m de diamètre. Double commande.		J-2	1	
DEL MAR	Whirlymite	1	3	4,85	1 turbine AI Research GTP 30-91 de 85 ch	1	270		95	Hélicoptère léger à usages multiples. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 0,90 m de diamètre. Autonomie 145 km. Version sans pilote télécommandée.	HH-43 Huskie	2 en-grennantes	2	
DOMAN	D-10 B	1	4	14,65	1 moteur Lycoming THIO-720-A 1 A de 525 ch	8	2 500		155	Hélicoptère toutes missions. Cellule construite en Italie (Ambrosini). Rotor anti-couple arrière à 3 pales de 3 m de diamètre. Autonomie 1 200 km.	UH-2 Seasprite	1	4	



PIASECKI 16-H PATHFINDER

Nombre de pales par rotor	Dia-mètre du rotor (m)	Groupe moteur puissance (ch)	Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
3	9,75	1 moteur Lycoming HIO-360-C 1 A de 195 ch	3	885	320	155	Hélicoptère léger. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,35 m de diamètre. Autonomie 380 km.
2	6,10	1 moteur Porsche YO-95-6 de 72 ch	1	377	110	125	Hélicoptère ultra-léger pour missions militaires tactiques. Autonomie 90 km.
2	10,80	1 moteur Lycoming VO-540-B1 D de 323 ch	3	1 270		145	Hélicoptère léger civil et militaire. Versions nombreuses pour l'armée et la marine. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,68 m de diamètre. Version civile 12 E. Version L 3 avec nouveau système de stabilisation automatique du rotor. Version quadriplace L 4. Version TL 5 avec turbine United Aircraft of Canada PT 6 de 578 ch.
2	10,86	1 turbine United Aircraft of Canada PT 6 de 578 ch	6	1 600			Hélicoptère léger, passagers et fret. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,68 m de diamètre.
2	10,80	1 turbine Allison T63-A-5 de 250 ch	4			250	Hélicoptère léger d'observation pour l'armée (désignation OH-5A). Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,85 m de diamètre. Peut être équipé de 2 mitrailleuses de 7,65 mm ou de lance-grenades. Version civile FH-1100 avec turbine Allison 250-C 10 B de 310 ch ; vitesse 200 km/h. Autonomie 600 km.
3	7,60	1 moteur Lycoming de 180 ch	2	725		140	Hélicoptère ultra-léger civil et militaire (Modèle 200). Version 300 triplace. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1 m de diamètre. Autonomie 320 km.
4	8,05	1 turbine Allison T63 de 250 ch	5	1 225	465	235	Hélicoptère léger d'observation pour l'armée. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,30 m de diamètre. Peut être équipé de 2 mitrailleuses de 7,65 mm ou de lance-grenades.
3	16,75	2 générateurs de gaz General Electric YT 64	2	7 000		275	Hélicoptère expérimental. Rotor mû par éjection de gaz d'échappement en bouts de pales. Compensation du couple par éjection à l'arrière du fuselage. Rotor en autorotation en vol de croisière, les générateurs fonctionnant en turbo-éjecteurs.
3	7	1 moteur Franklin 6 A-335 de 210 ch	4	1 050		130	Hélicoptère léger. Autonomie 400 km. En dérive le modèle 4 A d'entraînement et d'applications agricoles.
3	8,25	1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch	2	615		200	Autogire léger. Autonomie 480 km.
2	14,35	1 turbine Lycoming T63-11 de 1 100 ch	14	4 000	2 000	190	Sauvetage et autres missions. Autonomie 800 km.
4	13,40	1 turbine General Electric T58-GE-8 de 1 250 ch	13	4 600		260	Hélicoptère toutes missions tous temps pour la marine. Rotor anti-couple arrière à 3 pales de 2,45 m de diamètre. Train escamotable.



MIL MI-8 Photo APN



LOCKHEED XH-51 A

HÉLICOPTÈRES (fin)

Constructeur	Type	Nombre de rotors principaux	Pas de pales (m)	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur puissance (ch)	Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations	Constructeur	Type	Nombre de rotors principaux
LOCKHEED	XH-51 A Aerogyro	1	3	10,65	1 turbine United Aircraft of Canada PT-6 de 500 ch	2	1 600	275	300	Hélicoptère expérimental à rotor rigide pour applications militaires. Rotor anti-couple arrière de 1,80 m de diamètre. Autonomie 740 km.	ITALIE		
	Model 286					5				Hélicoptère tous usages. En préparation.	AGUSTA	A-101 G	1
OMEGA	BS-12	1	4	11,90	2 moteurs Franklin 6AS-335 de 260 ch	5	2 300		150	Hélicoptère avec rotor anti-couple arrière à 2 pales de 2,40 m de diamètre. Autonomie 280 km.		A-105	1
PIASECKI	16 H Pathfinder	1	3	12,50	1 turbine United Aircraft of Canada PT-6 B-2 de 550 ch	5	2 600		280	Hélicoptère rapide. Propulsion en vol horizontal assurée par une hélice propulsive carénée à l'arrière du fuselage et sustentation en partie par une aile basse de faible envergure. Autonomie 2 500 km.		AB-204 B	1
SIKORSKY	S-58	1	4	17,08	1 moteur Wright R-1820-84B de 1 525 ch	18	5 900	2 300	155	Hélicoptère toutes missions, civiles et militaires, armée et marine. Rotor anti-couple arrière à 4 pales de 2,80 m de diamètre. Cabine conditionnée. Autonomie 400 km.	MANZOLINI	Libellula III	2 coaxiaux
	S-61	1	5	18,90	2 turbines General Electric CT 58 de 1 250 ch	28	8 620	3 300	225	Hélicoptère amphibie de transport commercial construit aussi au Japon (Mitsubishi). Rotor anti-couple arrière à 5 pales de 3 m de diamètre. Autonomie 450 km. Existe en version non amphibie. Version militaire cargo CH-3 C avec rampe de chargement arrière. Version aéronavale SH-3A anti-sous-marine.	JAPON		
	S-62	1	3	16,15	1 turbine General Electric CT 58 de 1 250 ch	12	3 675	1 100	160	Hélicoptère amphibie civil et militaire construit aussi au Japon (Mitsubishi). Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 2,45 m de diamètre. Autonomie 725 km. Version aéronavale HH-52 A.	KAWASAKI	KH-4	1
	S-64	1	6	22	2 turbines Pratt et Whitney JTFD 12 A de 4 050 ch	68	17 250	10 000	175	Hélicoptère de transport militaire ou grue volante. Rotor anti-couple arrière à 4 pales de 4,60 m de diamètre. Autonomie 280 km.	POLOGNE		
	S-65	1	6	22	2 turbines General Electric T 64-GE-6 de 2 850 ch	38	15 200	6 700	280	Transport d'assaut (CH-53A) pour le corps des Marines dérivé du précédent. Rampe de chargement arrière. Autonomie 455 km. Versions civiles à l'étude pour 48 et 65 passagers.	SWIDNIK	SM-1 W	1
SKYWAY	AC-35	1	3	11,60	1 moteur Continental de 210 ch	2	800		200	Autogire. Double commande. Autonomie 640 km.	TCHÉCO-SLOVAQUIE		
GRANDE-BRETAGNE											OMNIPOL	Z-35 Héli-Trenér	1
THRUXTON	Gadfly	1	2	8,14	1 moteur Continental IO-346-A de 165 ch	2	680		180	Autogire léger. Hélice propulsive bipale. Autonomie 355 km.	URSS		
WALLIS	WA-116 Autogyro	1	2	6,20	1 moteur McCulloch de 72 ch	1	300	190	130	Autogire ultra-léger pouvant être construit par amateurs. Autonomie 225 km. La version WA-117 sera équipée d'un moteur Continental O-200-B de 100 ch.	GASHULYAK	G-1	
WESTLAND	Whirlwind Série 3	1	3	16,10	1 turbine Bristol-Siddeley Gnome H.1000 de 1 050 ch	8/10	3 630	1 250	170	Hélicoptère dérivé du Sikorsky S-58. Versions civiles et militaires. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 2,75 m de diamètre. Autonomie 480 km.	KAMOV	Ka-15	2 coaxiaux
	Wessex Mk-2	1	4	17,07	2 turbines couplées Bristol-Siddeley Gnome Mk 110 et Mk 111 de 1 350 ch	16	6 120	1 120	213	Hélicoptère dérivé du Sikorsky S-58. Transport militaire avec version pour l'aéronavale pouvant opérer à partir de porte-avions. Rotor anti-couple arrière à 4 pales de 2,90 m de diamètre. Autonomie 770 km.	MIL	Ka-20	2 coaxiaux
	Wasp-Scout	1	4	9,83	1 turbine Bristol-Siddeley Nimbus de 1 050 ch	5	2 500	1 000	195	Hélicoptère toutes missions civiles et militaires, armée et marine. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 2,30 m de diamètre. Autonomie 490 km.		Mi-1 Moskvitch	1
											MI-4	1	4
											MI-6	1	5

Missions du rotor	Dia- mètre du rotor (m)	Groupe moteur puissance (ch)	Num- bre de pièces	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
	5	19,80	3 turbines Bristol- Siddeley Gnome de 1 250 ch	30	11 300	255	Hélicoptère civil et militaire à missions diverses. Rotor anti-couple arrière à 6 pales de 3,15 m de diamètre. Rampe de chargement arrière. Autonomie 2 000 km.
	2	8,40	1 turbine Turboméca de 270 ch	2	900	185	Hélicoptère léger tous usages à rotor système Bell. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,30 m de diamètre. Autonomie 330 km.
	2	13,41	1 turbine Bristol- Siddeley Gnome H.1200 de 1 250 ch	8	3 860	200	Hélicoptère moyen civil et militaire dérivé du Bell UH-1 B Iroquois. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 2,80 m de diamètre. Autonomie 475 km. Version AB. 205 pour 14 passagers, diamètre du rotor 14,50 m.
IX	2	10	1 moteur M 332 de 140 ch ou Continental O-300-C de 145 ch	2	850	85	Hélicoptère léger. Double commande. Autonomie 300 km.
	2	11,32	1 moteur Lycoming TVO-435 A 1 A de 260 ch	4	1 300	140	Hélicoptère léger toutes missions dérivé du Bell Model 47 G. Rotor anti-couple arrière à 2 pales de 1,78 m de diamètre. Autonomie 400 km.
	3	14,35	1 moteur Li T-3 de 575 ch	4	2 460	170	Hélicoptère tous usages dérivé du Mil Mi-1 russe. Rotor anti-couple arrière à 3 pales de 2,50 m de diamètre. Autonomie 600 km. Version SM-2, 5 places.
	3	8,80	1 moteur Walter M-332 de 140 ch	2	725	210	110 Transport ultra-léger, passagers et fret pouvant décoller de la plate-forme d'un camion. Rotor anti-couple arrière de 1,52 m de diamètre. Version pour traitements agricoles.
	3		1 moteur 2 cyl. de motocyclette	1	200	90	Hélicoptère ultra-léger pour clubs.
IX	3	10	1 moteur AI-14 V de 275 ch	2		125	Hélicoptère toutes missions (en particulier traitements agricoles). Autonomie 500 km. Version Ka-18 à fuselage allongé, 4 places.
IX	3	10	2 turbines				Hélicoptère anti-sous-marins.
	3	14	1 moteur Ivchenko AI-26 V de 575 ch	4	2 250	150	Hélicoptère toutes missions construit aussi à Pologno. Existe en version amphibie. Rotor anti-couple arrière à 3 pales de 2,50 m de diamètre. Autonomie 600 km. Version dérivée Mi-2 pour 8 passagers avec 2 turbines Isotov GTD-350 de 800 ch.
	4	21	1 moteur ASH-82 V de 1 700 ch	8/11	7 200	1 200	160 Hélicoptère toutes missions civiles et militaires pouvant être équipé de flotteurs gonflables pour opérations amphibies. Rotor anti-couple arrière à 3 pales de 3,60 m de diamètre. Version militaire pour 14 hommes ou fret divers. Autonomie 400 km. Lui est apparenté le modèle Mi-8 à charge utile accrue (3 000 kg) pouvant emporter jusqu'à 24 passagers.
	5	35	2 turbines Soloviev TB-2 BM de 5 700 ch	70/120	43 900	270	Hélicoptère le plus grand et le plus lourd du monde. Rotor anti-couple arrière à 4 pales. Autonomie 500 km. Version grue volante Mi-10.



MIL MI-6 Photo APN

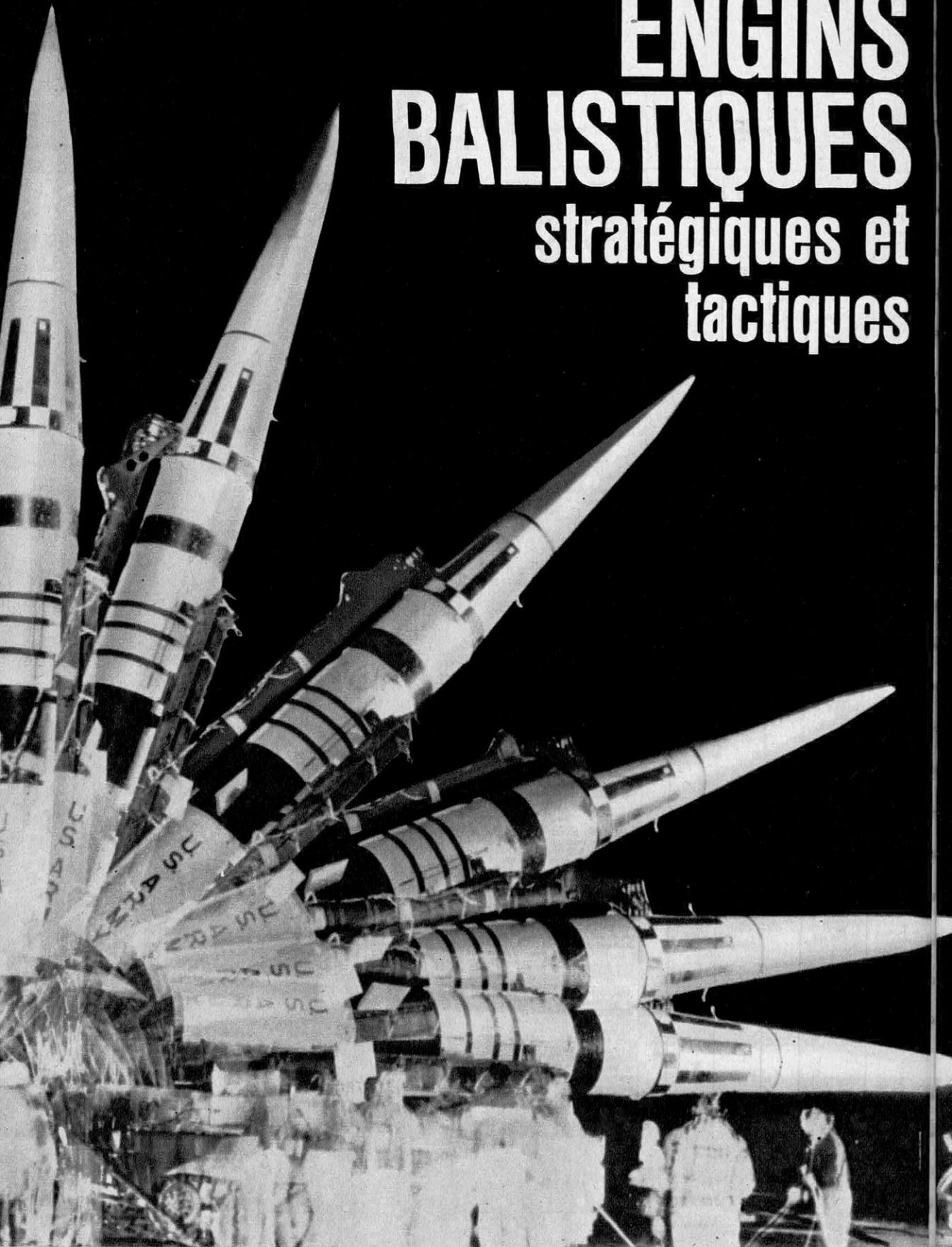


MIL MI-10 Photo APN



SIKORSKY S-64

ENGINS BALISTIQUES stratégiques et tactiques



D'année en année, l'engin étend la place qui lui est faite. Pour la première fois, la loi-programme militaire française votée fin 1964 prévoit la mise en chantier de deux engins balistiques stratégiques à charge nucléaire : un engin sol-sol qui équipera des bases de lancement enterrées et suppléera les *Mirage IV* réservés aux missions tactiques ; un engin mer-sol destiné aux trois sous-marins à propulsion atomique dont le premier a été mis en chantier.

Mais ce ne sont là que les derniers progrès d'une arme qui, stratégique ou tactique, chargée en explosif nucléaire ou chimique, prête à intervenir contre tous les objectifs, sous-marins, terrestres, aériens ou spatiaux, tend à éliminer le canon de toutes les missions qu'on lui réservait naguère. Des cent mégatonnes (1) de l'engin « global » qui atteint son objectif après avoir parcouru la moitié ou plus d'un grand cercle terrestre jusqu'aux quelques kilos d'une charge creuse guidée par fil, l'engin propulsé par fusée est devenu l'arme de prédilection du combattant terrestre, naval ou aérien.

L'engin stratégique : puissance, précision et protection

Une fois de plus, aux États-Unis comme en U.R.S.S., l'engin balistique stratégique va être développé dans les trois voies qui lui sont ouvertes : puissance, précision et protection.

La puissance est affaire de poids au départ, de poussée et d'impulsion spécifique de la charge propulsive. Sur le *Poseidon*, le nouvel engin *B-3* qui prend le nom du dieu grec des mers et des tremblements de terre pour succéder au *Polaris*, un effort, qui se chiffrera par deux milliards de dollars, s'appliquera dans ces trois directions. De même longueur que le *Polaris A-3* (9,45 m), le *Poseidon* aura un diamètre accru, la même portée de 4 500 km pour une charge relevée d'une à deux mégatonnes, et un combustible solide comportant l'additif au beryllium expérimenté sur les plus récentes versions du *Minuteman*. Les *Polaris A-1* et *A-2* seront progressivement retirés du service pen-

(1) L'énergie d'une charge nucléaire s'évalue conventionnellement en équivalent d'explosif chimique classique, la mégatonne correspondant ainsi au million de tonnes de trinitrotoluène (TNT).

Sur ce cliché à expositions multiples apparaît en cours de pointage le *Pershing*, le plus récent engin de l'U.S. Army, au poids de 4 500 kg et à la portée de 740 km. Le *Pershing* et son véhicule chenillé de lancement sont transportables par hélicoptère.

dant que la plus grande partie des 33 sous-marins déjà construits et des 8 sous-marins en chantier seront aménagés pour recevoir, au choix, des *A-3* et des *B-3*, avec interposition d'un « sabot » permettant l'éjection à l'air comprimé de l'engin de moindre calibre. A la portée commune des deux engins, pratiquement tout objectif, si enfoncé soit-il dans l'intérieur d'un continent, sera justiciable du sous-marin.

Simultanément, on annonce que l'écart probable sera réduit de moitié par rapport au *Polaris A-3*, cette fois encore par recours au dispositif de guidage du *Minuteman 2*. Les seules données officielles sur la précision des engins balistiques remontent aux essais de janvier 1960, exécutés par l'U.R.S.S. contre un objectif du Pacifique, à 12 500 km de la base de lancement. Les cônes de charge, si l'on en croit le communiqué publié alors, tombèrent à moins de 2 km de l'emplacement fixé.

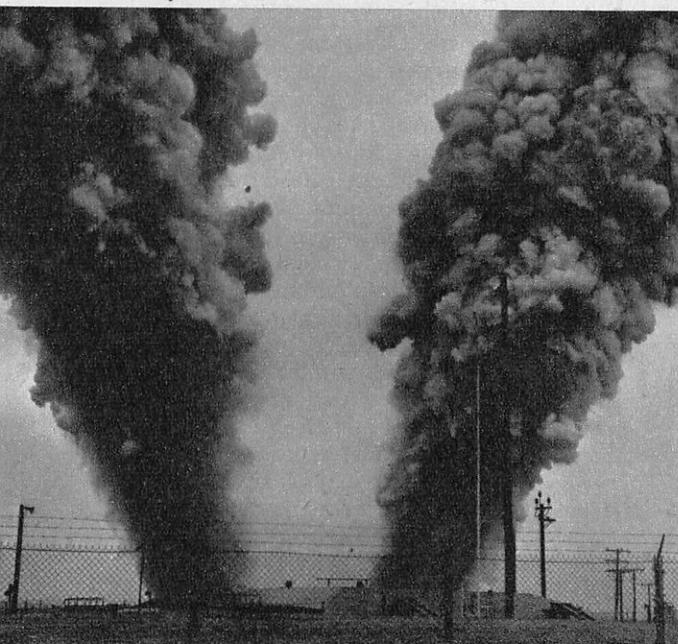
Avec des écarts probables de l'ordre du kilomètre aux portées voisines de 5 000 km, les charges de 2 mégatonnes obligent à poser de nouveau le problème de la protection en silos. Pour les *Minuteman*, l'U.S. Air Force s'est contentée jusqu'ici d'installations capables de supporter une surpression de 300 psi (*pound per square inch*), soit 20 kg/cm². La menace d'une explosion de puissance double à une distance réduite de moitié relève les surprises dans le rapport de 1 à 16. Faut-il renforcer les installations, les établir par exemple pour 3 000 psi (200 kg/cm²) ? Ou ne vaut-il pas mieux multiplier les installations actuelles, en dispersant bien entendu les nouvelles, au degré où elles ne courraient aucun risque d'être mises hors de service par une attaque inopinée ? C'est très probablement à cette dernière solution que se ralliera le département américain de la Défense qui va disposer dès juillet 1966 d'un millier de *Minuteman* en silos.

Cependant, l'étude d'un engin balistique de puissance accrue est déjà lancée par l'U.S. Air Force. Les prototypes, pour lesquels on conserverait les mêmes combustibles solides en usage sur les dernières versions du *Minuteman*, verront leur diamètre passer des 1,37 m du *Polaris A-3* (13 600 kg) et 1,88 m du *Minuteman 2* (31 750 kg) à 3,96 m. Leur poids s'établirait donc vers les 250 000 kg, alors que



Lancement du Polaris A-3, le plus récent des engins balistiques en service sur les sous-marins de l'U.S. Navy. A deux étages avec corps en plastique et fibre de verre, le Polaris A-3 peut placer à 4 600 km une charge nucléaire d'une demi-mégatonne.

Mis à feu à l'intérieur de son silo, un engin Titan II entame sa trajectoire. Ce colosse ne pèse pas moins de 150 t. Il est capable de détruire un objectif distant de 10 000 km grâce à un cône de charge de plus de 5 mégatonnes.

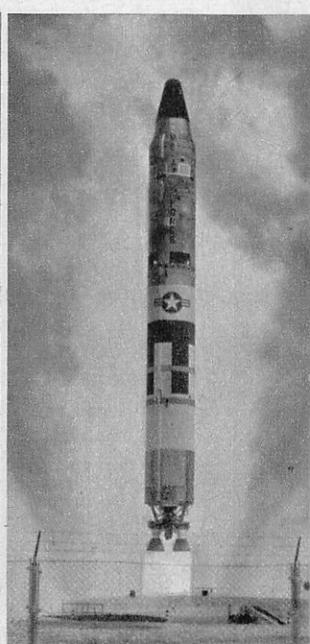


le *Titan 2*, à combustibles liquides, ne dépasse pas 150 000 kg; le poids du cône de charge, limité vers 3 000 kg sur le *Titan 2*, pourrait se rapprocher des 12 000 à 15 000 kg attribués aux plus récents engins soviétiques de 100 mégatonnes. La disposition retenue pour la charge de poudre est celle du bloc « segmenté », obtenu par empilage d'éléments de longueur à peine supérieure au diamètre.

L'engin anti-engins

Cette année encore, M. McNamara, secrétaire à la Défense, a repoussé la décision à prendre quant à la construction de série d'un engin anti-engins dans ses deux versions successives, *Nike-Zeus* et *Nike-X*. On conçoit l'hésitation devant un programme engageant 15 à 20 milliards de dollars, sans certitude d'une protection efficace.

Cependant, en novembre 1964, l'anniversaire de la révolution soviétique a donné aux dirigeants de Moscou l'occasion de présenter les derniers engins anti-engins qu'ils prétendent déployer autour des grandes villes soviétiques. A en juger par leurs dimensions, ils dépassent largement en puissance le *Nike-Zeus* et le *Nike-X*. Tel est l'aboutissement du matériel dont le maréchal Malinovsky, ministre de la Défense, affirmait en septembre 1961, devant le 22^e Congrès du Parti, qu'il « avait résolu avec succès le problème de la destruction des engins en vol ». Plus optimiste encore, M. Khrouchtchev avait ajouté, à l'été 1962, qu'il détenait une parade aux engins capable « d'atteindre une mouche dans le ciel ».



Les responsables américains, qui n'ont cependant pas ménagé les crédits au *Nike-Zeus*, commandé à la Western Electric au printemps 1957, puis au *Nike-X* qui lui succéda en mars 1963, n'ont jamais partagé cet optimisme. De 1957 à 1962, plus d'un milliard de dollars a été engagé dans la mise au point de ces deux matériels. Elle continue sur la base de 500 millions de dollars accordés pour l'année fiscale 1966.

On n'a jamais douté que les procédés modernes de détection, de détermination instantanée des trajectoires par calculateurs électroniques et de téléguidage puissent placer un engin défensif à charge nucléaire suffisamment près d'un engin offensif pour le détruire dans la haute atmosphère. Les expériences conduites contre des *Atlas*, tirés de la base de Vandenberg (Californie) sur l'îlot de Kwajalein, à 6 900 km de là, en firent la preuve dès juillet 1962. En septembre 1964, le président Johnson annonçait même que le *Nike-Zeus* avait pu intercepter des véhicules spatiaux.

Mais cette volatilisation d'un cône de charge dans la boule de feu de l'engin défensif laisse subsister toute une série de problèmes qui sont loin d'être résolus.

L'assaillant aura évidemment soin d'équiper ses cônes de charge d'une fusée provoquant l'explosion, lors d'un échauffement imprévu, avant cette volatilisation. Or, la puissance des engins soviétiques, même si elle n'atteint pas les 100 mégatonnes, convient parfaitement à des destructions incendiaires s'étendant sur des dizaines de milliers de kilomètres carrés, lors d'une explosion à grande altitude, 80 000 m à 100 000 m par exemple. On a même attribué l'évolution soviétique vers les grosses charges, en 1960-64, à une réaction contre le programme d'engins anti-engins américains.

Au surplus, la charge livrée par l'engin offensif sera-t-elle simple ou multiple ? Cette seconde hypothèse ne peut pas être exclue, surtout aujourd'hui où l'U.R.S.S. dispose d'engins de quelque 500 000 kg au départ, les États-Unis suivant avec un programme d'engins de 250 000 kg. Faudra-t-il alors tirer autant d'engins défensifs qu'il apparaîtra d'objets différents sur l'écran des radars ?

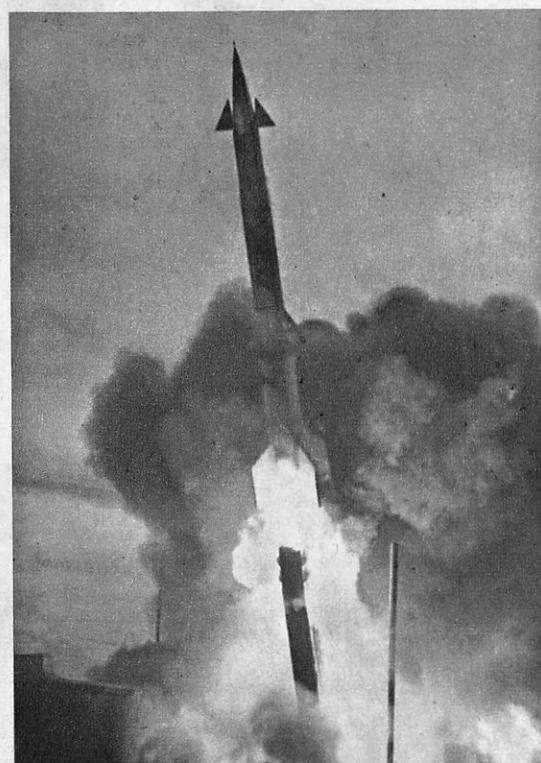
Rien n'impose d'ailleurs une division véritable du cône de charge en fragments explosifs exigeant chacun une destruction. Les débris du dernier étage de l'engin de lancement, réservoirs, moteurs, tuyères, fragmentés par une charge d'explosif chimique prévue à cette fin, accompagneront le cône de charge sur toute sa trajectoire. Ils s'en écarteront progressivement, sous l'effet de cette petite explosion initiale. Distants de quelques kilomètres, ils formeront une gerbe d'éléments dont la destruction exigera pour chacun un engin anti-

engins séparé. Il n'est pas question de distinguer au radar ces « *decoys* », ces leurres, par l'intensité des signaux réfléchis. Cette réflexion ne permet qu'une mesure de surface et non de masse. Or certains de ces fragments, ceux du réservoir et du corps d'engin en particulier, auront naturellement des dimensions du même ordre que le cône de charge, qu'ils suivront ou précéderont sans distinction possible dans le quasi-vide de la haute atmosphère.

Enfin, toute une série d'« aides à la pénétration » compléteront utilement ces « *decoys* » purement passifs. On s'efforcera de diminuer le pouvoir réflecteur du cône de charge aux longueurs d'onde utilisées par les radars, d'augmenter au contraire le pouvoir réflecteur des « *decoys* », de les compléter par des engins explosifs attirés par ces radars, de donner au cône de charge une certaine manœuvrabilité à la rentrée dans la haute atmosphère, etc.

Sans doute tout cet attirail finira-t-il par être séparé balistiquement sous l'effet du freinage des éléments les moins lourds de la gerbe. C'est une question d'altitude et, si l'on attend même que l'ensemble descende vers 40 000 à 50 000 m, tout ce qui n'est pas cône de charge organisé pour cette pénétration dans la basse atmosphère disparaîtra en se consumant. L'*U.S. Air Force*, qui propose d'appliquer à la multiplication de ses engins offensifs les crédits qu'on enlèverait au *Nike-Zeus* et au *Nike-X*

Tir d'un Nike-Zeus. Cet engin anti-engins est de conception assez ancienne (1957), mais il est encore au stade expérimental. Il est propulsé par une fusée à poudre. Cette fusée développe une poussée de 205 000 kg.



ENGINS BALISTIQUES

de l'*U.S. Army*, a fait étudier par deux spécialistes de la Rand Corporation, MM. Holbrook et Gross, l'altitude maximum à laquelle les radars, complétés même par des détecteurs à infrarouge ou ultraviolet, pourraient exécuter cette séparation balistique. Suivant leur perfection, ont-ils répondu, l'altitude limite serait de 60 000 à 80 000 m, dans des régions où la densité est de l'ordre du dix-millième de sa valeur au sol. De toute façon on ne pouvait escompter la séparation vers 100 000 m, où la densité tombe au millionième de sa valeur au sol et où la prétention de détruire par des explosions nucléaires l'ensemble des objectifs menaçants n'aurait d'autre effet que de renforcer les destructions incendiaires attendues d'une charge puissante.

Au début de 1964, pas moins de 24 études différentes, dotées de plusieurs centaines de millions de dollars, étaient conduites, sous la direction de l'*U.S. Air Force*, par le *Ballistic Missile Re-entry Systems Office*. Les différentes aides à la pénétration avaient été longuement expérimentées en utilisant les tirs d'essais des *Atlas* et *Titan 1* retirés du service. De l'avis général, le coût des dispositifs de détection et des engins défensifs surpasserait largement celui des engins offensifs qu'ils auraient mission d'intercepter. Si le maréchal Malinovsky pouvait affirmer en septembre 1961 que les engins soviétiques échappaient, vraisemblablement grâce à leur puissance unitaire, à

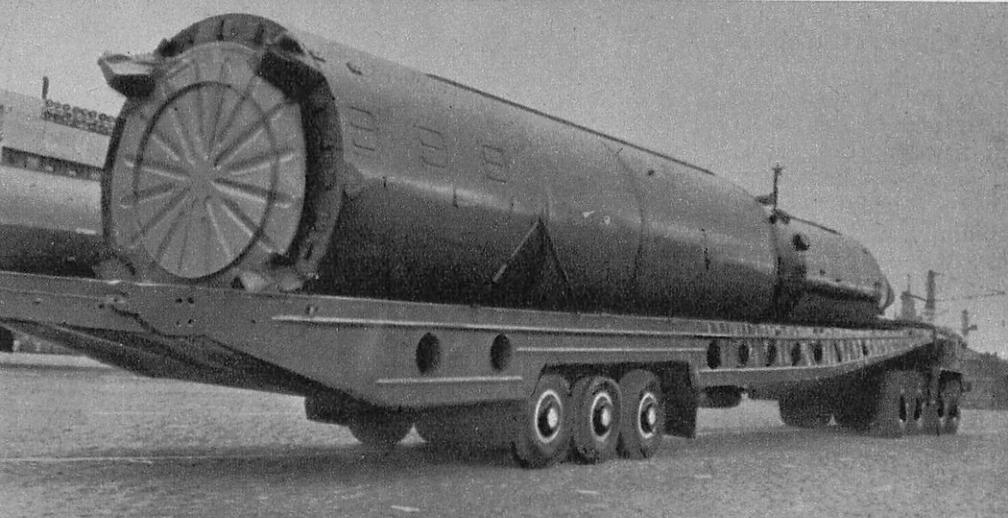
l'interception dont il menaçait les engins américains, ceux-ci reprenaient l'avantage grâce à leur nombre et à leurs aides à la pénétration. Une fois de plus, dans la lutte entre les progrès de l'arme et ceux de la protection, celle-ci s'entendant de l'ensemble des engins mis en place pour l'interception et du renforcement plus coûteux encore des silos, c'est la puissance et la perfection de l'arme qui l'emportent.

Les engins tactiques

Posé depuis longtemps par les armes nucléaires sol-sol et air-sol à la disposition des forces aériennes stationnées en Allemagne occidentale, le problème des armes nucléaires tactiques est revenu à l'ordre du jour le 16 décembre dernier. L'agence allemande D.P.A. venait d'annoncer que le général Trettner, inspecteur général de la *Bundeswehr*, avait proposé au comité militaire de l'OTAN d'établir, le long de la frontière Est de la République fédérale, « un barrage de mines atomiques ». Rentrant à Washington le lendemain, après participation au conseil de l'OTAN, M. McNamara, secrétaire à la Défense, confirmait la substance de ces informations et les précisait. Des charges atomiques pour démolitions, disait-il, sont déjà stockées en Allemagne occidentale. En novembre, l'*U.S. Army* avait fait des essais de franchissement d'entonnoirs ainsi ouverts dans le Nevada pour étudier leurs



Ces deux engins anti-engins soviétiques ont été présentés au défilé du 47^e anniversaire de la Révolution d'Octobre. Les dirigeants soviétiques affirment que déjà de tels missiles assurent la protection des grandes villes contre d'éventuels engins adverses.



Le Little John, un engin non guidé de l'*U.S. Army*, au poids de 355 kg et à la portée de 16 km, a été étudié et construit par l'arsenal de Redstone. Cette arme tactique peut être munie également d'une charge nucléaire.



L'engin-fusée Honest-John, mis au point par Douglas en 1950, n'a qu'une faible portée (35 km) et ne possède pas de système de guidage. Il peut emporter une charge conventionnelle ou une charge d'explosif nucléaire.

utilisées dès la première phase d'une attaque caractérisée. »

« L'escalade » des armes conventionnelles vers les armes nucléaires tactiques, puis vers les armes nucléaires stratégiques soulève à la fois des questions de principe et des problèmes d'exécution quant aux armées, de terre, de mer ou de l'air, qui auront à y jouer le rôle principal.

Sur le principe, deux doctrines s'affrontent, celle que M. Foster Dulles, secrétaire d'État du général Eisenhower pendant ses deux présidences, lui avait fait accepter, et celle de M. McNamara, secrétaire à la Défense du président Kennedy puis du président Johnson.

M. Foster Dulles ramenait à une formule simple sa stratégie de réplique graduée, c'est-à-dire du passage des armes conventionnelles aux armes nucléaires tactiques, celles qui visent la destruction des forces militaires, puis aux armes stratégiques, celles qui visent la destruction de la production industrielle et agricole ou des populations. Elle tenait en deux phrases : si l'adversaire m'attaque avec des armes conventionnelles, je riposterai avec des armes nucléaires tactiques ; s'il emploie à son tour des armes nucléaires tactiques, je riposterai avec des armes nucléaires stratégiques. La « *flexible response* », la riposte adaptée, attribuée à la plupart des conseillers militaires de M. McNamara, se présente sous une forme moins tranchée. Elle admet, jusqu'à un certain point, la conduite des opérations menées par des armes conventionnelles et réserve le choix du moment où, devant l'échec patent de celles-ci, on ferait appel aux armes nucléaires tactiques puis, s'il est nécessaire, stratégiques.

effets sur les transports en surface. D'ailleurs, publant en janvier dernier, comme chaque année, le rapport sur ses activités de l'année précédente, l'*Atomic Energy Commission* ajoutait à la traditionnelle fabrication de cônes de charge pour *Minuteman* et *Polaris* la production de « charges de démolition » de puissance et de nombre non précisés, complétant les quelques dizaines de milliers de charges stratégiques et tactiques attribuées aux États-Unis.

Sans doute, devant l'émotion soulevée en Allemagne par cette annonce, M. von Hassel, ministre de la Défense, démentait-il le 22 décembre que son pays eût l'intention de procéder en temps de paix à la pose des mines. Mais cette réponse soigneusement calculée n'excluait ni les préparatifs, ni la mise en place au moindre incident.

Au surplus, malgré les protestations élevées aussitôt à l'Est, M. von Hassel précisait sa position en janvier dans *Foreign Affairs*. « Le seuil atomique, écrivait-il,... doit être fixé très bas parce que l'Europe, tête de pont sans profondeur, ne peut accepter de perdre du terrain ou de voir diminuer son potentiel. Pour l'éviter, des mines nucléaires de démolition, des armes nucléaires terrestres, doivent pouvoir être



ENGINS BALISTIQUES

La doctrine de Foster Dulles, tout comme celle qui est à la base de l'étude germano-américaine d'un champ de mines nucléaires, laisse à l'envahisseur la responsabilité de l'escalade tout en évitant le maintien en service, pour des résultats discutables, d'importantes forces conventionnelles. Elle vise la parade à la menace d'une armée soviétique débouchant des territoires que contrôle l'U.R.S.S. pour envahir l'Allemagne occidentale, ou plus généralement un des pays de l'Alliance Atlantique. Elle estime que le pays intéressé, ou ses alliés, sont en droit d'arrêter cette invasion au moyen d'armes nucléaires tactiques ne s'attaquant qu'aux forces conventionnelles de l'ennemi et limitant les destructions au territoire envahi. Sans doute, le recours à de telles armes expose-t-il à la destruction des richesses et de la population de la zone ainsi protégée, encore que ce ne soit pas sûr pour les habitants, qui pourraient y échapper si on les évacuait lors d'une tension diplomatique laissant prévoir des hostilités. Mais c'est affaire entre les autorités du pays envahi et ses administrés, si, les premières ayant pesé le pour et le contre, décident d'établir plus ou moins rapidement un *no man's land* au voisinage et en deçà de leur frontière. L'affaire devient toute différente si l'envahisseur réplique par des armes nucléaires tactiques de même puissance. Il s'expose alors à détruire, en même temps que les

combattants, les civils de la région qu'il envahit, donc à une riposte visant sa propre population. Tel petit village qui aura été incendié par un engin soviétique prétendument tactique, à vingt kilomètres à l'Ouest du rideau de fer, justifie la riposte d'un *Minuteman* ou d'un *Polaris* sur Moscou.

La crainte d'une escalade inconsidérée de l'arme conventionnelle à l'arme stratégique est alors affaire de puissance et de portée. Après quelques années de réflexion, l'un des spécialistes américains de la stratégie nucléaire, M. Henry A. Kissinger, revenait sur son acceptation initiale des armes atomiques tactiques en cas d'invasion. Il s'inquiétait de la différence entre les fonctions attribuées à ces armes selon les pays et souvent même à l'intérieur de chacun d'eux. Il ne fait pas de doute que l'*U.S. Army* s'expose à de telles critiques, lorsqu'elle équipe ses forces stationnées en Allemagne de *Pershing* portant à 740 km et prévus pour une destruction d'objectifs lointains, déclarés « militaires », en territoire ennemi.

Cependant, les craintes de M. Kissinger ne sont pas généralement admises, même par des « analystes » comme M. Raymond Aron, que l'on ne saurait accuser de pousser inconsidérément à « l'ascension aux extrêmes » reprochée à la doctrine officielle française. « On voit mal, écrit-il (1), pourquoi l'Occident ne chercherait pas à dissuader une attaque soviétique en Europe occidentale en menaçant d'employer des armes atomiques tactiques... Après tout, à l'âge atomique, une des méthodes encore offertes aux agresseurs est celle du fait accompli... Une insistence excessive sur la discrimination

(1) *Le Grand Débat : Initiation à la Stratégie Atomique*, Paris — Calmann-Lévy 1963 (p. 186).

Défilé d'engins soviétiques sur la Place Rouge le 1^{er} mai 1964. Ci-dessous l'engin sol-sol à moyenne portée « Sandal » (désignation OTAN). Ci-contre, de droite à gauche, des engins anti-engins placés sur des remorques, puis des engins sol-air de dimensions plus réduites sur affût chenillé double ou simple.



Lancement d'un *Sergeant*, engin balistique construit par Sperry. Le *Sergeant* pèse 4 520 kg et sa portée maximum est de 135 km. En service depuis 1963 dans les unités spécialisées des armées américaine et allemande.

entre l'explosif classique et l'explosif atomique pourrait finalement suggérer à l'agresseur éventuel que l'espace de la frontière soviétique à l'Atlantique constitue, entre les deux sanctuaires de l'U.R.S.S. et des États-Unis, un théâtre d'opérations à l'intérieur duquel les hostilités resteraient confinées, de même que la Corée entre le sanctuaire mandchou et le sanctuaire japonais.»

Aux quelques centaines, peut-être même quelques milliers, d'engins balistiques disponibles en Europe pour les deux missions, stratégiques et tactiques, de l'armée soviétique, l'*U.S. Army* en oppose toute une gamme, de portée et de puissance croissantes, développée depuis quinze ans.

L'Honest John, au poids de 2 600 kg, mis à l'étude par Douglas en 1950, comme le *Little John*, sa réduction étudiée en 1956, sont actuellement construits par l'arsenal de Redstone. Avec des portées de moins de 20 km, le guidage n'a pas été jugé nécessaire. La charge explosive est, au choix, chimique ou nucléaire. Plusieurs bataillons, équipés de 254 engins chacun, sont en service en Europe occidentale et au Japon.

Le guidage par inertie commence dès le *Corporal*, de Firestone, en service depuis 1954, remplacé par le *Sergeant*, de Sperry, qui équipe depuis 1963 les unités de l'*U.S. Army* stationnées en Europe et trois bataillons de l'armée allemande. Le poids commun des deux engins est d'environ 4 600 kg; la portée, avec



charge nucléaire, de 135 km. Le *Lance*, commandé en 1962 à Ling-Temco-Vought, en est une version allégée, à guidage simplifié, pour une portée de 50 km seulement.

Avec le *Redstone* et le *Pershing*, l'*U.S. Army* dispose d'engins couvrant par leur puissance et leur portée toutes les missions qu'on peut qualifier de tactiques. Étudié par l'arsenal du même nom et construit en série par Chrysler, le *Redstone*, tiré pour la première fois en 1953, pèse 20 400 kg et porte à 320 km. Sur le *Pershing*, commandé à Martin en 1958 pour lui succéder, l'engin a été allégé au poids de 4 500 kg, équipé d'un moteur-fusée à deux étages, la poudre remplaçant les combustibles liquides; la portée a été simultanément relevée à 740 km.

Faut-il aller plus loin ? Le général Norstad l'avait proposé lorsqu'il quitta son commandement du SHAPE, en demandant un M.M.R.B.M. (*Mobile Medium-Range Ballistic Missile*). Plusieurs études suivirent cette suggestion, celle d'un engin entièrement nouveau, celle d'un *Polaris* tiré sur remorque, celle d'un *Minuteman* réduit à ses deux derniers étages. Aucune de ces solutions n'a finalement été retenue et il ne semble pas très urgent de compléter par un nouveau matériel la longue liste des engins balistiques sol-sol, mer-sol et air-sol.

Camille ROUGERON





Sous les ailes d'une Stratofortress, deux missiles Hound Dog air-sol d'une portée de près de 1 000 km, pro

L'arsenal des missiles

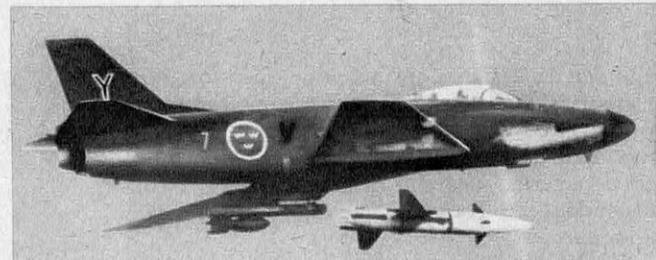
Si, dans les domaines stratégique et tactique, les missiles ont partiellement supplanté les bombardiers pilotés d'une part et l'artillerie conventionnelle d'autre part, leur champ d'utilisation est en fait beaucoup plus vaste.

Qu'il s'agisse de l'attaque aérienne d'objectifs terrestres ou maritimes (missiles air-sol), de la défense contre les menaces aériennes (missiles sol-air), du combat entre véhicules volants (missiles air-air) ou du combat rapproché entre éléments des forces terrestres, l'engin sans pilote est présent dans tous les secteurs du combat moderne et de jour en jour son rôle y devient plus important.

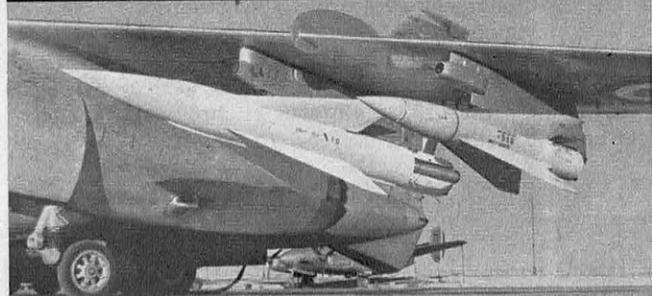


pulsés à Mach 2 par turboréacteur.

AIR-SOL



Le Robot Rb 04 de l'Armée de l'Air suédoise, bombe-fusée autoguidée de 650 kg pour l'attaque des navires.



Deux missiles air-sol tactiques français, les Nord AS-30 (à gauche) et AS-20 téléguidés de 500 et 140 kg.



L'engin-leurre Quail à turboréacteur, conçu pour représenter la même « surface-radar » qu'un gros bombardier.

Missiles air-sol

Encore qu'il ne soit pas parvenu à supplanter complètement la bombe et la roquette non-guidée, le missile air-sol fait aujourd'hui partie de l'arsenal de toutes les armées de l'air.

On peut *grossièrement* classer les missiles air-sol en trois familles : les missiles à longue portée, les missiles de champ de bataille et les missiles de contre-mesures.

Le renforcement des défenses anti-aériennes, notamment par l'emploi de missiles sol-air, a conduit à l'étude d'engins devant permettre aux bombardiers de prononcer leur attaque sans affronter les défenses rapprochées, natu-

rellement les plus denses, et qui, étant de dimensions plus réduites, plus difficiles à repérer et de vitesse largement supersonique, accroissent considérablement les chances de succès de la mission.

Si certains projets comme le défunt Skybolt américain ou l'AS-2 français devaient avoir un vol balistique, les missiles air-sol se présentent généralement sous la forme d'engins munis de gouvernes aérodynamiques, capables d'effectuer des évolutions leur permettant à la fois l'alignement sur l'objectif et le dérobement.

Aussi bien pour les bombardiers américains (Boeing B-52), qu'anglais (Vulcan et Victor) ou soviétiques (Badger Tu-16, Bear Tu-20 ou

Blinder de désignation inconnue), des missiles propulsés d'une portée de 150 à 1 000 km, sont prévus. Le Mirage IV français emporte, pour le moment, une bombe de chute libre à laquelle ses caractéristiques aérodynamiques permettent cependant de franchir quelques dizaines de kilomètres.

Le North American Hound Dog à turbo-réacteur et guidage par inertie équipe les versions G et H de la Stratofortress B-52. Sa portée est de 800 à 1 000 km, sa vitesse de l'ordre de Mach 2, sa charge nucléaire de 4 mégatonnes. Il peut naviguer au ras du sol, ce qui diminue considérablement sa vulnérabilité.

De formule assez comparable, mais de portée plus réduite, le Blue Steel anglais est propulsé par une fusée et non par un réacteur. Sa vitesse



Montés sur affûts doubles, ces missiles sol-air russes ont quelque 9 m de long. Ils sont lancés par fusées à poudre et propulsés en vol par statoréacteur.



Le Seacat est le missile de défense antiaérienne rapprochée standard de la Royal Navy. Il est tiré d'un affût quadruple et guidé à vue ou par radar.

Le Redeye est considéré comme le plus petit missile à autoguidage infrarouge. Il pèse 13 kg et est destiné à la défense contre avions volant bas.

est plus élevée, mais la distance franchissable en vol propulsé est plus réduite (320 km). On pense cependant qu'elle peut être prolongée d'un parcours en vol plané. Le système de guidage par inertie prévient tout brouillage.

Du côté soviétique, quatre types sont connus: le Kangaroo équipant le TU-20 à turbopro-pulseurs; le Kitchen, largement supersonique, semi-noyé dans le fuselage du Blinder; le Kipper du Tu-16 Badger C (une unité sous le fuselage) et le Kennel du Badger B (deux unités sous les ailes).

Pour l'armement de leurs bombardiers supersoniques Mirage IV et TSR-2, les gouvernements français et britannique ont décidé voici un peu plus d'un an de lancer en commun



le missile air-sol AS-37. Ce missile pourra équiper aussi le Phantom II utilisé par la *Royal Air Force* et la *Royal Navy*. Il semble que l'AS-37 doive être construit en deux versions, une offensive (anglaise) et une anti-radar (française), les deux versions pouvant se substituer l'une à l'autre sur les mêmes avions.

Les missiles de champ de bataille sont ceux qui arment les chasseurs-bombardiers dans leurs missions de soutien ou de destruction d'objectifs fixes ou mobiles. Leur variété est assez grande. Il s'agit d'armes de dimensions modestes qui, parfois, dérivent de missiles sol-sol.

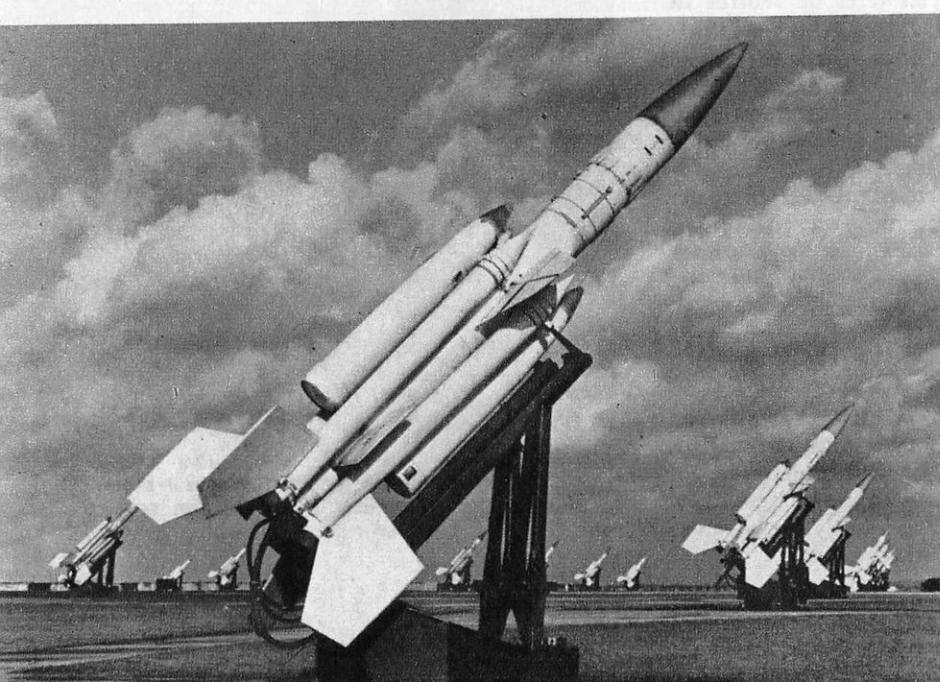
Le plus répandu de ces missiles est le Martin Bullpup qui existe en plusieurs versions avec divers systèmes de propulsion, de guidage et de charge. L'une d'elles peut recevoir une tête nucléaire. Ce missile est construit en Europe par un consortium groupant la Grande-Bretagne, la Turquie, le Danemark et la Norvège. Pour lui succéder, on prépare l'AGM-53 Condor, d'une portée de plus de 60 km, susceptible de recevoir une tête nucléaire ou conventionnelle.

En France, Nord-Aviation a produit l'AS-30 en restant fidèle à la formule aérodynamique qui a fait ses preuves sur l'AS-20 et l'AA-20. Sélectionné par la *Royal Air Force* et retenu par l'Armée de l'Air française, il intéresse d'autres forces aériennes. Actuellement muni d'un système de radioguidage, l'AS-30 fait l'objet d'études visant à la mise au point d'une télécommande automatique. Il pourra recevoir ultérieurement une tête nucléaire. Sa portée est supérieure à 10 km.

Pour des avions plus lents et notamment ceux employés contre les objectifs marins,



En service dans l'U. S. Army et le Corps des Marines, le missile sol-air Hawk est aussi fabriqué en Europe. Son système d'autoguidage radar lui permet de distinguer et de poursuivre sa cible mobile parmi de multiples échos fixes.



Propulsé par deux statoréacteurs après lancement par quatre fusées à poudre largables, le BAC Bloodhound équipe les défenses antiaériennes de la Royal Air Force. La version Mk. 2 a été aussi livrée à la Suède et la Suisse.

Nord a mis au point l'AS-12 qui dérive de son SS-12, notamment par adoption d'un système de radio-guidage à la place du filo-guidage.

L'U.R.S.S. dispose de plusieurs types de missiles air-sol, qu'on a pu remarquer au cours des présentations en vol de Tuschino; on ne sait rien de leurs performances. La Suède, enfin, met au point le SAAB-305 destiné principalement à son avion de combat Viggen 37. On ignore si la production du Robot 04, tiré du SAAB-32 Lansen se poursuit encore actuellement.

Au titre des missiles de contre-mesures, citons le Shrike anti-radar de l'*US Navy* et le leurre McDonnell Quail qui, lancé d'un bombardier B-52, attire les missiles ennemis vers les échos électroniques qu'il simule; un dispositif d'autodestruction se déclenche à l'extinction du réacteur. Depuis peu, les B-52 sont équipés d'autres missiles de contre-mesures logés dans des nacelles placées sous les ailes, mais on ignore leur nature.

Missiles sol-air

Les missiles de défense anti-aérienne sont en constante évolution, suivant en cela les progrès des avions qui volent de plus en plus vite à des altitudes sans cesse plus réduites d'où un accroissement des difficultés d'interception. En même temps, la généralisation de l'attaque aérienne dans toutes les phases du combat a imposé que des armes efficaces soient mises à la disposition de troupes terrestres même dispersées en dispositifs légers.

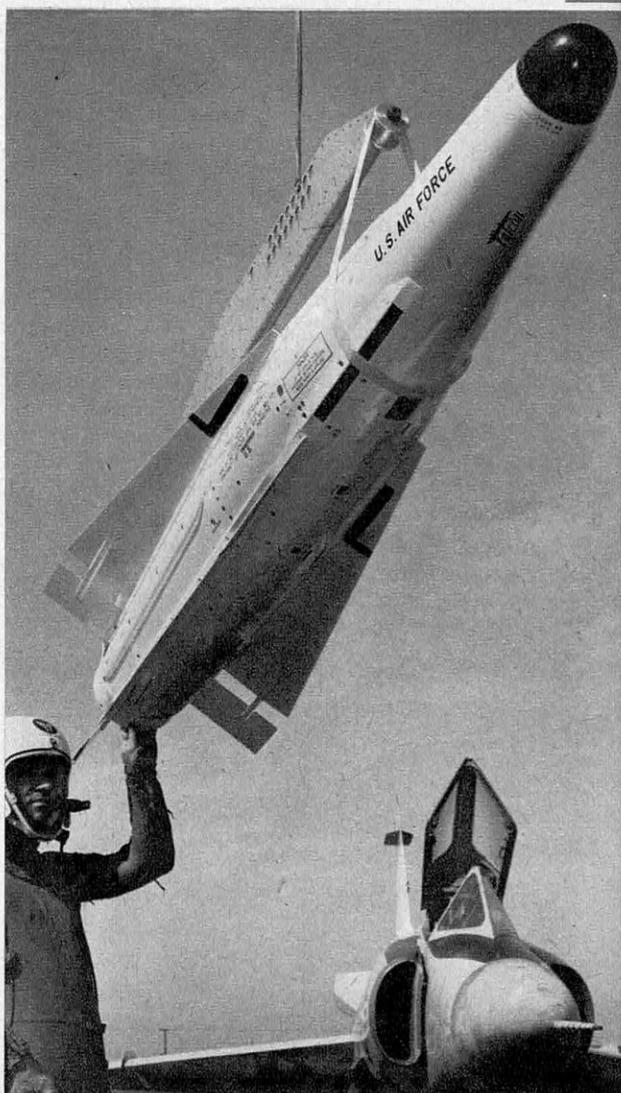
Il existe une quantité de missiles sol-air de différentes catégories. Ceci va du Redeye des fantassins aux Nike X, Nike Zeus et Sprint qui visent les satellites ou les têtes de rentrée de missiles stratégiques.

L'U.R.S.S. paraît être particulièrement avancée en ce domaine. Depuis l'affaire du Lockheed U-2 de Cooper, abattu au-dessus de l'Union Soviétique, l'efficacité des missiles de DCA russes a été démontrée à plusieurs occasions, notamment en Chine. En effet, des missiles de différents types ont été livrés à tous les pays dont l'armement est d'origine soviétique.

Outre leurs missiles anti-missiles déjà cités, les États-Unis alignent une large gamme de missiles sol-air, mais la plupart de type ancien comme les Bomarc, Nike Ajax et Nike Hercules. Rien de nouveau à dire du Hawk, en service dans plusieurs pays. Pour l'armement des navires, l'*US Navy* dispose toujours de ses Terrier et Tartar, le premier existant aussi dans une version évoluée RIM-2D. Elle dispose

aussi du Talos auquel devait succéder le Typhon, abandonné l'année dernière.

Pour l'avenir, on prépare aux U.S.A. l'*Army Air Defense System 70*, destiné à protéger les sites de tir des Nike Zeus et Sprint contre les missiles lancés d'avion. Si l'AADS-70 n'en est encore qu'au stade des études préliminaires, le Sprint est quant à lui déjà physiquement défini. Complément du Zeus, il aurait pour but de détruire la tête nucléaire assaillante pour le cas où le premier missile n'aurait at-



Missile air-air pouvant porter une charge nucléaire, le Hughes AIM 26 A Nuclear Falcon à autoguidage semi-actif a été mis en service sur les chasseurs-bombardiers Delta Dagger.



Le Sparrow III à autoguidage radar vole à Mach 2,5 et porte à 15 km. Il emporte une charge

explosive de 27 kg et équipe les chasseurs embarqués des VI^e et VII^e Flottes américaines.

teint qu'unurre. Tiré à la dernière minute — et jusqu'à 20 secondes avant l'impact de la charge — le Sprint serait accéléré à 20 g pour détruire sa cible à une altitude telle que la déflagration nucléaire éventuelle n'ait que des effets limités.

De chacun de ses trois engins, Bloodhound, Thunderbird et Seaslug, la Grande-Bretagne a tiré des versions Mark 2 actuellement en service et qui font l'objet de commandes de plusieurs pays. En ce qui concerne les matériels nouveaux, les efforts ont surtout porté sur les missiles embarqués. Le CF 299 Sea Dart destiné à l'armement de navires plus petits que les frégates County armées de Seaslug, est mis au point par le même groupe que ce dernier. Autour de Hawker-Siddeley Dynamics sont groupés la General Electric Co, Sperry,

AEI, EMI Electronics, Ferranti, NV Hollandse Signaalapparaten, Vickers-Armstrongs (Engineers) et Bristol-Siddeley. Toujours entouré du plus profond secret, le Sea Dart doit entrer en service d'ici deux ans. Il a été retenu par les Pays-Bas pour l'armement de la nouvelle frégate Van Speijk de 2 200 tonnes. Une version terrestre est annoncée, particulièrement séduisante par ses dimensions permettant le transport par air.

Short poursuit la production de son Seacat de défense rapprochée, retenu par neuf pays, et continue de promouvoir activement la version terrestre Tigercat. De plus, en collaboration avec les firmes françaises Electronique Marcel Dassault et Engins MATRA, cette société a proposé le missile Aramis destiné à la défense des troupes engagées à terre et



Sur un chasseur naval Hawker-Siddeley Sea Vixen Mk. 2, quatre missiles Red Top à guidage infrarouge. Volant à Mach 3, et portant à 11 km, ils ont une charge explosive de 31 kg.



Un Mirage III est ici armé d'un missile Matra R-530 qui, propulsé par fusée à deux étages, atteint Mach 2,7 et porte à 18 km. Le missile peut être à autoguidage radar ou infrarouge.

ANTICHARS

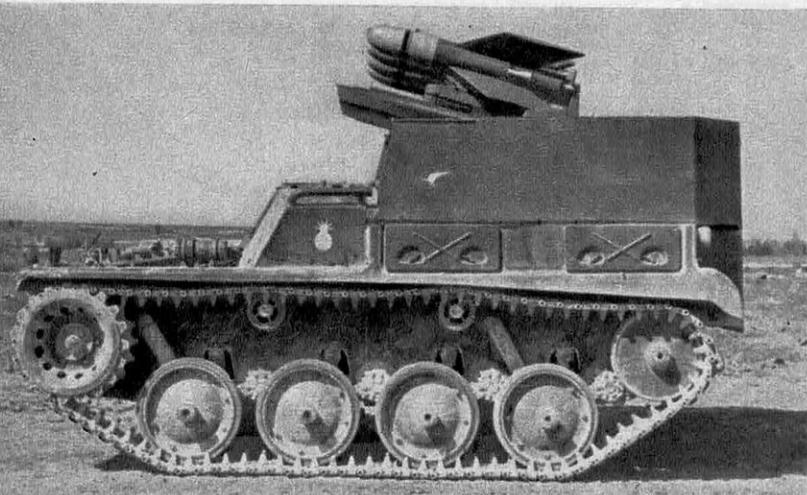
lancé à partir de véhicules légers ; Aramis semble toutefois devoir être sans avenir, outre-Manche au moins, le BAC ET-316 ayant été commandé en septembre 1964. Ce missile léger, comparable au Mauler américain qui semble rencontrer quelques difficultés de mise au point, est en concurrence avec le projet franco-allemand SABA (Sol Air Basse Altitude) développé par le tandem Nord-Bölkow et qui sera sans doute construit en série sous le nom de Roland. Tiré par une batterie de tubes pointée à l'aide de radars, ce missile croisera à Mach 2. Il doit intercepter des cibles se déplaçant à basse altitude et haute vitesse, entre des portées limites de 500 et 6 000 m, et les premiers tirs ont déjà eu lieu. Ce missile est la synthèse des travaux de Nord sur son projet Athos et de Bölkow sur son projet P-250.

Équipée de Nike et de Hawk, la France a renoncé jusqu'à présent à des missiles de DCA nationaux ; une exception est faite pour le Masurca (Marine Surface Contre Avion) dont la Marine Nationale termine la mise au point et qui doit équiper dans sa deuxième version les frégates lance-engins.

La réalisation la plus spectaculaire en matière de missile sol-air est sans aucun doute le minuscule Redeye américain, enfin construit en série au terme d'une longue mise au point. Ce missile autoguidé, de 1,10 m de long et de quelques centimètres de diamètre, est tiré de l'épaule d'un fantassin à l'aide d'un tube muni d'une lunette de visée. Une tête infrarouge le guide automatiquement sur l'assaillant.



Ainsi se présentera la mise en œuvre en campagne de l'arme antichars Tow. A l'arrière, un servant porte l'engin dans son container.



Le Nord SS-11 est un missile léger de champ de bataille antichars ou antipersonnel à guidage à vue par fils adopté par de très nombreux pays.



Le Vigilant anglais ne pèse au lancement que 14 kg et se tire d'une

Missiles air-air

Les performances des intercepteurs s'accroissent continuellement et seul un armement adapté leur permettra de poursuivre leur carrière.

La plus récente révélation en la matière a été le Hughes AIM-47A, associé au système d'armes trisonique Lockheed YF-12A. Héritier du GAR-9, ce missile est directement dérivé du Falcon, en service depuis de nombreuses années, mais ses dimensions, de même que ses performances, sont largement supérieures. Autre étude en cours chez Hughes, l'AIM-54A Phoenix est destiné à l'avion à géométrie variable F-111.

On poursuit d'autre part la production des missiles tels que le Sparrow et le Sidewinder américains — ce dernier construit sous licence en Europe — ou le Genie, à tête classique ou nucléaire. Au Firestreak anglais a succédé le Red Top destiné aux Lightning Mk.3 et au Sea Vixen Mk.2.

En France, enfin, le Matra R-530 est entré en service sur les Mirage III de l'Armée de l'Air et les Crusader de l'Aéronavale, tandis qu'il est exporté dans divers pays utilisateurs du Mirage, dont l'Australie et l'Afrique du Sud et peut-être aussi Israël. Ce missile est parfois considéré comme le meilleur du monde dans sa catégorie.

Missiles antichars

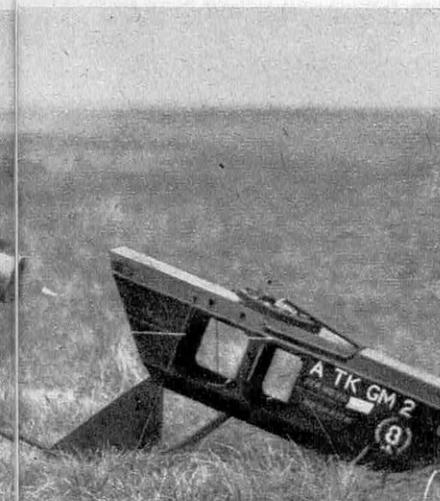
Les missiles antichars, de dimensions réduites et de technologie relativement simple,



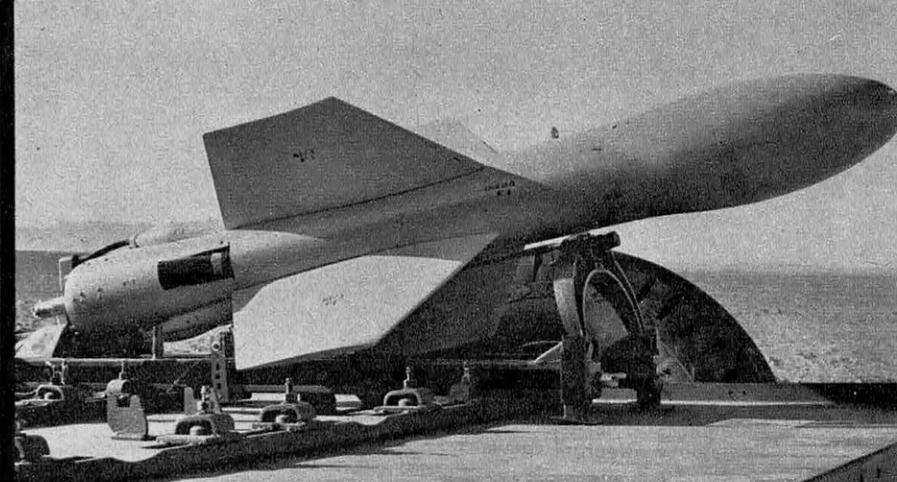
Ce véhicule tous-terrains porte 12 Bantam, missile antichars standard de l'armée suédoise.

font l'objet de travaux dans de nombreux pays, chacun voulant avoir sa propre arme en ce domaine. Ainsi en est-il pour la France, la Suède, la Suisse, l'Italie, l'Allemagne, la Russie, l'Angleterre, le Japon, auxquels on pourra sans doute ajouter bientôt l'Indonésie, l'Afrique du Sud, l'Inde et l'Egypte. De leur côté, après avoir utilisé les différentes productions de Nord-Aviation, les États-Unis ont lancé diverses études nouvelles qui d'ailleurs ne viennent pas en concurrence avec la génération actuelle des productions françaises.

Les deux projets les plus intéressants de l'industrie américaine sont le Shillelagh, tiré du canon d'un char et le Hughes Tow d'une portée de 2 000 m.



rampe légère aisément transportable ou montée sur véhicule.



Dérivé du SS-11 de 30 kg, le Nord SS-12 en pèse 75. Il est aussi guidé par fils et sa portée dépasse 6 km. Il existe en version air-sol AS-12.

Si la Grande-Bretagne, après avoir construit son BAC Vigilant, s'équipe avec le nouveau Swingfire, elle reste — comme le monde entier — cliente de Nord-Aviation qui sort actuellement plus de 3 000 missiles par mois, le total de production dépassant les 200 000 unités. Actuellement, les Entac, SS-II et SS-12 sont en fabrication.

En collaboration avec Bölkow, Nord a mis au point deux nouveaux missiles antichars, les MILAN (Missile d'Infanterie Léger ANti-char) et HOT (High subsonic Optically guided Tube launched). Guidés par fils, ces missiles sont en essais depuis un an, ils ont des ailettes repliables et sont propulsés par poudre.

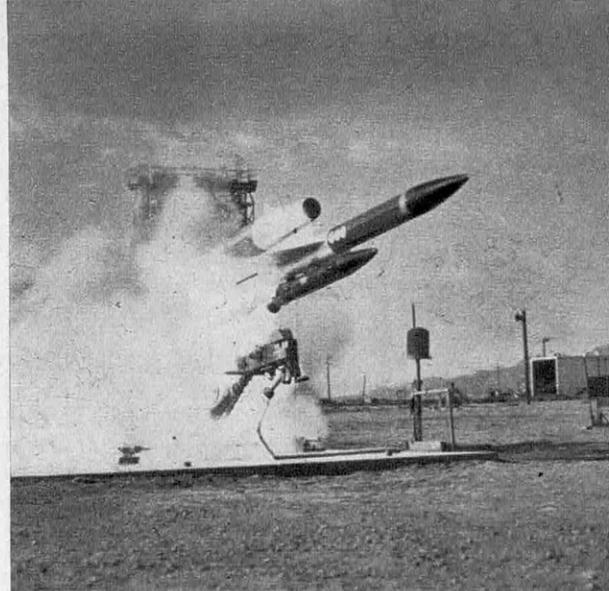
Ajoutons enfin que Nord-Aviation a considérablement amélioré ses missiles classiques par la mise au point d'une télécommande automatique.

Missiles divers

Pour la lutte antisous-marin, la firme française Latécoère a développé le Malafon et la Minneapolis-Honeywell américaine l'Asroc auquel doit succéder le Goodyear Subroc.

Le Malafon, qui arme certains navires français, est un petit planeur, accéléré par une fusée à poudre, qui porte une torpille autodirectrice à proximité du sous-marin attaqué. Dans l'Asroc, la partie aérodynamique de la trajectoire est remplacée par une phase balistique, la torpille étant elle aussi à guidage acoustique.

Destiné aux submersibles qui peuvent le tirer en plongée, le Subroc est lancé d'un tube lance-torpille normal, à plusieurs kilomètres de l'adversaire. A une première phase sous-marine succède une trajectoire balistique



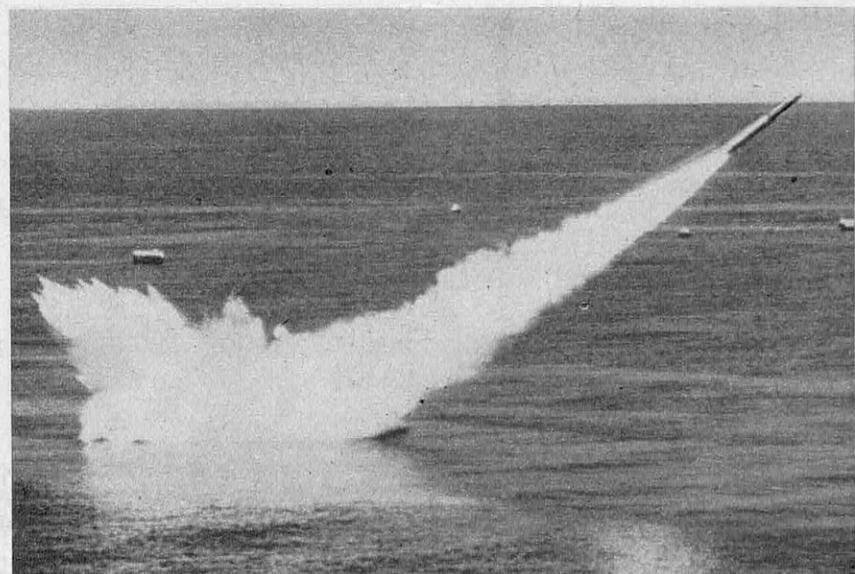
Le Redhead/Roadrunner est un engin-cible à statoréacteur capable de voler entre 90 et près de 20 000 m d'altitude avec des vitesses subsoniques ou supersoniques dépassant Mach 2.

aérienne qui porte le missile à proximité de l'objectif. La charge militaire rentre alors dans l'eau à grande vitesse. La portée est de l'ordre de 40 km et la charge peut être nucléaire.

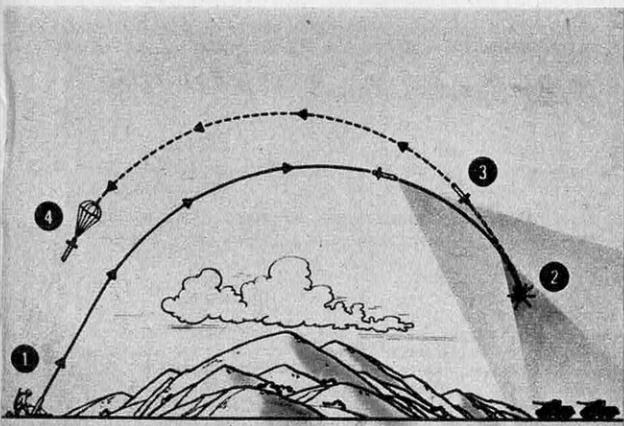
Les Soviétiques disposent de missiles de petites dimensions embarqués sur des vedettes de la classe Komar, tandis que des versions SM-20 (Sol-Mer) et MM-20 (Mer-Mer) de la cible CT-20 de Nord-Aviation ont été développées pour la Suède qui doit les construire sous licence.

Deux autres catégories de missiles militaires existent, sans parler des missiles spatiaux : les missiles de reconnaissance et les cibles.

Les cibles sont un moyen efficace et écono-



Le missile antisous-marins Subroc, après lancement par un sous-marin en plongée, sort ici de l'eau pour effectuer sa course à vitesse supersonique et retomber au voisinage de sa cible.



Muni de fusées à chaque extrémité, le missile de reconnaissance Lockheed Ping-Pong, lancé en 1, rebrousse chemin en 2 et, après sa trajectoire de retour 3, retombe en parachute en 4.

mique d'entraîner les servants des batteries de missiles ou de canons de DCA, voire les pilotes de chasse. Il en existe une vaste gamme dont les vitesses s'étagent entre 350 km/h et Mach 2, certaines étant constituées par des chasseurs transformés comme le QF-104. Les cibles emportent généralement des systèmes électroniques qui, outre le comptage des points ou l'évaluation de la proximité du passage des missiles, amplifient l'écho afin de simuler le « volume » d'un bombardier.

Parmi les modèles les plus récents, citons le CT-41 de Nord-Aviation (Mach 2,5), les JDA B-4 et Kawasaki KAQ-5 japonais (environ Mach 1), le Beech 1019 (Mach 2,5), le

North American Redhead-Roadrunner (de Mach 0,9 à Mach 2) et le curieux autogyre Northrop NV-101.

Les missiles de reconnaissance sont en général dérivés des cibles. Ces petits avions sans pilote, à vol radioguidé ou préprogrammé, sont porteurs de caméras dont les prises de vues sont parfois télévisées pour exploitation immédiate. Ces véhicules sont en général récupérables.

Les États-Unis en possèdent divers types dont le plus spectaculaire utilise une voilure souple « Delta Wing ». En France, Nord-Aviation a mis au point le R-20 à partir de son CT-20 et la Belgique aurait aussi un projet en ce domaine (MBLE).

Cependant, le véhicule le plus insolite est la fusée Ping-Pong qui, lancée obliquement (60°), effectue une trajectoire balistique, s'immobilise un instant au-dessus des lignes adverses pour des prises de vues, renverse le sens de sa marche et revient à son point de départ.

Tel est le panorama que l'on doit retenir de la technique des missiles en 1965. En l'espace de quelques années, ces véhicules ont atteint une maturité remarquable qui se traduit par une grande efficacité et une bonne fiabilité. Ils sont loin d'avoir atteint leur pleine expansion et d'autres types de missiles peuvent être imaginés : missiles de ravitaillement ou même missiles transports de troupes.

Bénéficiant de techniques qui vont sans cesse s'améliorant, tant en ce qui concerne l'électronique que les propulseurs, les missiles ne surclasseront sans doute jamais complètement l'avion piloté, mais ils le relaieront dans certaines de ses missions, le complétant dans d'autres.

R. MOTAI



De l'engin-cible télécommandé par radio Nord CT-20 dérivent le R-20 de reconnaissance et le missile sol-mer ou mer-mer M-20, ci-contre, destiné à la Marine suédoise, portant à 250 km.

LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE AVIATION

24, Rue Chauchat, Paris 9^e - Tél. TAI 72 86

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. Prix F 4,00

AÉRODYNAMISME

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 hélice sustentatrices. Liste des planches et tableaux. Monographies de souffleries. Profils d'ailes. 795 p. 16 × 25, 660 fig., relié, 1958 F 73,00

AÉRODYNAMIQUE DE L'AVION. Chaffois J. — Tome I: Caractéristiques longitudinales (en régime d'incompressibilité). — Rappel des notions de base: Caractéristiques physiques des fluides. Relations fondamentales. Généralités sur les écoulements fluides. Ailes. Profils. Caractéristiques longitudinales de l'avion (en régime d'incompressibilité). Caractéristiques géométriques des ailes et des profils. — Caractères aérodynamiques des ailes : portance, traînée, moment de tangage; influence des modifications de forme géométrique. Hypersustentation. Stabilité longitudinale statique de l'aile volante. — Appareil de formule classique : Polaires. Foyers « manche bloqué », « manche libre »; courbes « position-manche » et « réaction-manche » en vol rectiligne. Compensation des gouvernes. Points de manœuvre manche bloqué et manche libre; déplacements et efforts par « q ». — Entrées d'air et prises de pression (statique et d'arrêt). — Effets généraux de la viscosité : nombre de Reynolds; profils laminaires. — 246 p. 16 × 25, 330 fig., 1962 F 41,00

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 vitesses. 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 F 98,00

MÉCANIQUE DU VOL. Les qualités de vol des avions et des engins. — Lecomte P. — Définitions et équations générales. L'équilibre longitudinal. Stabilité dynamique longitudinale. Le mouvement longitudinal : Comportement gouverne libre. La compensation. Synthèses et exigences. L'équilibre transversal. Stabilité dynamique transversale. Le mouvement transversal : Comportement gouvernes libres. La compensation. Synthèses et exigences. Les petits mouvements : Séparation des mouvements. Mouvement longitudinal et mouvement transversal : Étude des petits

mouvements autour du vol rectiligne. Les méthodes harmoniques. La représentation vectorielle. Le décrochage. La vrille. Les problèmes liés à la vitesse : Compensation. Aérodistorion. L'influence de nombre de Mach et de la vitesse de roulis sur les qualités de vol. Remarques sur le cas des engins 400 p. 19 × 28, 280 fig., relié toile 1962 F 96,00

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 agité. 160 p. 16 × 25, 115 fig., 2^e édit., 1960 F 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. 358 p. 14 × 22, 324 fig. 3^e édit. 1963. F. 32,00

CONSTRUCTION - MOTEURS

RÉSISTANCE DES MATERIAUX APPLIQUÉS A L'AVIATION. Vallet P. — Rappel des notions de mathématiques et de mécanique. Résistance des matériaux généraux. Complément de résistance des matériaux généraux. Application particulières de la résistance des matériaux en construction aéronautique. 848 p. 19 × 27, 528 fig., 49 pl., annexes avec fig. et tabl., relié, 1950 F 70,00

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: Tracage, perçage, mise au contour. Formage. Profilage, cintrage. Forgeage, filage, fonderie. Fraisage à longue course. États de surface. Usinage par étincelage et par ultrasons: usinage chimique. Traitement. L'assemblage: Rivetage. Soudage. Collage. Nids d'abeilles. Matériaux composites et plastiques. Le montage des ensembles. Cadencement des opérations. Outilages d'assemblage. L'aménagement et le montage final: Équipement des ensembles. Chaines 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 F 125,00

TECHNIQUE AÉRONAUTIQUE (Avions-Missiles). Maurice de Lorris R. — Généralités, classifications, aperçus de synthèses. Modes de propulsion des appareils volants et missiles. Principes de construction résultant de la mécanique du vol et de la résistance des matériaux. Architecture générale et configuration des avions et giravions; technologie des ensembles et organes principaux. Les problèmes techniques déterminent la conception : caractéristiques,

performances, qualités et aptitudes. Les problèmes technologiques déterminant la réalisation : assemblages, installations de bord, servitudes internes et externes. Les engins autopropulsés guidés ; classification ; description et comparaison des missiles. Le guidage ; des systèmes de navigation ; téléguidage et autoguidage des engins balistiques et spatiaux. Éléments pratiques de technique aéronautique : étude et expérimentation des prototypes ; modification ; variété des problèmes affluents. 256 p. 16 x 25, 53 fig., 20 planches photos, 12 tableaux, 1 dépliant hors-texte, relié toile, 1961 F 47,00

ESSAIS EN VOL. Performances et qualités de vol. Renaudie J. **Tome I. Étalonnage. Performances: Étalonnages.** — Passage sur base. Passages à la tour. Accompagnements. Avions balise. Étalonnage : d'incidence, de dérapage. Méthodes continues d'étalement. **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 x 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, atterrissages et décollage. Vol à puissance dissymétrique. 164 p. 16 x 25, tr. nbr. fig., 2^e édition, 1960. Les deux volumes ensemble F 39,00

MOTEUR 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'emballage. Recherche des efforts dans l'emballage. Calcul de résistance des organes de l'emballage. 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. Carburation. 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 F 140,00

LE TURBORÉACTEUR ET AUTRES MOTEURS A RÉACTION. Kalnin A. et Laborie M. — Bases de propulsion par réactions : moteurs, combustibles, matériaux. **Turboréacteurs :** compresseurs, chambre de combustion, turbine, alimentation, allumage. **Énergétique des turboréacteurs en utilisation :** installations, entretien, pannes. **Fusées, statoréacteurs, pulsoréacteurs, motoréacteurs, turbopropulseurs, propulsion par réaction et vol vertical :** hélicoptères, appareils divers. 402 p. 16 x 25, 280 fig., relié toile, 1958 F 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 F 12,00

TURBINES A GAZ ET RÉACTEURS. Lefort P. — Compoundage du moteur à pistons. Turbine à gaz, étude théorique. Turbine à gaz, problème du carburant. Pulsoréacteur, statoréacteur et fusée. Turbine à gaz, problèmes pratiques de fonctionnement. Réalisations de turbines à gaz et de réacteurs. Applications pratiques. Perspectives d'avenir. Propulsion atomique. 203 p. 13 x 19,5, 59 fig., 24 pl. hors-texte. 1953 F 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 F 22,00

Tome II: Les Moteurs: Caractéristiques de quelques avions récents. Montage, réglage et entretien des avions. Les planeurs. Les moteurs d'avion (étude théorique et pratique). Les moteurs à réaction et turbines à gaz. 328 p. 13,5 x 21, 206 fig., 2^e édit., 1956 F 22,00

L'HÉLICOPTÈRE. Théorie et pratique. Lefort P. et Menthe R. — Introduction: Unités S.I. Généralités aérodynamiques. Configuration du rotor. Éléments constitutifs d'un hélicoptère: Rotor, Groupe moteur. Cellule. Organes de transmission. Commandes de vol. — Calcul des performances et essais en vol. — Stabilité, maniabilité et manœuvrabilité. Problèmes divers de résistance des matériaux. Pratique des hélicoptères: Missions de l'hélicoptère. Hélicoptère Sud-Aviation 3130-Alouette II. Hélicoptère Sud-Aviation 3160-Alouette III. Hélicoptère Sud-Aviation 1221-Djinn. Hélicoptère Sud-Aviation 3210-Super-Frelon. Aperçu sur quelques hélicoptères étrangers 208 p. 16 x 24 109 fig., 1963 F 24,00

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 F 12,50

PILOTAGE - NAVIGATION - 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 F 15,00

LA NAVIGATION AÉRIENNE A GRANDS TRAITS. Molène P.A. — La navigation en général. De l'observation. Le problème de direction. La navigation astronomique. La droite de hauteur. Des diverses routes entre les points géographiques. Instruments de report et d'observation: Les cartes, le sextant. La navigation radioélectrique. Forme de la propagation, onde, longueur d'onde. Emploi des procédés radioélectriques en navigation. Utilisation de l'émission sur la recherche directionnelle. Divers aspects de la radiogoniométrie. Les radios compas. Extension de la méthode radioélectrique; radiophares plus complexes; les ranges. La navigation radioélectrique; Le consol; les procédés hyperboliques. Un nouveau moyen classique: le VOR. Autre grand classique de la navigation: Le gyroscope. Le radar. Quelques mots sur l'altimétrie. Notes sur les diverses ondes. 288 p. 11,5 x 18, 144 fig. et nbr. illustr. 1962 F 13,00

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'hydravion. Le V.S.V. Le vol à voile. Les voitures tournantes. L'atterrissement sans visibilité. 260 p. 16,5 x 25, nombr. fig., 1951 F 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'atterrissement. 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 1963 F 14,00

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 F 9,60

A B C DE NAVIGATION AÉRIENNE à l'usage du jeune pilote. Périé E. — Avant-propos. Définition limitative. Vitesse, route et cap. Triangle des vitesses, dérive, cap vrai. Le cap magnétique, le cap compas. Mesure de vitesse-sol, temps de vol et cap inverse. Contact. Formulaire. A tous vents! 48 p. 13,5 x 19, 16 fig. 1 tableau de route, 1963 F 6,00

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. Annexes: Cartes synoptiques. Transmission 40 p. 15 x 21,5, 6 tabl., 1954. Les 2 vol. F 32,00

LA MÉTÉOROLOGIE DU NAVIGANT. Viaut A. — Données premières du problème météorologique. Les mouvements de l'atmosphère. Masses d'air. Fronts et cyclones. Les individus météorologiques. Les bases de la protection météorologique de la navigation aérienne. La protection météorologique de la navigation aérienne. 296 p. 16 x 24, 52 illustr. des principaux états du ciel, 7 pl. nouv. édit. 1965 F 36,00

MANUEL DE MÉTÉOROLOGIE DU VOL A VOILE. Bessemoulin J. et Viaut A. — L'atmosphère et les principaux éléments météorologiques. Stabilité. Instabilité. La convection thermique. Formation et évolution des cumulus. Le vol à voile thermique. Action du relief sur l'écoulement de l'air. Le vol à voile dans les ascendances de relief. La circulation générale de l'atmosphère et les fronts. Le vol à voile devant un front froid. Le vol à voile en France. 222 p. 16 x 24, 165 fig., 2^e édit. revue et mise à jour, 1956 F 14,00

LES HOMMES VOLANTS. Sellick B. — Traduit de l'américain par le Cdt David. — Premier ouvrage traitant du parachutisme sportif, enseigne l'art et la technique de la « nage aérienne ». Cet ouvrage, à l'usage des débutants et des parachutistes avertis apprend comment atterrir, amerrir, effectuer des tonneaux, des loopings, des vrilles. Il vous révèle comment vous placer dans les différentes positions de la chute libre, comment virer, comment corriger les pertes de contrôle, etc. Origine et développement du parachutisme. Utilisation moderne du parachute. Description et utilisation du parachute. Comment plier un parachute. L'entraînement au sol. Les sauts élémentaires. Techniques avancées de la chute libre: nage aérienne. Le saut de compétition. 256 p. 13 x 21, 150 photos et fig., cart. 1964 F 15,00

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 F 14,00

CONCEPTION ET PERFORMANCES DU RADAR CLASSIQUE. Delacoudre P. et Sondt J. — Structure générale d'une station radar. Équation générale du radar. Portée et probabilité de détection. Protection contre les échos de pluie. Echos de sol et système M.T.I. Diagrammes de couverture. Réalisation pratique des dispositifs M.T.I. Système A.T.I. (ou E.E.S.). Calcul de portée et choix des solutions. Perspectives d'avenir. 224 p. 16 x 24, 234 illustr. 1964 F 36,00

RADARS. Théories modernes. Carpentier M. — Signal et bruit. Rappel de résultats connus sur le calcul des probabilités. Portée, précision, pouvoir de résolution d'un radar. Analyse des principes de fonctionnement de quelques radars typiques. Bruits et fonctions d'autocorrélation. Comportement des cibles réelles. Fluctuation des cibles. Propagation. Mesure des angles avec un radar, performance d'un radar faisant plusieurs mesures consécutives, couverture assurée par un radar. 180 p., 16 x 25, 98 fig., 1963 F 32,00

PRINCIPES DU RADAR. Technique de base. Applications des U.H.F. Delacoudre P. — **Principes du radar:** Principes généraux. Phénomènes vibratoires. Ondes électromagnétiques. Liaisons radio-électriques. Tubes à rayons cathodiques. Les antennes. Les cibles. Éliminations des échos fixes. Parties constitutives d'un radar. Types de radar et index. **Technique des U.H.F.:** Limites des circuits classiques. Lignes de transmissions et stubs. Guides d'ondes. Limites des tubes classiques Klystrons et magnétron. 216 p. 16 x 24, 400 illustr. 1962 F 18,00

DIVERS

L'HOMME, L'AIR ET L'ESPACE. Les origines (de l'Antiquité à 1914). Dollfus Ch. — Les précurseurs. Les ballons, les aérostats. Les pionniers. La force motrice. Naissance de l'aviation. **Hostilités et paix (de 1914 à 1945).** Beaubois H. — La première guerre aérienne (1914-1918). Les applications civiles. L'aviation militaire. Les applications civiles. L'aviation militaire. Les progrès techniques. Une guerre du ciel (1939-1945). **L'ère aérospatiale (de 1945 à 1965).** Rougeron C. — Les cellules. Les moteurs. Aviation militaire. Aviation civile. Les engins. L'aérospatiale. — 550 p. 24 x 32, relié pleine toile, orné de fers à doré; contenant plus de 1 500 illustrations en noir et en couleurs (photographies, reproductions d'estampes, de peintures ou d'objets de musées et de collections) une table analytique des matières et un index général des mots cités intéressant l'histoire de l'aéronautique et de l'astronautique. 1965 F 128,50

L'AVIATION ET SON HISTOIRE. Josephy A. Préface et adaptation de Noetingen J. — Le miracle des ailes: de l'Antiquité au XVII^e siècle. Le ballon: du XVIII^e à la fin du XIX^e siècle; de la Montgolfière aux premiers Zeppelins. L'apprentissage: le XIX^e siècle et les toutes premières années du XX^e siècle. Le bon départ: 1903-1914. Première guerre mondiale: 1914-1918. Les années Vingt. Les années Trente. Deuxième guerre mondiale. Triomphe allié: 1942-1945. L'après-guerre. Index de 1 500 mots. 416 p. 21,5 x 28,5, 500 illustr. dont 145 en couleurs, relié pleine toile. 1964 F 80,00

DICTIONNAIRE DE L'AÉRONAUTIQUE en six langues: français, espagnol, italien, portugais et allemand, préparé et classé d'après l'ordre alphabétique des mots anglais. **Dorian A.-F. et Osenton J.** — Ce dictionnaire polyglotte comprend non seulement tous les termes directement applicables à l'aéronautique, tels ceux de l'aérodynamique, de la technologie des turbines et des moteurs à explosion ou des cellules d'avions, de la navigation aérienne, etc., mais également le vocabulaire utilisé dans les sciences connexes telles que les radio-communications, la météorologie, l'électronique, la mécanique appliquée et les mathématiques. 850 p. 16 x 25. Relié toile 1964 F 105,00

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 chèque bancaire ou 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 F 1,10). Envoi recommandé: F 1,00 de supplément.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

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

La Librairie est ouverte de 8 h 30 à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30. Fermeture du samedi 12 h 30 au lundi 14 h.

Le directeur de la publication: Jacques DUPUY — Dép. légal: 1965, N° 5021 — Imp. des Dernières Nouvelles de Strasbourg

ÉTUDES CHEZ SOI

L'ÉCOLE UNIVERSELLE

permet, grâce à ses cours **par correspondance**, de faire chez soi, à tout âge, dans le minimum de temps et avec le minimum de frais, des études complètes dans toutes les branches du savoir, **d'obtenir, dans un temps record, tous diplômes ou situations.**

Demandez l'envoi de la brochure qui vous intéresse :

- C.E. 23 200 : **Les premières classes** : 1^{er} degré, 1^{er} cycle du Cours préparatoire à l'admission en 6^e.
T.C. 23 205 : **Toutes les classes, tous les examens** : 1^{er} degré, 2^e cycle : C.E.G. — 2^e degré : B.E.P.C, B.E. limitatif, E.N., Bourses. Baccalauréats, Classes des lycées techniques : B.E.I., B.E.C.
E.D. 23 202 : **Les Études de Droit** : Capacité, Licences, Carrières juridiques.
E.S. 23 214 : **Les Études supérieures de Sciences** : M.G.P., M.P.C., S.P.C.N., etc., C.A.P.E.S., Agrégation de Math. Médecine : C.P.E.M.
E.L. 23 223 : **Les Études supérieures de Lettres** : Propédeutique, Licences, C.A.P.E.S., Agrégation.
G.E. 23 227 : **Grandes Ecoles et Ecoles Spéciales** : E.N.S.I.; Militaires; Agriculture; Commerce; Beaux-Arts; Administration; Lycées techniques.
A.G. 23 210 : **Carrières de l'Agriculture** (France et Rép. Africaines) : Industries agricoles, Génie rural, Radiesthésie, Topographie.
C.T. 23 203 : **Carrières de l'Industrie et des Travaux Publics** : Toutes spécialités, tous examens, C.A.P., B.P., Brevets techniques, Admission aux stages payés (F.P.A.).
D.I. 23 216 : **Carrières du Dessin Industriel**.
M.V. 23 207 : **Carrières du Métré** : Métre, métreur vérificateur.
L.E. 23 217 : **Carrières de l'Électronique**.
Carrières de la Comptabilité : C.A.P., B.P., Expertise comptable.
C.C. 23 206 : **Carrières du Commerce** : Employé de bureau, de banque, Sténodactylo, Publicitaire, Secrétaire de Direction; C.A.P., B.P., Publicité, Assurances, Hôtellerie.
F.P. 23 204 : **Pour devenir Fonctionnaire** : Toutes les fonctions publiques; E.N.A.
E.R. 23 215 : **Tous les Emplois Réservés**.
O.R. 23 224 : **Orthographe**, Rédaction, Versification, Calcul, Dessin, Écriture. Conversation. Graphologie.
C.M. 23 218 : **Calcul extra-rapide et mental**.
M.M. 23 208 : **Carrières de la Marine Marchande** : École nationale de la Marine Marchande; Élève-chef de quart; Capitaine; Officier Mécanicien; Pêche; Certificats internationaux de Radio (P.T.T.).
M.N. 23 226 : **Carrières de la Marine Nationale** : Écoles : Navale, Élèves officiers; Élèves ingénieurs mécaniciens; Service de Santé, Maistrance, Apprentis-marins, Pupilles, Techniques de la Marine; Génie maritime, Commissariat et Administration.
C.A. 23 220 : **Carrières de l'Aviation** : Écoles et carrières militaires, Aéronautique, Carrières administratives. Industrie aéronautique, Hôtesse de l'Air.
R.T. 23 225 : **Radio** : Construction; dépannage, **Télévision**.
Langues Vivantes : Anglais, Allemand, Espagnol, Italien, Russe. **Tourisme**. Hôtesse.
E.M. 23 221 : **Etudes Musicales** : Solfège, Harm., Composit., Orchestre; Piano, Violon, Guitare classique et électrique, Flûte, Clarinette, Accordéon, Jazz, Chant; Professors publics et privés.
D.P. 23 211 : **Arts du Dessin** : Cours universel; Anatomie artistique; Illustration; Mode; Aquarelle, Gravure, Peinture, Pastel, Fusain; Professorat.
C.O. 23 228 : **Carrières de la Couture et de la Mode** : Coupe (h. et d.), Couture, C.A.P., B.P., Profess., Petite main, Seconde main, Première main, Vendeuse-retoucheuse, Modiste, Chemisier, etc. Enseignement ménager, Monitorat et Professorat.
C.S. 23 212 : **Secrétariat** : Secrétaire de Direction, de médecin, d'avocat, d'homme de lettres, Secré. technique; Journalisme; Art d'écrire; Art de parler en public.
C.I. 23 209 : **Cinéma** : Technique générale, Décoration, Prise de vues, Prise de son; I.D.H.E.C., **Photographie**.
C.B. 23 222 : **Coiffure et Soins de Beauté**.
C.F. 23 213 : **Toutes les Carrières Féminines**.
P.C. 23 229 : **Cultura** : cours de perfectionnement culturel: Lettres, Sciences, Arts, Actualité.
Universa : Enseignement préparatoire aux études supérieures.

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 notre enseignement par correspondance.

ENVOI GRATUIT	A découper ou à recopier
ÉCOLE UNIVERSELLE	
59, Bd Exelmans - PARIS 16 ^e	
Veuillez me faire parvenir gratuitement	
Votre brochure N°	
Nom	
Adresse	



concorde

TRANSPORT SUPPERSONIQUE
FRANCO-BRITANNIQUE

BS
BRISTOL SIDDELEY ET
SNECMA


EN ASSURENT
LA PROPULSION

SNECMA

150, BD HAUSSMANN PARIS VIII^e