

# SCIENCE *et* **VIE**

ÉDITION TRIMESTRIELLE N° 63 3 FR

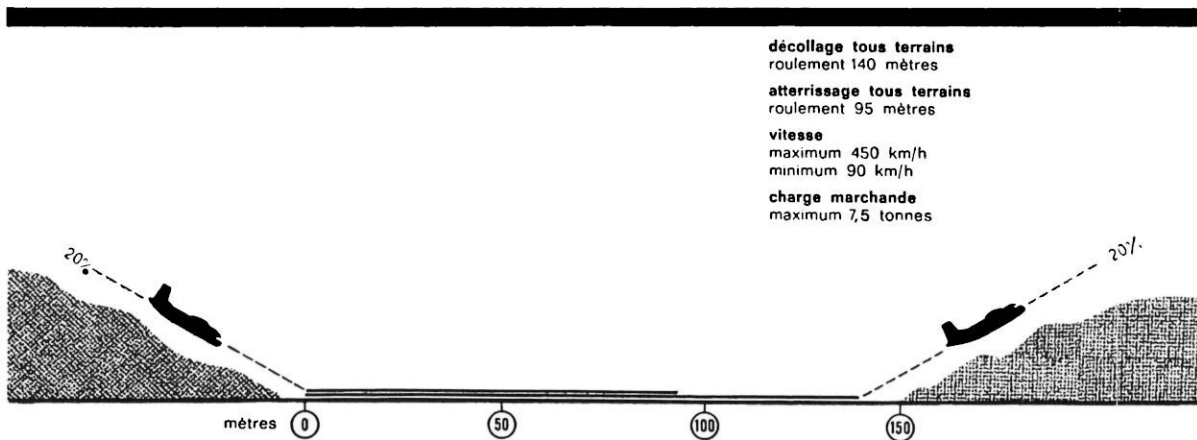
**NUMERO HORS-SERIE**



**aviation 63**



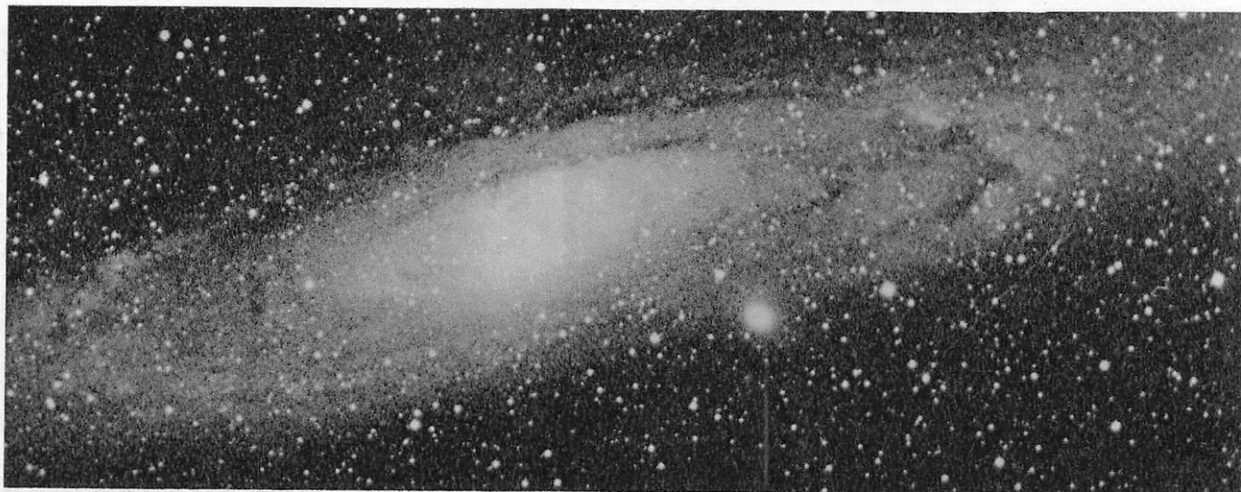
Ed. 1974 21/1



# BREGUET 941 STOL

la solution la plus évoluée  
proposée et développée à ce jour  
pour résoudre le problème  
du décollage et de l'atterrissage  
courts.

# Pas d'Astronautique



## sans Électronique !

Puisqu'en notre siècle de civilisation technique, celui qui veut "arriver" doit se spécialiser, votre avenir dépend du choix de cette spécialisation.

Or, de tous les domaines de l'industrie, celui qui peut le mieux satisfaire vos ambitions légitimes, est celui de l'Électronique. Science-clé du monde moderne, sans laquelle n'existeraient ni radio, ni télévision, ni satellites artificiels... son essor est tel qu'elle envahit tous les domaines de l'industrie.

Des carrières de premier plan attendent ceux qui auront étudié la radio-électricité, base de l'électronique.

Pour vous permettre d'y accéder, quelles que soient vos connaissances et votre situation actuelles, EURELEC a mis au point une forme nouvelle et passionnante de cours par correspondance qui remporte un succès considérable : créé en 1959, EURELEC compte déjà plus de 60 000 adhérents !

Associant étroitement leçons théoriques et

montages pratiques, EURELEC vous donnera un enseignement complet : vous recevrez plus de 600 pièces détachées, soigneusement contrôlées, avec lesquelles vous construirez facilement trois appareils de mesure et un récepteur de radio à modulation de fréquence, d'excellente qualité !

Si vous avez déjà des connaissances en radio, EURELEC vous propose son Cours de télévision pour vous perfectionner encore davantage. 14 importantes séries de matériel, contenant plus de 1000 pièces détachées, vous permettront de construire un Oscilloscope professionnel et un Téléviseur ultra-moderne, tout en acquérant une parfaite maîtrise des Techniques TV.

Grâce à notre enseignement **personnalisé**, vous apprendrez avec facilité, au rythme qui vous convient le mieux. Enfin, notre formule révolutionnaire d'inscription **sans engagement** (avec paiements fractionnés que vous êtes libre d'échelonner ou de suspendre à votre convenance) est pour vous une véritable "**assurance-satisfaction**".

## EURELEC vous ouvre les portes d'un avenir fascinant !

Alors n'hésitez pas, remplissez vite le bulletin ci-contre, découpez-le et envoyez-le à :

# EURELEC

INSTITUT EUROPÉEN D'ÉLECTRONIQUE

Toute correspondance à :  
**EURELEC - DIJON (Côte d'Or)**  
(cette adresse suffit)

Hall d'Information : 31, rue d'Astorg - PARIS 8<sup>e</sup>

Pour le Bénélux exclusivement : Eurelec-Bénélux  
11, rue des Deux Eglises - BRUXELLES 4

### BON

(à découper ou à recopier)

Veuillez m'adresser gratuitement votre brochure illustrée SC 85

NOM .....

ADRESSE .....

.....

PROFESSION .....

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

S.P.I. 45

# LE REMARQUABLE ESSOR DE L'AVIATION EN FRANCE



Le **GARDAN « HORIZON »**, fabriqué par SUD-AVIATION, est un vrai quadriplace moderne « **TOUT MÉTAL** », économique, aux performances élevées. Mille heures de vol sans révision. Les ailes basses, deux larges portes facilitant l'accès d'une cabine confortable et une excellente visibilité rendront vos déplacements encore plus agréables.

## EN FRANCE

S'il fallait choisir une image du dynamisme, de la volonté et de l'acharnement qu'ont mis certains Français, depuis la Libération, à donner un nouvel essor à l'industrie aéronautique française, aucun exemple ne saurait être plus caractéristique que celui que donnent les constructeurs d'avions privés.

Des noms viennent immédiatement à l'esprit : JOLY, DELEMONTEZ, DRUINE, GARDAN, QUEREY, DUMONT, VERNHES, PIEL, ROBIN, MERVILLE... autant de techniciens doués souvent d'un esprit d'organisation qui ont permis de voir éclore un parc incroyable d'avions d'école, de sport et de tourisme comme il n'en existe dans aucun autre pays.

Les « Jodel », les « Émeraude » et tous leurs dérivés se comptent aujourd'hui par milliers, ils volent sous toutes les latitudes, certains sont même construits sous licence en raison de leurs qualités

Suite page 4

## LE SIPA 251 « ANTILOPE »

cinq places, est un avion de liaison rapide adopté aux besoins civils et militaires. La formule moderne du turbopropulseur à aile basse et train rentrant lui donne des performances supérieures à celles d'appareils de puissance équivalente. Potentiel élevé, entretien facile. Utilisant le Kérosène (70% moins cher que l'essence) son prix de revient au km/passager est le plus bas. Sa construction métallique permet son utilisation sous tous climats. Décolle et atterrit sur les plus petites pistes en herbe.

Planche de bord prévue pour équipement complet nécessaire au pilotage par mauvais temps et vol de nuit. Possibilité dispositif dégivrage.

Avion idéal pour grand tourisme, affaires, taxi, etc.

**C'est l'avion qui manquait.**



C'est un 5-places confortable dont insonorisation permet conversation et écoute radio par haut-parleur, chauffage, ventilation individuelle, sièges et pédales réglables, soute à bagages de 0,6 m<sup>3</sup> accessible de l'extérieur et en vol. Turbopropulseur Turboméca Astazon II. Poids total 1 800 kg. Vitesse max. palier : 500 km/h; de croisière 450 km/h; rayon d'action à 3 500 m : 2 020 km; décol. en 210 m; passage des 15 mètres : 410 m.



↑  
Biplane « **Super-Émeraude** » avion d'École de Tourisme et de Voltige élémentaire. Vitesse croisière : 225 km/h, décol. en 180 m, atter. en 230 m. Vitesse ascens. 4,4 m/s.

## SCINTEX-AVIATION PRÉSENTE LES DEUX JOYAUX DE L'AVIATION LÉGÈRE FRANÇAISE

Quadriplace « **Rubis 250** » avion de grand Tourisme et d'utilisation sanitaire. Vitesse croisière : 300 km/h, vitesse approche : 120 km/h, décol. en 200 m, atter. en 300 m. ↓



# INDUSTRIE DES AVIONS LÉGERS

## La Société Aéronautique Normande s'est spécialisée

dans la fabrication des avions type « Jodel ». Mais les appareils actuels sont très différents du « BB » d'origine — premier enfant du créateur M. Delemontez qui, à Bernay, continue l'étude de nouveaux modèles. Maintenant la « S.A.N. » construit des avions d'affaires et de sport comparables aux meilleures productions européennes ou américaines. L'exportation constante de ses différents modèles en confirme bien l'intérêt (Bernay, Eure).



Le D-140-B-Mousquetaire 4-5 places est un avion à usages multiples (1) adapté aux voyages d'affaires, au grand tourisme, au transport du fret, au remorquage de planeurs ou de banderoles ainsi qu'au vol en montagne. Grande capacité de chargement. Une autre particularité de cet appareil est la qualité de l'insonorisation due en partie à la 2<sup>e</sup> soute avant, conçue pour faire « cloison étanche » entre le moteur et la cabine. C'EST LE MONOMOTEUR DE GRAND TOURISME LE PLUS SILENCIEUX DU MARCHÉ MONDIAL.

(1) Employé pour transport sanitaire, prospection minière et pétrolière et par L'« Energie Atomique » en Afrique et en Limousin.

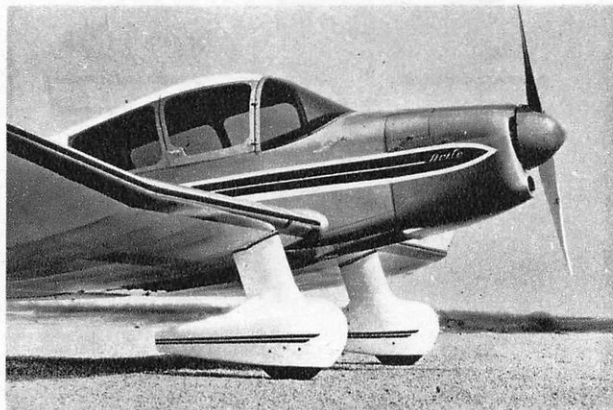


« Sicile », l'avion des hautes performances. Toujours en tête dans les grandes compétitions. Très apprécié des aéro-clubs, étant très économique au km/passager transporté.



Le 150 est un biplace destiné suivant ses aménagements à l'école, la voltige ou le grand tourisme. Son rayon d'action pouvant atteindre 2 000 km à une vitesse supérieure à tous les autres modèles.

## A LA GRANDE COURSE INTERNATIONALE DE SICILE,



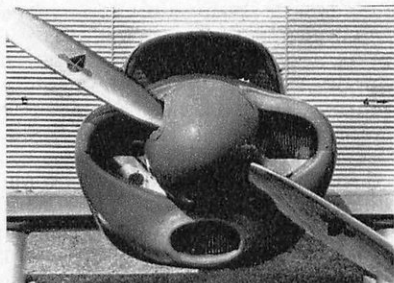
### Principales améliorations du nouveau « Sicile » :

- Verrière mieux profilée (photo ci-dessus).
- Capot moteur à prise d'air séparée, donc meilleure alimentation du carburateur (photo ci-contre).
- Nouveaux carénages de roues et de train après sérieuse étude aérodynamique complétée par des essais en soufflerie.

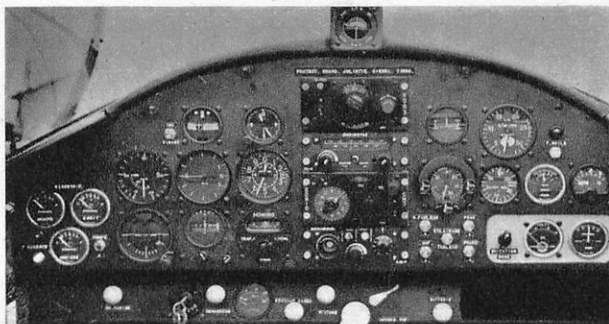
CONSTRUCTEUR : CENTRE EST AÉRONAUTIQUE A DIJON.

Pierre ROBIN se classe 2<sup>e</sup> en 1962 comme en 1961, prouvant indiscutablement les qualités étonnantes de son « Sicile » 3/4 places.

Avec moteur POTEZ de 105 CV, hélice RATIER à pas réglable au sol : 250 km/h en palier plein gaz à basse altitude. Consom. essence : 10-12 l aux 100 km. Prix de revient par km/passager 0,10. Double poste de pilotage, double commande de gaz, freinage aux 2 places.



# « RADIOSTAL », PAR SES RÉALISATIONS, DONNE À L'AVION DE TOURISME LA POSSIBILITÉ DE NAVIGUER COMME « CARAVELLE »



Suite de la page 2

techniques, de leur standing de finition, de leur prix calculé au plus juste.

Grâce aux productions de la S.A.N., de WASSMER, de SCINTEX-AVIATION, de la C.E.A., la France a pris dans le domaine de l'avion léger un essor imprévisible et aujourd'hui convoité car, même aux États-Unis on ne fait plus d'avions aussi économiques.

La plupart de ces firmes menèrent leur action, à l'origine, avec des moyens modestes mais surent donner à leurs entreprises une structure rationnelle permettant, avec des effectifs relativement limités, d'atteindre des cadences de production allant jusqu'à 20 appareils par mois. Entraînant dans leur sillage des firmes d'équipements (radios, hélices, instruments de bord, appareillages électriques, etc.) elles prouvèrent l'existence d'un marché et le bien-fondé de la politique qu'elles suivaient.

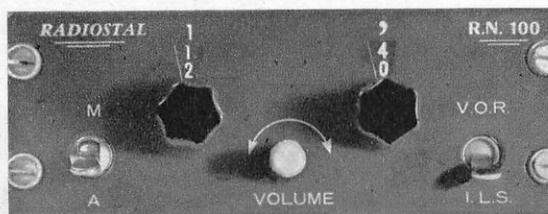
Devant un tel bilan, des constructeurs puissants qui n'avaient pas eu foi dans l'avion léger décidèrent de reconsidérer la question. MORANE-SAULNIER sortit en grande série le « Rallye », SUD AVIATION lança le GY.80 « Horizon » et POTEZ intensifia la production de ses moteurs destinés aux appareils de cette catégorie. REIMS AVIATION pour sa part lance la fabrication sous licence d'avion « CESSNA F 172 D ».

Plus de 3 000 avions légers volant en France ont accumulé en 1962 plus de 300 000 heures de vol, Quelque 10 000 pilotes ayant leurs licences en règle volent régulièrement parfois pour leur plaisir, parfois pour se déplacer car nombre d'entre eux se servent de leur avion comme de leur voiture et souvent pour des voyages professionnels. Ce dernier aspect du problème explique le rôle que joue cette aviation légère à titre de tremplin pour « l'avion d'affaires », domaine pour lequel apparaissent de nouveaux appareils à la SIPA, chez MATRA, à la SFERMA, chez POTEZ, chez DASSAULT, pour ne parler que des avions en cours d'essais ou de réalisation et pour lesquels Turbomeca le plus souvent fournit les propulseurs.

Encouragée par l'État, consacrée par de nombreuses commandes à l'étranger, l'aviation légère constitue pour l'industrie aéronautique française une référence indéniable en même temps qu'elle apporte à des jeunes et à de moins jeunes, la possibilité de réaliser le rêve d'Icare : voler.

J. NOETINGER

Le tableau de bord ci-contre permet au pilote d'exploiter toute l'infrastructure se trouvant au sol et destinée à tous avions à l'aide : 1° de l'émetteur-récepteur VHF pour la passation de tous messages; 2° de l'ensemble VOR, le radio-compass et le homing pour la navigation. Pour ceux qui voyagent dans des régions diverses Radiostal vient de créer des boîtes de commandes (photo ci-dessous) apportant au pilote le grand avantage de pouvoir sélectionner **TOUTES** les fréquences des réseaux de communication ou de navigation par la simple manœuvre d'un bouton. ADAPTATION RAPIDE POSSIBLE sur tous les anciens tableaux de bord Radiostal (Bernay, Eure).



Le plus moderne  
des avions d'affaires



Marquis  
**Sferma**

3 QUAI GALLIENI SURESNES SEINE LON 58-24

## TECHNICIEN D'ELITE... BRILLANT AVENIR...

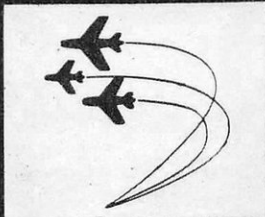
... par les cours progressifs par correspondance  
**ADAPTES A TOUS NIVEAUX D'INSTRUCTION**  
ÉLÉMENTAIRE, MOYEN, SUPÉRIEUR.

Formation - Perfectionnement - Spécialisation.

Préparation aux diplômes d'Etat : **CAP - BP - BT**, etc.  
Orientation professionnelle - Placement.

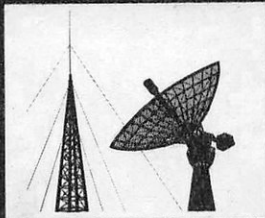
### AVIATION

- ★ Pilote (tous degrés).  
(Vol aux instruments).
  - ★ Instructeur-Pilote.
  - ★ Brevet Élémentaire des Sports Aériens.
  - ★ Concours Armée de l'Air.
  - ★ Mécanicien et Technicien.
  - ★ Agent technique.
- Pratique au sol et en vol au sein des *aéro-clubs régionaux*



### ELECTRONIQUE

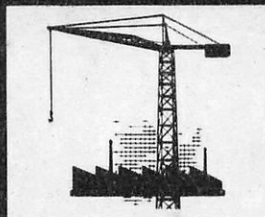
- ★ Radio Technicien  
(monteur, chef monteur, dépanneur-aligneur-metteur au point).
  - ★ Agent technique et Sous-Ingénieur
  - ★ Ingénieur Radio-Electronicien.
- TRAVAUX PRATIQUES**  
Matériel d'études-outillage



### DESSIN INDUSTRIEL

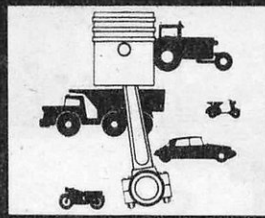
- ★ Calqueur-Détaillant
- ★ Exécution
- ★ Etudes et projeteur-Chef d'études
- ★ Technicien de bureau d'études

Tous nos cours sont conformes aux nouvelles conventions normalisées. (AFNOR)



### AUTOMOBILE

- ★ Mécanicien Electricien
- ★ Diéseliste et Motoriste
- ★ Agent technique et Sous-Ingénieur Automobile



sans engagement, demandez la documentation gratuite  
SVA en spécifiant la section choisie (joindre 3 timbres à 0,25 F pour frais).

## INSTITUT FRANCE-AVIATION

24, RUE JEAN-MERMOZ - PARIS 8<sup>e</sup> - BAL. 74-65  
Métro : Saint-Philippe du Roule et F. D. Roosevelt

## LES PREMIERS PASSAGERS «SUPERSONIQUES» SERONT-ILS SOVIÉTIQUES ?

### «FRANCE-U.R.S.S. MAGAZINE»

vous dira ce qu'il en est dans son numéro spécial 207 de JUIN sur le thème :

## AVIATION-ESPACE

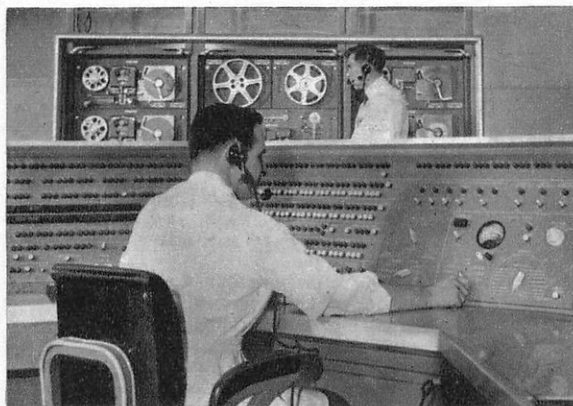
### Au sommaire :

- \* L'aviation de l'avenir (interview exclusive d'Oleg Antonov, constructeur d'avions)
- \* L'astronautique, technique ou science ?
- \* L'entraînement des cosmonautes
- \* La sécurité aérienne
- \* L'aviation « dans le civil »
- \* La vie d'un pilote de ligne
- \* Natacha, hôtesse de l'air
- \* Moscou - Pôle Sud - Pôle Nord
- \* Les sports aériens, aéro-clubs, parachutisme, modélisme
- \* et de nombreux autres articles consacrés aux dernières nouveautés techniques et à l'emprise quotidienne de l'homme sur l'espace

EN VENTE CHEZ TOUS  
LES MARCHANDS DE JOURNAUX

ou contre 1,50 Fr en timbres à :

«FRANCE-U.R.S.S. MAGAZINE»  
8 (C), rue de La Vrillière - PARIS 1<sup>er</sup>



Techniques modernes....

.... carrières

d'avenir

La Science Atomique et l'Electronique sont maintenant entrées dans le domaine pratique, mais nécessitent, pour leur utilisation, de nombreux Ingénieurs et Techniciens qualifiés.

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.

De nombreuses firmes industrielles, parmi lesquelles : les Acières d'Imphy (Nièvre); la S.N.E.C.M.A. (Société nationale d'études et de construction de matériel aéronautique), les Ciments Lafarge, etc. ont confié à l'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL le soin de dispenser ce cours d'agent technique à leur personnel électricien. De même, les jeunes gens qui suivent cet enseignement pour entrer dans les écoles spécialisées de l'armée de l'Air ou de la Marine, lors de l'accomplissement de leur service militaire.

Programme n° ELN.O

**Cours élémentaire.** — L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL vient également de créer 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.

C'est ainsi que la Société internationale des machines électroniques BURROUGHS a choisi ce cours pour la formation de base du personnel de toutes ses succursales des pays de langue française.

Programme n° EB.O

## ÉNERGIE ATOMIQUE

**Ingénieur.** — Notre pays, par ailleurs riche en uranium, n'a rien à craindre de l'avenir s'il sait donner à sa jeunesse la conscience de cette voie nouvelle.

A l'heure où la centrale atomique d'Avoine (Indre-et-Loire) est en cours de réalisation, on comprend davantage les débouchés offerts par cette science nouvelle qui a besoin dès maintenant de très nombreux ingénieurs.

Ce cours de formation d'ingénieur en énergie atomique, traitant sur le plan technique tous les phénomènes se rapportant à cette science et à toutes les formes de son utilisation, répond à ce besoin.

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 Mission géologique française en Grèce, les Ateliers Partiot, etc.

Ajoutons que l'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL est membre de l'A.T.E.N. (Association Technique pour la Production et l'Utilisation de l'Energie Nucléaire).

Programme n° EA.O

## AUTRES COURS

L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL dispense également par correspondance les cours suivants, qui ont fait son renom dans les milieux techniques : Froid (n° 00); Dessin industriel (n° 01); Electricité (n° 03); Automobile et Diesel (n° 04); Construction métallique (n° 06); Chauffage ventilation (n° 07); Béton armé (n° 08); Ingénieurs dans ces spécialités (n° 09). Bien préciser celle-ci.

Demandez, sans engagement, le programme détaillé du cours de votre choix en précisant le numéro du programme et en joignant deux timbres pour frais d'envoi.

**INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL**

ECOLE DES CADRES DE L'INDUSTRIE  
Bâtiment AV

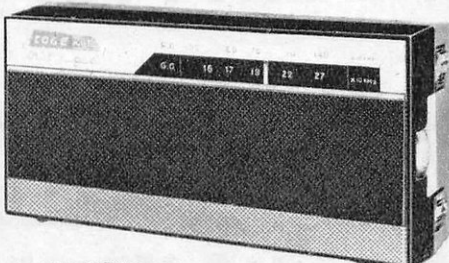
69, RUE DE CHABROL - PARIS (X<sup>e</sup>)

PRO 81-14 et 71-05

POUR LA BELGIQUE : I.T.P. Centre administratif  
5, Bellevue, WEPION

# ALIZÉ

**Doublera  
votre joie de vivre !**



## FIDÈLE

en toutes occasions, il vous suivra partout sans défaillance, chez-vous, dans la nature ou en voiture.

## PASSIONNANT

à construire, grâce au coffret COGECIT contenant toutes les pièces nécessaires.

## FACILE

à réaliser avec la notice de montage détaillée dont il vous suffira de suivre pas à pas les indications. Vous êtes sûr de réussir, même si vous n'avez aucune connaissance en radio.

## ÉCONOMIQUE

car l'Alizé ne coûte que 98 NF c'est-à-dire la moitié du prix de n'importe quel récepteur de cette classe.

Venez vite chercher votre COGECIT ALIZÉ à CogereL, 3, rue la Boétie - Paris 8<sup>e</sup>, ou demandez-en l'envoi contre remboursement postal de 99,50 NF ou après paiement à la commande - mandat, virement C.C.P. Dijon N° 221 ou chèque - en écrivant à COGEREL DIJON Service SC 822 (cette adresse suffit)

**COGEREL**  
CENTRE DE LA PIÈCE DÉTACHÉE

**Département "Ventes par Correspondance"**  
**COGEREL-DIJON** (cette adresse suffit)

**Magasin-Pilote - 3, RUE LA BOETIE, PARIS 8<sup>e</sup>**

## Si vous n'y arrivez pas avec ce que vous gagnez..

Si, malgré vos efforts vous n'arrivez pas à boucler votre budget, cessez de penser qu'en faisant attention cela irait mieux. Car il y aura toujours le loyer, les impôts, les vacances, la rentrée, les études des enfants, les cadeaux de Noël... et les imprévus. Vos dépenses ne diminueront pas, mais votre salaire peut augmenter.

Observez ce qui se passe autour de vous. Ceux qui gagnent plus ne sont pas plus capables que vous. Mais ils savent mettre leurs connaissances en avant. Réagissez ! Dites vous que ces connaissances, vous pouvez les avoir, vous aussi, et qu'avec le "bagage" que vous donnera le Centre International d'Études par Correspondance vous deviendrez très vite un spécialiste dont on ne discutera pas la valeur.

Dés milliers d'élèves du C.I.D.E.C. qui n'avaient pas pu faire des études même moyennes dans leur enfance, ont réussi, en quelques mois, à obtenir des situations très confortables. L'explication ? D'abord ceux qui s'inscrivent au C.I.D.E.C. ne sont plus des enfants qui étudient à contre-cœur. Ce sont des hommes et des femmes qui progressent vite parce qu'ils sont libres de choisir les cours qui les intéressent. Ensuite, au C.I.D.E.C. pas de théories inutiles : tout ce que vous apprenez chez vous, sans quitter votre emploi vous sert aussitôt à gagner plus dans votre spécialité ou dans une autre situation que vous procure le C.I.D.E.C.

Cette méthode d'avancement révolutionnaire est exposée dans l'ouvrage "A quoi tient la réussite". Pour le recevoir gratuitement, faites ce geste qui sépare les rêveurs de ceux qui réagissent : marquez d'une croix la branche qui vous intéresse et postez ce bon.

Sans aucun engagement de ma part, je découpe ce bon pour recevoir gratuitement votre brochure "A quoi tient la réussite" et votre documentation sur la branche que j'ai marquée d'une croix.  
Nom ..... Age .....  
Profession .....  
Adresse complète ..... BON N° 406-40

### CIDEC - I.M.P. & I.M.A.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AVIATION<br/>Contrôleur-Mécan. Des.<br/>Sous-Ingén. - Ingén. - Pilote</li> <li>○ AUTOMOBILE Motoriste -<br/>Contrôleur-Mécan. CAP/BP<br/>Electricien-Autom. CAP Des.<br/>Sous-Ingén. Ingén. Chef de<br/>garage Technicien Diesel</li> <li>○ ÉLECTRICITÉ<br/>Monteur CAP Electro-Tech.<br/>Dessinateur Ingénieur<br/>Radio-Télégraphiste</li> <li>○ ÉLECTRONIQUE<br/>Radio-Tech. Spécialiste Télé.<br/>Sous-Ingén. - Electronicien</li> <li>○ BÉTON ARMÉ<br/>Surv. de Trav. Cond. de Trav.<br/>Dessinateur-Sous-Ing. Ing.<br/>Spécialisations Bâtiment<br/>et Travaux Publics</li> <li>○ CHAUFFAGE<br/>Monteur CAP Chef Monteur<br/>Dessinateur Sous-Ingén.<br/>Ingénieur</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CHIMIE INDUSTRIELLE<br/>Aide Chimiste Chimiste<br/>Technicien Chimiste<br/>Ingénieur Chimiste</li> <li>○ MATIÈRES PLASTIQUES<br/>Technicien en matières<br/>plastiques Ingénieur</li> <li>○ MÉCANIQUE GÉNÉRALE<br/>CAP. BP<br/>Mécanicien Ajusteur<br/>Tourneur Fraiseur<br/>Chaudronnier Des. Ind.</li> <li>○ DESSIN INDUSTRIEL<br/>Mécan. générale CAP/BP<br/>Constr. électrique CAP/BP<br/>Constr. métallique CAP/BP</li> <li>○ RÉFRIGÉRATION<br/>Monteur Frigoriste<br/>Technicien Frigoriste</li> <li>○ AGRONOMIE<br/>Mécanicien de machines<br/>agricoles (entretien<br/>et dépannage).</li> </ul> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



FRANCE  
IMP  
5, Rte de Versailles  
LA CELLE ST-CLOUD  
(Seine-et-Oise)  
Tél. 969-20-62

SUISSE  
5, Bd des Philosophes  
Genève  
Tél. 25-11-23

BELGIQUE  
62, quai Bonaparte  
Liège  
Tél. 43-42-81

**CENTRE INTERNATIONAL D'ÉTUDES  
PAR CORRESPONDANCE**

# AVENIR ASSURÉ A TOUS LES JEUNES GENS intéressés par l'électronique, l'électricité ou la mécanique

La MARINE NATIONALE est susceptible de vous donner une formation technique et ultérieurement, une expérience pratique qui vous permettront, à l'expiration de votre temps de service, de trouver un emploi intéressant (bon nombre d'industriels, dont PHILIPS, IBM, etc. offrent chaque semaine des emplois à d'anciens marins dans le journal COLS BLEUS).

- Si vous avez le niveau du baccalauréat 1<sup>re</sup> partie, vous pouvez devenir :
  - pilote d'aéronautique,
  - électronicien d'aéronautique.
- Si vous avez le niveau de la classe de seconde, et moins de 19 ans  $\frac{1}{2}$  vous pouvez devenir rapidement Officier-Marinier (sous-officier) des branches mécanique, radio ou électricité en entrant dans une des Écoles de Maistrance de la Marine. Outre la formation technique que vous y recevrez, vous poursuivrez des études secondaires jusqu'au baccalauréat.
- Si vous avez au moins le C.E.P. et plus de 17 ans, vous pouvez vous engager dans une des nombreuses spécialités du Corps des Équipages.

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

Pour connaître l'adresse du plus proche de votre domicile et recevoir des brochures sur les carrières de la Marine, adressez le bon ci-dessous au :

SERVICE DES ENGAGEMENTS DE LA MARINE  
3, avenue Octave-Gréard  
PARIS (7<sup>e</sup>)

M .....

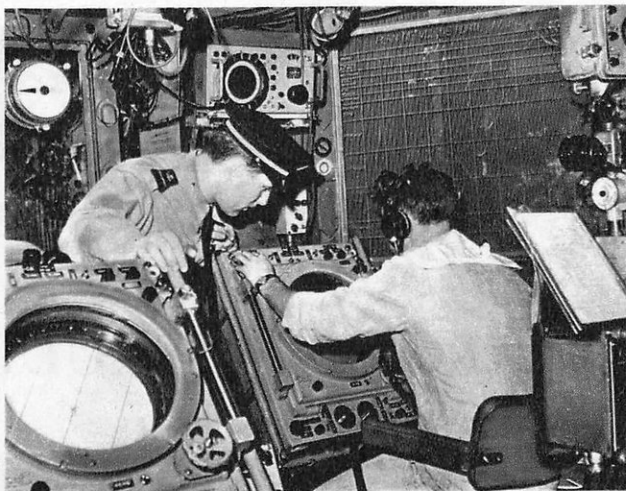
DATE DE NAISSANCE .....

NIVEAU D'ÉTUDES .....

RUE ..... N° .....

VILLE ..... DÉPARTEMENT .....

A retourner au SERVICE DES ENGAGEMENTS DE LA MARINE — 3, avenue Octave-Gréard, PARIS (7<sup>e</sup>) pour recevoir de la documentation sur les carrières de la Marine.

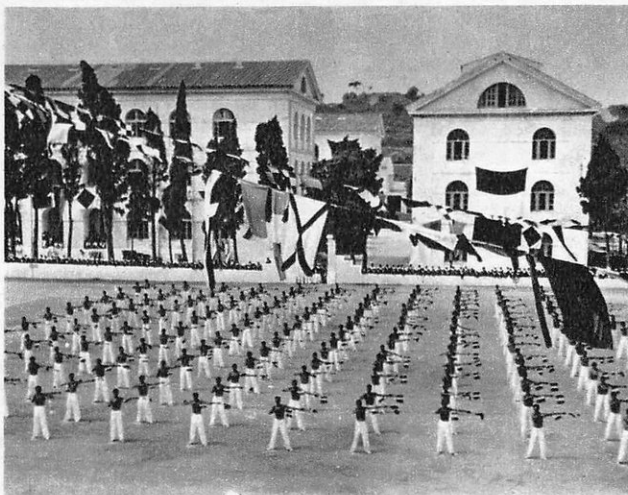


Pour vos études techniques vous bénéficierez de matériels très modernes, tels que ces installations de détection d'un escorteur d'escadre.

## LA VIE DANS LES ÉCOLES DE LA MARINE

Tout en vous formant comme techniciens, la Marine améliore votre « forme » physique.

Une grande partie de l'emploi du temps est donc consacrée à l'entraînement sportif tout en ménageant des loisirs : FOYERS, TÉLÉVISION, CINÉMA, JEUX, INSTALLATIONS DE MODÉLISME, etc.



Fête sportive dans une école de la Marine.

# MYSTÈRE 20

MARCEL DASSAULT — SUD-AVIATION



AVION BI-RÉACTEUR DE LIAISON ET D'AFFAIRES

2 PILOTES — 10 PASSAGERS

2500 KILOMÈTRES DE DISTANCE FRANCHISSABLE

900 km A L'HEURE



# aviation 63

numéro hors-série

## NOTRE COUVERTURE

Cet appareil aux formes révolutionnaires sera le premier avion de ligne supersonique, capable d'emporter 110 passagers de Paris à New York en 3 heures. « Concorde », fruit de la collaboration franco-britannique, entrera en service avant 1970.

## sommaire

Les réalisations françaises . . . . .	12
La crise des transports aériens . . . . .	32
Le matériel de transport . . . . .	44
« Jets » d'affaires . . . . .	62
STOL et VTOL . . . . .	74
L'aviation au cœur des villes . . . . .	90
Les appareils à effet de sol . . . . .	104
Les moteurs . . . . .	114
Mach 2, 3 ou 7 : le transport supersonique . . . . .	122
Les appareils de chasse . . . . .	132
L'aéronavale . . . . .	136
Les bombardiers . . . . .	140
Les engins balistiques . . . . .	143
Vers l'avion orbital . . . . .	152

Directeur général : Jacques Dupuy  
 Directeur : Jean de Montulé  
 Rédacteur en chef : Jean Bodet

Direction, Administration,  
 Rédaction : 5, rue de la Baume,  
 Paris-8<sup>e</sup>. Tél. : Élysée 16-65.  
 Chèque postal : 91-07 PARIS.  
 Adresse télégr. : SIENVIE PARIS.

Publicité : 2, rue de la Baume,  
 Paris-8<sup>e</sup>. 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 . . . . .	20, — F.	24, — F.
12 parutions (envoi recom.) . . . . .	28,50 F.	33, — F.
12 parutions plus 4 numéros hors série . . . . .	30, — F.	37, — F.
12 parutions plus 4 numéros hors série (envoi recom.) . . . . .	42, — F.	49, — 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 0,30 F en timbres-poste.

Belgique et Grand-Duché (1 an) Service ordinaire . . . . .	FB 180
Service combiné . . . . .	FB 330
Hollande (1 an) Service ordinaire . . . . .	FB 200
Service combiné . . . . .	FB 375

Règlement à Édimonde, 10, boulevard Sauvenière, 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.

La Caravelle Super A



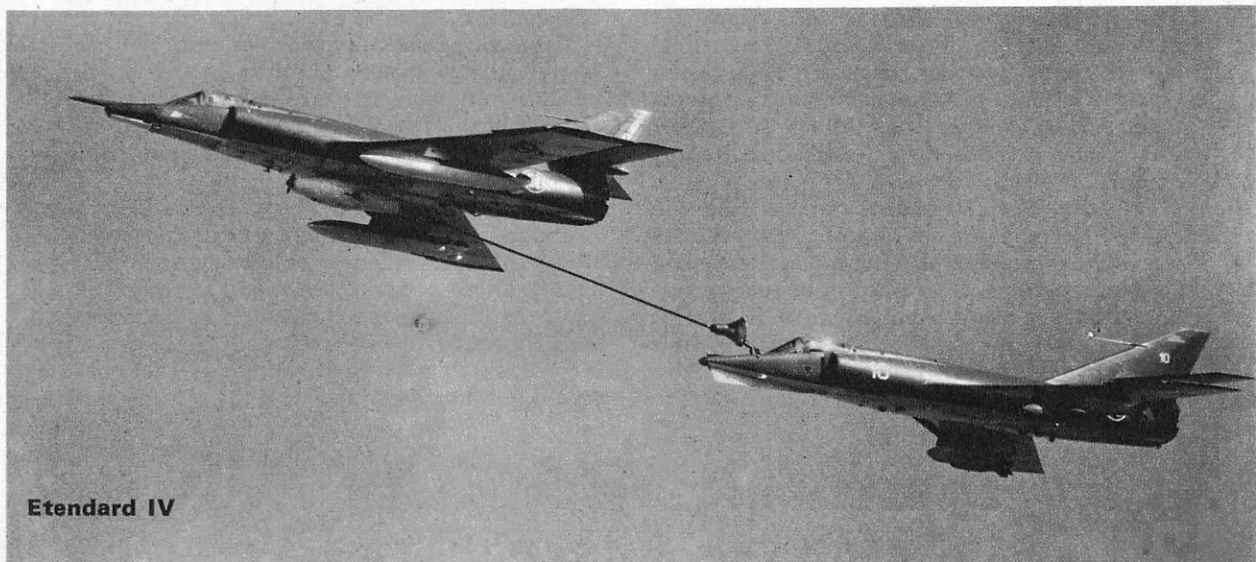
# les réalisations françaises



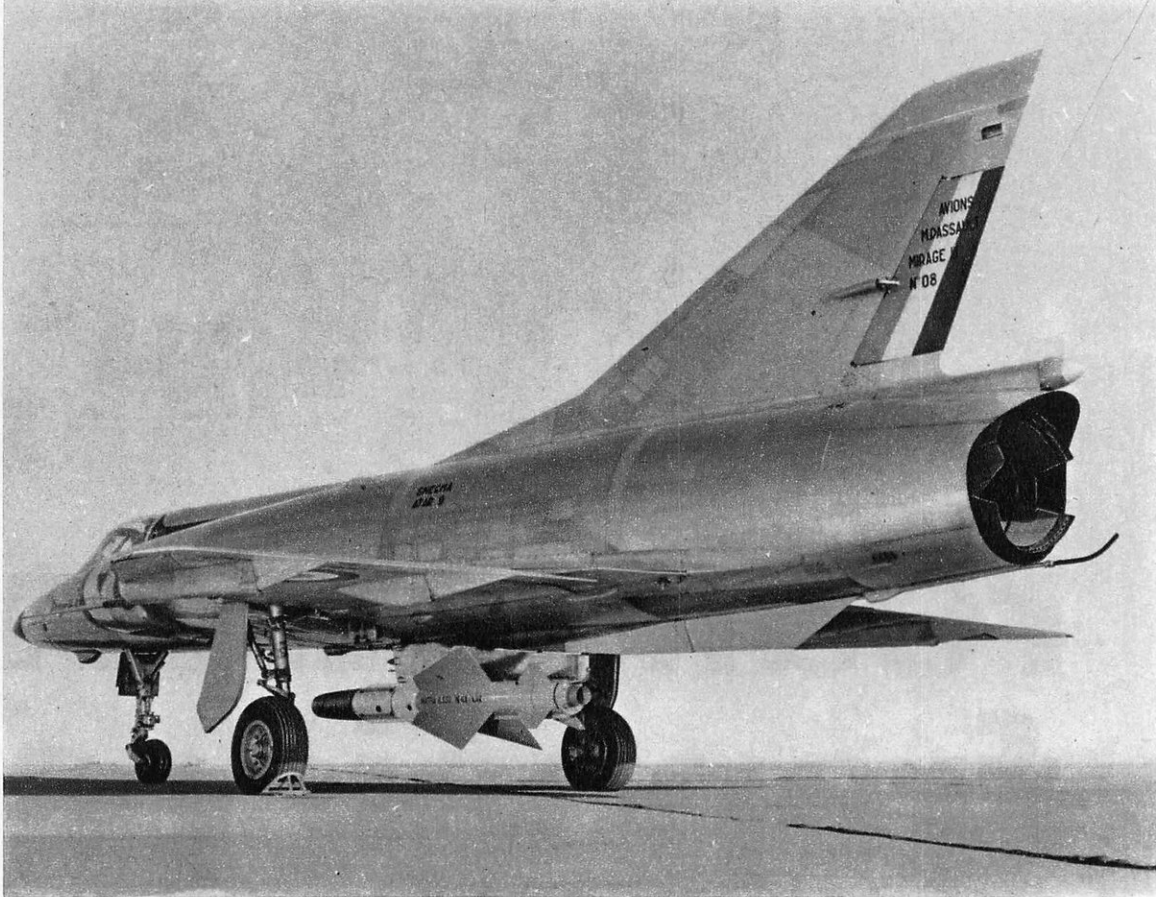
L'Alouette II

Le chasseur Étendard IV est construit en série de 100 pour l'armement de nos porte-avions. La version photographique IV P, à gauche, peut ravitailler les Étendard IV M en vol.

**E**n dépit de ses succès à l'exportation, 1 475 millions de francs 1963 l'année dernière, notre industrie aéronautique a devant elle un avenir très incertain. Les augures prédisent que les deux prochaines années verront d'impressionnantes réductions de ces exportations et, pour une industrie qui exporte plus de la moitié de sa production, une telle menace prend des perspectives particulièrement inquiétantes.



Etendard IV



Les planings à long terme font craindre deux années très dures, entre le présent plan de cinq ans, qui va se terminer, et le suivant, qui doit couvrir les années 1966-1970. Les raisons de ce fléchissement sont simples : encombrement des marchés, concurrence accrue, essoufflement de nos matériels souvent en production depuis plusieurs années et, enfin, réduction des marchés potentiels du fait de l'accroissement de prix des matériels ce qui, le plus souvent, limite leur diffusion à des pays disposant d'une économie nationale suffisamment florissante pour alimenter des budgets militaires respectables.

Ce que notre industrie attend, c'est le programme intérimaire, objet de discussions depuis tant de mois, et qui devrait permettre de lancer d'une part les chaînes de machines d'ores et déjà au point, d'autre part des prototypes nouveaux, tous susceptibles de trouver à l'étranger des débouchés justifiant cet effort national.

En 1962, c'est le moyen-courrier Caravelle qui, par le montant des contrats, est venu en tête des exportations aéronautiques françaises, avec 512 millions, contre 200 pour son suivant immédiat, le chasseur polyvalent Mirage III. Il est à noter que ce résultat est exactement à l'opposé de celui de l'année précédente, qui vit le Mirage en tête avec 613 millions, contre

345 pour la Caravelle. Il est encore trop tôt pour faire des pronostics pour 1963, mais il semble néanmoins que l'on puisse s'attendre à l'égalité, à un niveau inférieur d'ailleurs.

Un aspect intéressant de ces exportations réside en la moyenne très élevée des exportations par tête d'ouvrier français. Ainsi, alors que les 600 000 ouvriers américains ont exporté pour 6 000 millions de francs, les Britanniques ne parviennent qu'à 1 600 millions pour 300 000 personnes, contre 1 475 millions pour nos 85 000 ouvriers. Ces chiffres prouvent que l'industrie aéronautique française est rentable sur le plan national et qu'elle ne se contente pas d'être un élément essentiel du prestige international de notre pays.

Sans entrer dans le détail des chiffres, il est significatif de noter que nos industries du secteur « équipement » trouvent à l'étranger des débouchés de plus en plus largement ouverts. Le fait est important, sous un triple aspect.

D'abord parce qu'il s'agit essentiellement d'une industrie de précision, à l'extrême pointe des techniques qu'elle emploie, dans des secteurs variés ; et ses succès sont la reconnaissance de la technicité élevée de nos industries. Ensuite, parce qu'au lendemain de la guerre rien n'existait plus en ce domaine, à tel point que des avions produits de 1945 à 1950, fort

Le monoplace multi-missions Mirage III est un excellent exemple de « système d'armes » moderne. Dans sa version d'interception, il emporte un engin air-air Matra 530 à guidage infrarouge. La panoplie complète, ci-dessous, comprend, de droite à gauche : engins AS-30 et AS-20, R-530 et 511, deux canons de 30 mm, des charges diverses sous voilure.



valables sur le plan cellule, étaient inutilisables et encore moins exportables du fait d'équipements déficients.

Enfin, parce que notre industrie est parvenue à se placer — d'une manière relativement modeste encore — sur des marchés qui étaient devenus l'exclusivité de ses concurrents anglosaxons.

Les ventes françaises dans le domaine aéronautique ont longtemps été freinées par l'insuffisance sinon l'inexistence totale des services après-ventes. Un effort énorme a été fait qui a permis les premières percées commerciales.

Outre que nos avions ont donné entière satisfaction, la réalité des « service-clients » de nos industriels a été prouvée. On ne pouvait espérer propagande plus efficace.

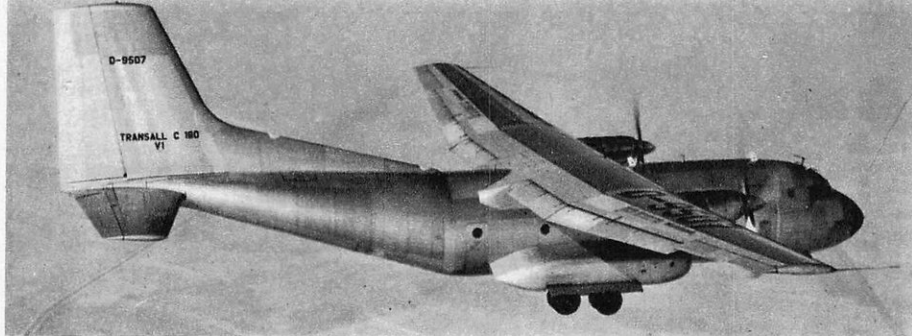
Ce sont là autant de raisons qui justifient les exigences de nos constructeurs auprès des Pouvoirs publics. La construction aéronautique n'est plus à la mesure des seules initiatives privées, à l'exception de certains programmes de faible envergure, peut-être. C'est une industrie essentielle pour un pays qui se veut moderne, mais elle ne souffre pas — du fait de l'accélération de la technique — un développement heurté, sans harmonie. Les expériences passées prouvent qu'un retard coûte beaucoup plus cher à rattraper qu'à éviter...

## Les avions de combat

La G. A. Marcel-Dassault est devenue le spécialiste français des avions de combat, la polyvalence de son Mirage III lui ayant permis d'établir sa suprématie à une époque où l'accroissement du prix unitaire des avions et la diminution des crédits militaires ont conduit à réduire le nombre des types produits en série. De fait, tous les avions de première ligne français sont nés de ses bureaux d'études et c'est à eux qu'il incombe aussi de préparer la prochaine génération.

Présenter le Mirage III est sans doute superflu, car cet avion est en service dans plusieurs formations de l'Armée de l'Air.

Après un premier échec vis-à-vis du Lockheed Starfighter en Europe, dû à des maldresses commerciales et à des menées politiques adroites qui n'engagent en rien les qualités intrinsèques de la machine, le Mirage III est parvenu à s'imposer sur des marchés moins engagés politiquement. Après Israël, premier client étranger, ce fut l'Australie, puis la Suisse, l'Afrique du Sud, enfin. Sur ces trois pays, qui furent soumis longtemps à des offensives commerciales très violentes, deux ont de plus choisi de construire le Mirage sous licence, ce qui est encore plus significatif. Bien d'autres pays, comme l'Inde par exemple,



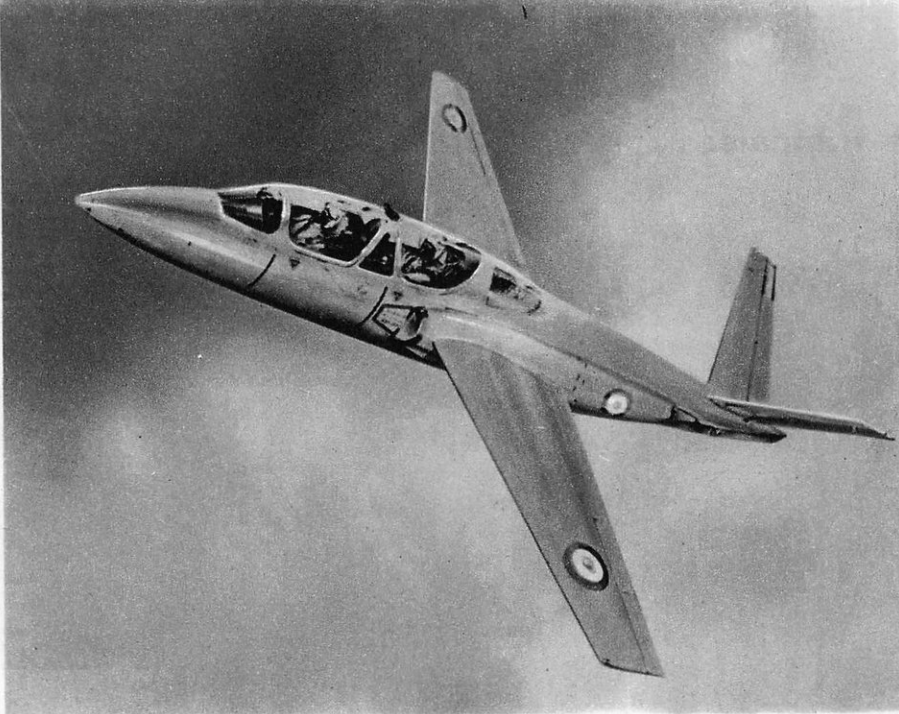
La collaboration aéronautique franco-allemande porte ses fruits : en haut, le transport militaire Transall; en bas, le quadriplace, liaison et entraînement, Potez-Heinkel CM.191.



## Aviation française

CONSTRUCTEUR ET TYPE	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS TOTAL EN CHARGE (kg)	MOTEURS PUISSANCE (ch) OU POUSSÉE (kg)	VITESSE MAX. OU DE CROISIÈRE (km/h)	OBSERVATIONS
<b>ALPAVIA R.F.3</b>	11,20	6	350	1 moteur Volkswagen transformé de 39 ch	180	Monoplace léger, aile basse, train monoroue escamotable. Décolle en 120 m. Autonomie 600 km.
<b>BREGUET 1050 Alizé</b>	15,60	13,86	8 200	1 turbopropulseur Rolls-Royce Dart RDa 7 de 1 975 ch	470	Triplace anti-sous-marins pour porte-avions. Bombes, roquettes, engins Nord SS-II, charges de profondeur, torpilles. Autonomie 2 500 km.
<b>1150 Atlantic</b>	38,06	28,27	41 000	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy20 (Hispano) de 6 105 ch	615	Appareil anti-sous-marins et de reconnaissance pour l'aéronavale. Équipage 12 hommes. Fuselage à double bulbe; pont supérieur pressurisé; armement à la partie inférieure: bombes-fusées, torpilles, engins air-surface. Autonomie 9 250 km. Construit en coopération par des firmes française, belge, hollandaise et allemande.
<b>941</b>	23,20	24	20 500	4 turbopropulseurs Turboméca Turmo III D3 de 1 500 ch	400	Version de série du Breguet 940 à voilure soufflée. Transport passagers (40-48) et fret. Version pressurisée 942 pour 55 passagers. Version militaire pour 40 hommes équipés avec rampe de chargement arrière. Autonomie 2 250 km.
<b>CENTRE-EST Jodel DR-1050 Ambassadeur</b>	8,72	6,50	750	1 moteur Continental 0-200 A de 100 ch	220	Tourisme 3-4 places. Aile basse. Train fixe. Double commande. Autonomie 1 000 km. Version DR-1051 avec moteur Potez 4 E 20 de 105 ch. Version améliorée Sicile, vit. de croisière 230 km/h.
<b>CENTRE-AVIATION GA 620 Gaucho</b>	9,12	7,25	625	1 moteur Potez 4 E 20 de 105 ch	200	Avion de sport et d'entraînement. Aile basse. Deux places en tandem, double commande. Train fixe. Autonomie 800 km. Version « Voltige » avec moteur Walter de 140 ch.
<b>CROSES Pouplume</b>	7,80	3	200	1 moteur Peugeot 175 cm <sup>3</sup> de 7 ch	60	Biplan à ailes décalées ultra-léger pour construction par amateurs. Décolle en 40 m, atterrit en 30 m. Train fixe.
<b>DABOS JD-24</b>	10,10	7,10	1 118	2 moteurs Potez 4 E de 105 ch	245	Quadriplace léger à aile basse. Autonomie 1 000 km.
<b>G.A.M. DASSAULT Etendard IV M</b>	9,60	14,40	10 200	1 turboréacteur S.N.E.C.M.A. Atar 8 de 4 400 kg	M = 1,08	Monoplace d'interception et d'attaque au sol pour porte-avions. Aile en flèche à 45°. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit blindé, pressurisé et conditionné. 2 canons D.E.F.A. de 30 mm, roquettes, bombes, engins air-air ou air-surface Nord 5103 et Sidewinder. Plafond 15 500 m. Autonomie 1 300 km.

CONSTRUCTEUR ET TYPE	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)
<b>Mirage III C</b>	8,22	13,35
<b>Mirage IV</b>	11,84	23,45
<b>Spirale III</b>	22	18,80
<b>Mystère 20</b>	14,50	15,70
<b>Balzac</b>		
<b>Mirage III V</b>		
<b>ETUDES AERONAUTIQUES ET COMMERCIALES Jodel D-127</b>	8,20	6,36
<b>GARDAN Gy-80 Horizon</b>	9,70	6,57
<b>GATARD Statoplan AG-02 Poussin</b>	6,40	4,53
<b>JODEL D-9 Bébé</b>	7	5,45



Pour prendre la suite de son Magister qui a été construit à plus de 800 exemplaires, Potez prépare une version améliorée, le Super Magister CM-173 qui sera équipé de sièges éjectables.

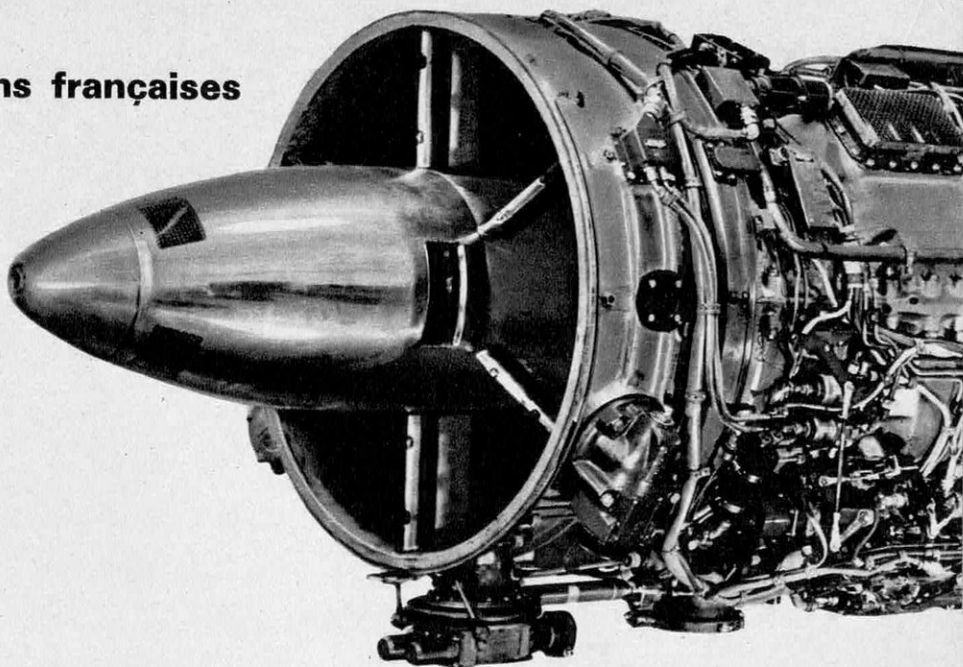
POIDS TOTAL EN CHARGE (kg)	MOTEURS PUISSANCE (ch) OU POUSSÉE (kg)	VITESSE MAX. OU DE CROISIÈRE (km/h)	OBSERVATIONS
10 000	1 turboréacteur S.N.E.C.M.A. Atar 9 C de 6 400 kg avec post-combustion et une fusée détachable S.E.P.R. 841 de 1 680 kg	M > 2,15	Monoplace polyvalent d'interception à haute altitude et d'attaque au sol. Peut utiliser des terrains sommairement aménagés. Aile en delta à 60°. Siège éjectable Martin-Baker. 2 canons D.E.F.A. de 30 mm, engins air-sol Nord 5103 ou 5401 et air-air Matra R 530. Plafond 25 000 m.
30 000	2 turboréacteurs S.N.E.C.M.A. Atar 9 de 6 800 kg avec postcombustion	M > 2,2	Bombardier biplace à aile en delta extrapolé du Mirage III. Peut porter une bombe thermonucléaire et atteindre près de Mach 2,5 avec version poussée de l'Atar 9.
12 500	2 turbopropulseurs Turboméca Turmo III de 1 500 ch		Transport léger, construit en collaboration avec Sud-Aviation, pouvant utiliser des terrains sommairement aménagés. Pressurisé. 32 passagers ou 3 500 kg de fret. Autonomie 1 015 km. Versions diverses de reconnaissance photographique ou radar à l'étude.
9 000	2 turboréacteurs Pratt et Whitney JT 12-A de 1 500 kg  1 turboréacteur Bristol Siddeley Orpheus et 8 turboréacteurs Rolls-Royce RB-108 de 1 000 kg  1 turboréacteur S.N.E.C.M.A. TF-106 de 9 000 kg et 8 turboréacteurs Rolls-Royce RB-162	825   M = 2	Liaison et affaires. Construit en collaboration avec Sud-Aviation, 8-12 passagers. Autonomie 2 500 km.  Prototype expérimental à décollage vertical.  Version du Mirage III à décollage vertical étudiée en collaboration avec Sud-Aviation, British Aircraft Corporation et Boeing.
510	1 moteur Continental A-65 de 65 ch	170	Biplace léger de tourisme. Version améliorée du D-112. Peut être construit par amateurs. Train fixe. Autonomie 600 km. Version D-128 avec moteur Continental de 90 ch, vitesse 210 km/h, autonomie 900 km.
1 000	1 moteur Lycoming O-320 de 160 ch	250	Quadriplace de tourisme et d'affaires construit par Sud-Aviation. Rayon d'action 1 000 km.
280	1 moteur Volkswagen transformé de 25 ch	135	Monoplace de tourisme ultra-léger pouvant être construit par des amateurs. Train fixe. Autonomie 375 km. Peut être équipé de moteurs jusqu'à 45 ch, vitesse de croisière 150 km/h.
270	1 moteur Volkswagen de 26 ch	130	Monoplace léger de tourisme pour construction par amateur. Train fixe. Peut être équipé de divers moteurs. Autonomie 450 km. Versions diverses en Italie, Allemagne et Espagne.

seraient séduits par le Dassault, mais il s'agit d'un système d'armes raffiné, aux performances poussées, et par conséquent relativement onéreux. C'est d'ailleurs pourquoi Dassault souhaiterait pouvoir sortir une version simplifiée, efficace mais moins onéreuse que les 5 millions du Mirage III C. Dans l'état actuel des choses, les contrats se montent à près de 100 avions pour Israël, autant pour la Suisse, 60 pour l'Australie, plus d'une trentaine pour l'Afrique du Sud, sans compter les 300 avions, de différentes versions, en construction pour la France.

Du fait de son adaptation très facile à différentes missions, le Mirage III existe en plusieurs versions, dont voici la liste.

- Mirage III A : pré-série de 10 avions ;
- Mirage III B : version biplace pour la conversion des pilotes, utilisable en opérations : 26 avions commandés par la France, un nombre non précisé pour la Suisse ;
- Mirage III C : première série de 95 unités pour l'Armée de l'Air, plus une centaine livrés à Israël. La version sud-africaine, avec un équipement réduit, est le Mirage III CZ ;
- Mirage III E : version d'interdiction à longue distance, commandée à 130 exemplaires par la France. Système radar de navigation très poussé. Réacteur plus puissant.
- Mirage III-I : offert à l'Inde, qui s'y intéresserait encore, sous réserve d'accords de financement ;
- Mirage III-O : version australienne,

## les réalisations françaises



aviation française (suite)

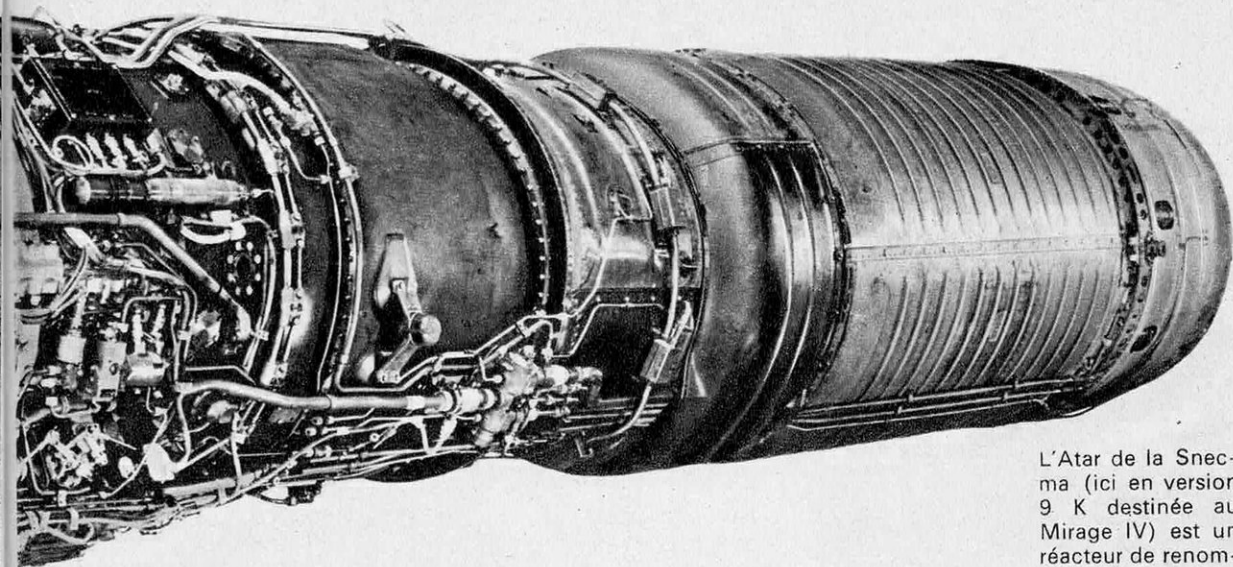
semblable à peu de choses près au III C, avec radar CSF et réacteur Atar;

- Mirage III R : version de reconnaissance photographique, sans radar de nez, mais avec batterie de caméras automatiques pour photo à toutes altitudes, de jour et de nuit. 50 appareils pour l'Armée de l'Air. Autres commandes probables.
- Mirage III S : version suisse, avec réacteur Atar, mais système d'arme radar-engin Hughes;
- Mirage III T : version banc d'essais, avec un fuselage modifié, du réacteur Snecma TF-106. Il n'est pas prévu de version de série bien que cet avion ait une autonomie doublée par rapport aux Mirage III C, du fait de la consommation réduite de son réacteur. Il a été question récemment d'une version T 2, un biplace comportant les systèmes électroniques du Mirage III E;
- Mirage III-V : extrapolation à décollage vertical.

Seul avion de combat bisonique capable de se contenter de pistes semi-préparées, intercepteur remarquable grâce à la poussée de sa fusée additionnelle, le Mirage III, si des commandes françaises viennent prolonger la vie des chaînes, devrait pouvoir être pour notre industrie un excellent produit exportable pendant plusieurs années encore.

L'importance industrielle de ce chasseur est d'autant plus grande que sa production intéresse plusieurs de nos sociétés, notamment Nord-Aviation, Sud, Messier, et la Snecma.

CONSTRUCTEUR ET TYPE	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS TOTAL EN CHARGE (kg)	MOTEURS PUISSANCE (ch) OU POUSSÉE (kg)	VITESSE MAX. OU DE CROISIÈRE (km/h)
D-11	8,20	6,20	485	1 moteur Salmson de 45 ch	155
JURCA MJ-3	6,24	5,85	480	1 moteur de 85 à 125 ch	210
MJ-5 Sirocco	7	5,98	630	1 moteur Continental de 90 ch ou Potez de 105 ch ou Lycoming de 125 ch	200
MJ-4 Shadow	6,24	5,85		1 moteur de 85 à 125 ch	215
MJ-C	7	5,88	630	2 moteurs Continental de 65 ch	200
LEGRAND-SIMON LS-60	9,70	6,01	700	1 moteur Continental C 90 de 90 ch	170
MATRA Jupiter M-360	10,80	7,87	1 730	2 moteurs Lycoming O-360 de 200 ch	328
MERVILLE D-63	8,38	6,72	700	1 moteur Potez 4E-20 de 105 ch	200
MIGNET H.M. 351	10	5,35	610	1 moteur Continental C-90 de 90 ch	170
MORANE-SAULNIER MS-880 Rallye	9,61	6,88	775	1 moteur Continental O-200 de 100 ch	170



L'Atar de la Snecma (ici en version 9 K destinée au Mirage IV) est un réacteur de renommée internationale.

OBSERVATIONS	CONSTRUCTEUR ET TYPE	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS TOTAL EN CHARGE (kg)	MOTEURS PUISSANCE (ch) OU POUSSÉE (kg)	VITESSE MAX. OU DE CROISIÈRE (km/h)	OBSERVATIONS
<p>Biplace léger de tourisme pouvant être construit par amateur. Double commande. Peut être équipé de divers moteurs. Autonomie 600 km. Versions diverses en Italie, Allemagne et Espagne. En dérivent le D-111 avec moteur Minié de 75 ch, le D-112 et le D-117 avec moteurs Continental de 65 et 90 ch. Voir aussi Alpavia, Centre-Est Aéronautique, Société Aéronautique Normande et Wassmer.</p> <p>Monoplace léger de voltige pour construction par amateur. Aile basse. Train fixe ou rentrant.</p> <p>Biplace léger pour construction par amateur. Train fixe ou rentrant.</p> <p>Monoplace léger pour construction par amateur. Aile basse. Train fixe ou rentrant.</p> <p>Biplace en tandem pour construction par amateur (en projet).</p> <p>Biplace léger de tourisme. Aile haute. Train fixe. Double commande. Autonomie 700 km.</p> <p>Grand tourisme et affaires. Moteurs aux deux extrémités du fuselage, une hélice tractrice et une hélice propulsive. Train tricycle escamotable. 4-5 places. Autonomie 1 250 km. Version 6-7 places avec moteurs Lycoming de 350 ch.</p> <p>Biplace léger de tourisme dérivant du Drone Condor (les modèles Draine Turbulent, Turbi et Condor sont destinés à la construction d'amateur en Angleterre et en Allemagne). Double commande.</p> <p>Biplace léger de tourisme. Biplan à ailes repliables permettant le remorquage sur route. Train fixe. Double commande. Autonomie 800 km. Autres modèles H.M. 350, 380 et 390.</p> <p>Triplace léger de tourisme. Train fixe. Double commande. Autonomie 800 km. Version Super-Rallye avec moteur Continental 0-300 de 145 ch. Version Rallye Commodore avec moteur 145 ch, poids 1 000 kg, vit. de croisière 195 km/h, autonomie 1 070 km.</p>	<p><b>MS-760 Paris</b></p> <p><b>NORD-AVIATION C-160 Transall</b></p> <p><b>262</b></p> <p><b>PIEL CP-30 Émeraude</b></p> <p><b>POTÉZ P. 840</b></p> <p><b>CM-170 Magister</b></p> <p><b>POTÉZ-HEINKEL CM-191</b></p>	<p>10,15</p> <p>40</p> <p>21,90</p> <p>8,30</p> <p>19,98</p> <p>11,40</p> <p>12,02</p>	<p>10,05</p> <p>31,54</p> <p>19,28</p> <p>6,03</p> <p>15,89</p> <p>10,06</p> <p>9,93</p>	<p>3 870</p> <p>46 530</p> <p></p> <p>500</p> <p>8 900</p> <p>3 200</p> <p>4 350</p>	<p>2 turboréacteurs Turboméca Marboré III de 400 kg</p> <p>2 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy-20 de 6 020 ch</p> <p>2 turbopropulseurs Turboméca Bastan VI de 1 080 ch</p> <p>1 moteur Continental A-65 de 65 ch</p> <p>4 turbopropulseurs Turboméca Astazou XII de 610 ch</p> <p>2 turboréacteurs Turboméca Marboré II A de 400 kg</p> <p>2 turboréacteurs Turboméca Marboré VI de 480 kg</p>	<p>570</p> <p>500</p> <p></p> <p>160</p> <p>500</p> <p>715</p> <p>680</p>	<p>Biplace d'entraînement ou quadriplace de liaison. Cabine pressurisée et conditionnée. En version d'appui tactique pourrait emporter un canon de 30 mm, bombes et roquettes. Plafond 10 000 m. Autonomie 2 000 km avec réservoirs supplémentaires. Version Paris II avec turboréacteurs Marboré VI de 480 kg, vit. 633 km/h. Version affaires Paris III pour 6 passagers avec Marboré VI de 480 ch, vit. 610 km/h, autonomie 1 900 km.</p> <p>Cargo moyen pour applications militaires et civiles (poids 48 500 kg), construit en coopération avec plusieurs firmes de l'Allemagne fédérale. Peut utiliser des terrains sommairement aménagés. Aile haute. Cockpit et soute pressurisés. Rampe de chargement arrière. Autonomie 4 500 km. Peut être équipé de 2 turboréacteurs supplémentaires Rolls-Royce RB-153 de 1 800 kg.</p> <p>Transport pour étapes courtes dérivé du 260 Super-Broussard, 26-29 passagers. Cabine pressurisée. Autonomie 1 250 km.</p> <p>Biplace léger de tourisme construit aussi par les Ateliers Aéronautiques de la Côte d'Émeraude, Scintex Aviation et par des amateurs. Construit en Espagne et en versions dérivées en Grande-Bretagne (Linnell) et en Afrique du Sud (Ariel Mk II). Train fixe. Aile basse. Double commande. Autonomie 800 km. Versions 301-A avec moteur Continental 90 ch et 302 avec moteur Salmson 90 ch à performances améliorées.</p> <p>Transport léger pour liaisons régionales (16-24 passagers) ou avion d'affaires (8 passagers). Cabine pressurisée et conditionnée. Autonomie 1 000 à 3 100 km.</p> <p>Biplace d'entraînement. Construit sous licence en Finlande et Israël. Cockpit pressurisé et conditionné. 2 mitrailleuses de 7,5 mm, roquettes, bombes, engins Nord SS-11. Version aéronavale CM-175 Zéphyr, Super-Magister CM-173 avec sièges éjectables et turboréacteurs Marboré VI de 480 kg en développement.</p> <p>Quadriplace de liaison dérivant du Fouga Magister. Étudié en collaboration avec Heinkel. Cabine pressurisée. Double commande. Versions civile et militaire. Autonomie 1 860 km.</p>

L'évolution de la Caravelle : de la version III à la Super A, poids et performances accrus.



Caravelle III



Caravelle VI N



Caravelle VI R



Caravelle Super A

## aviation française (fin)

CONSTRUCTEUR ET TYPE	ENVERGURE (m)	LONGUEUR (m)	POIDS TOTAL EN CHARGE (kg)	MOTEURS PUISSANCE (ch) OU POUSSÉE (kg)	VITESSE MAX. OU DE CROISIÈRE (km/h)	OBSERVATIONS
<b>SCINTEX</b> CP. 1310 Super-Emeraude	8,25	6,54	700	1 moteur Continental 0-200 de 100 ch	220	Biplane léger côte-à-côte. Double commande. Train fixe. Autonomie 1 100 km. Version CP-1315 avec moteur Potez 4E-20 de 105 ch.
<b>250 Rubis</b>	10,25	7,75	1 270	1 moteur Lycoming 0-540 de 250 ch	300	Quadruplane d'affaires. Train escamotable. Double commande. Autonomie 1 660 km.
<b>SFERMA</b> Marquis	11,53	8,21	2 725	2 turbopropulseurs Turboméca Astazou de 450 ch	415	Avion d'affaires. 4-5 places. Adapté du Beechcraft Baron. Train tricycle escamotable. Double commande. Autonomie 1 630 km.
<b>SIPA</b> 272 Présence	17,40	13,90	4 820	2 turbopropulseurs Turboméca Astazou II de 560 ch	400	Transport léger. 12-16 passagers ou fret. Cabine pressurisée. Autonomie 2 500 km.
<b>S-251 Antilope</b>	11,27	9,01	1 800	1 turbopropulseur Turboméca Astazou II de 560 ch	450	Grand tourisme ou affaires. 5 places. Train tricycle escamotable. Autonomie 2 300 km.
<b>SOCIÉTÉ AÉRONAUTIQUE NORMANDE</b> Jodel DR-1050 Ambassadeur	8,72	6,50	750	1 moteur Continental C-90 de 95 ch	200	Triplane de tourisme. Train fixe. Autonomie 1 000 km.
Jodel D-140 Mousquetaire	10,27	7,82	1 200	1 moteur Lycoming 0-360 de 180 ch	230	Quadruplane de tourisme. Train fixe. Autonomie 1 280 km.
Jodel D-150	8,15	6,91	730	1 moteur Continental ou Potez de 105 ch	230	Biplane côte-à-côte. Autonomie 1 700 km.
<b>SRGM</b> 153 Joigny	8,35	6,40	1 050	1 moteur Lycoming 0-321 de 150 ch	285	Tourisme 3-4 places. Double commande. Autonomie 1 500 km.
<b>SUD-AVIATION</b> SE. 210 Caravelle III	34,30	32,01	46 000	2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA-29 de 5 170 kg	785	Moyen-courrier pour 64-80 passagers. Aile en flèche à 20°. Autonomie 3 110 km. Série VI N avec turboréacteur Rolls-Royce Avon RA-29 de 5 535 kg, poids 48 000 kg, vitesse 825 km/h, autonomie 3 110 km. Série VI R avec turboréacteurs Rolls-Royce Avon de 5 725 kg, poids 50 000 kg, vitesse 825 km/h, autonomie 2 850 km. Série Super A avec turboréacteur double-flux General Electric CJ 805-23 C de 7 300 kg, longueur 33,01 m, poids 52 000 kg, vitesse 860 km/h, autonomie 3 340 km. Série Super B avec turboréacteur à double flux Pratt et Whitney JT 8 D-1 de 6 350 kg de poussée. Autonomie 3 520 km.
<b>SE. 3130</b> Alouette II	9,60	1 600	1 600	1 turbine à arbre Turboméca Artouste II C de 406 ch	170	Hélicoptère tous usages. 5 places. Construit aux États-Unis (Republic) et en Suède (Saab). Rotor 3 pales de 10,20 m de diamètre. Autonomie 600 km. La série 3180 est équipée d'une turbine à arbre Turboméca Astazou II de 530 ch.
<b>SE. 3160</b> Alouette III	10,17	2 100	2 100	1 turbine à arbre Turboméca Artouste III de 550 ch	200	Version extrapolée du précédent pour 6 passagers ou fret divers et en version d'assaut pour 6 hommes équipés. Rotor à 3 pales de 11 m de diamètre. Autonomie 730 km.
<b>SE. 3210</b> Super-Frelon	17	11 000	11 000	3 turbines à arbre Turboméca Turmo III C 3 de 1 500 ch	220	Hélicoptère lourd. Rotor à 6 pales de 18,90 m de diamètre. Autonomie 960 km. Toutes missions, passagers (30), fret, sauvetage, etc.
<b>S. 58</b> Bi-Bastan	20,03	6 030	6 030	2 turbines à arbre Turboméca Bastan IV jumelées de 950 ch	160	Hélicoptère construit sous licence Sikorsky. Rotor à 4 pales de 17,07 m de diamètre. Autonomie 400 km. Tous usages civils (12 places) et militaires.
<b>SA. 330</b>	14,70	6 200	6 200	2 turbines à arbre Turboméca Bastan VII de 1 300 ch	250	Hélicoptère de manœuvre, passagers (12 hommes équipés) et fret. Rotor à 4 pales de 15 m de diamètre. Autonomie 560 km.
<b>T.S.S.</b> Concorde	23,50	51,81	119 000	4 turboréacteurs Bristol Siddeley Olympus 593-3 de 13 350 kg	2 335	Long-courrier supersonique (Mach 2,2) à l'étude en collaboration avec la British Aircraft Corporation. Autonomie 6 000 km, altitude de croisière 18 000 m, 100 passagers. En version moyen-courrier : poids 100 000 kg, autonomie 4 450 km.
<b>WASSMER</b> Jodel D-112	8,22	6,36	530	1 moteur Continental de 65 ch	160	Biplane de tourisme. Train fixe. Double commande. Autonomie 530 km.
Jodel D-120 Paris-Nice	8,22	6,36	650	1 moteur Continental C-90 de 95 ch	190	Version de luxe du précédent. Autonomie 1 100 km.
<b>Super IV</b>	10	7,60	1 200	1 moteur Lycoming 0-360 de 180 ch	265	Quadruplane de tourisme. Train tricycle escamotable. Autonomie 1 410 km. Version WA-40 A affaires, longueur 8,09.

L'Étendard IVM, monoplace d'attaque embarqué, est par contre produit entièrement par Dassault. Bridé sur le plan exportation par la présence sur le marché de plusieurs centaines d'avions américains démodés, il verra sa production limitée à une centaine d'unités pour la Marine Nationale.

## Le Mirage IV

Le second programme d'avion de combat en cours de réalisation en France est celui du bombardier bisonique Dassault Mirage IV, dont 50 exemplaires ont été commandés jusqu'ici. Il fait, lui aussi, l'objet d'une coopération industrielle à laquelle Sud-Aviation, produisant le fuselage central et les voitures, prend une bonne part. Les premiers avions de série entreront en service cette année.

Bien que très coûteux du fait de ses systèmes électroniques très développés, le Mirage IV pourrait intéresser plusieurs pays.

Armé d'une bombe atomique classique, propulsé par des réacteurs Atar 9 K dans une première version, il doit recevoir ultérieurement une bombe volante propulsée appelée AS 2 qui pourrait être larguée à plusieurs centaines de kilomètres de l'objectif vers lequel elle se dirigerait à une vitesse supersonique. Par la suite, le Mirage IV pourrait évoluer sous la forme d'une version plus lourde, plus rapide et de distance franchissable accrue, grâce au montage de deux turboréacteurs Snecma TF-106 à double flux. Cet avion pourrait effectuer des missions d'attaque supersonique à très basse altitude.

Il est clair que si l'on veut donner un maximum d'efficacité à notre Force de frappe nationale, les 50 Mirage IV actuellement prévus sont insuffisants. Sans doute une deuxième tranche sera-t-elle commandée, mais ce n'est encore qu'un espoir.

Enfin, il nous faut citer ici un appareil qui intéresse aussi l'avenir, le chasseur VTOL Mirage III-V, que Dassault développe actuellement en collaboration avec Sud, pour répondre à un besoin exprimé par l'Armée de l'Air. Il en sera question plus en détail dans un des chapitres suivants.

## Le Breguet Atlantic

A côté des avions de combat de première ligne, dont les performances spectaculaires font qu'ils sont mieux connus du public, l'industrie

## les réalisations françaises

française produit d'autres matériels militaires. Deux d'entre eux, le Breguet Atlantic et le Nord Transall, outre leurs qualités militaires propres, sont intéressants par les programmes internationaux de coopération technique et industrielle dont ils sont issus.

Choisi par un Comité de l'OTAN parmi une vingtaine de projets soumis par quelques-uns des plus fameux constructeurs occidentaux, le patrouilleur naval Breguet 1150 Atlantic doit être le successeur des Lockheed Neptune livrés par les Américains à leurs alliés européens. Ses qualités de vol et son efficacité opérationnelle ayant été prouvées par les essais de trois prototypes, une série a été lancée. Deux premières commandes de 20 unités chacune viennent d'être passées par les gouvernements français et allemand. A ce stade, comme à celui des prototypes, sont intéressés des constructeurs de France (Breguet, Sud-Aviation, Hispano-Suiza, Ratier-Figeac, CSF, etc.), d'Allemagne (Dornier et M.A.N. principalement), de Hollande (Fokker); de Belgique (Fairey, SABCA et FN) et de Grande-Bretagne (Rolls-Royce et De Havilland Propellers). D'autres commandes sont attendues, venant de Hollande notamment, les ordres français et allemands déjà passés ne représentant que des premières tranches. L'Angleterre, le Japon, l'Australie, l'Afrique du Sud, la Nouvelle-Zélande et le Brésil auraient d'ores et déjà marqué un intérêt pour cet avion. Breguet, de plus, aurait prévu d'adapter la cellule à d'autres missions : cargo, ravitailleur en vol, centre de contre-mesures électroniques, plate-forme de lancement d'engins air-sol...

## Le Transall C 160

Autre projet international, mais né d'une collaboration limitée à la France et à l'Allemagne celle-là : le transporteur militaire Transall C 160, destiné à devenir le successeur des Noratlas.

Conçu pour satisfaire le besoin double de la France (transport stratégique) et de l'Allemagne (transport tactique), le Transall offre une soute d'un volume assez remarquable puisque sa section est au gabarit des wagons de chemin de fer. Cette soute est accessible par une rampe arrière permettant embarquement et parachutage des véhicules et par une porte cargo à l'avant.

Intéressée par la version à long rayon d'action, l'Armée de l'Air recevra les Transall

équipés de deux turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne de 6 000 ch. Pour améliorer les performances de décollage, la Luftwaffe ajoutera deux réacteurs d'appoint de la classe des 1 200/1 500 kg de poussée. Cependant tous les appareils produits auront les ferrures nécessaires à la fixation de ces réacteurs. La présence de deux turbines seulement pour une machine de ce tonnage s'explique par le fait que le Tyne verra ultérieurement sa puissance portée à près de 10 000 ch.

Le premier C 160, assemblé en France, vole depuis quelques mois. Deux autres prototypes sont en voie d'assemblage en Allemagne. Pour la production, la même répartition industrielle que pour les prototypes sera conservée, c'est-à-dire que le Nord fournira les ailes, Messier l'atterrisseur, Weser et Hamburger Flugzeugbau fuselage et empennage, les turbines étant les mêmes que celles de l'Atlantic. Deux chaînes, une dans chaque pays, seront installées et doivent produire au moins 200 avions.

### **Autres appareils militaires**

On trouvera d'autre part, dans le chapitre sur les appareils à décollage court et vertical, la description du Breguet 941 et, par conséquent, nous n'en dirons rien ici.

Depuis l'abandon du Spirale III de coopération terrestre, qui était prévu pour les forces aériennes d'outre-mer et dont le tandem Sud-Dassault ne semble pas vouloir poursuivre le développement, le seul appareil militaire français en production et dont nous n'avons pas parlé est le Potez Magister, biplace d'entraînement à réaction. Il suscite toujours un vif intérêt à l'étranger. Il est construit sous licence en Allemagne, en Israël et en Finlande. Sur les 820 unités représentant le total des commandes, 550 appareils sont sortis ou prêts à sortir des usines françaises. On estime qu'un débouché d'au moins 300 machines subsiste encore.

Pour élargir ses marchés, Potez termine un Super Magister, le CM 173, qui se distingue de son prédécesseur par l'installation de sièges éjectables et de deux réacteurs Turboméca Marboré VI de 480 kg de poussée.

### **La Caravelle**

Le moyen-courrier Caravelle demeure le principal programme industriel français et il ne fait pas de doute qu'il en sera ainsi pour quel-

## **les réalisations françaises**

ques années encore, en dépit d'un ralentissement très net des commandes. Contrairement à des bruits pessimistes, Sud-Aviation espère en effet vendre encore des Caravelle, en de nouvelles versions, durant 5 ou 6 ans au moins.

Actuellement, une série de 200 exemplaires est en cours de fabrication, dont 167 sont commandés fermes. De nouvelles commandes sont attendues, de même que des ordres complémentaires provenant d'utilisateurs satisfaits. De plus, il ne fait pas de doute que quelques exemplaires seront acquis pour le Groupe de Liaisons Aériennes Militaire.

L'avenir de la Caravelle repose principalement sur les deux versions qui constituent la « seconde génération » de cet avion, les Super A et B, équipés de réacteurs à double flux General Electric CJ 805-23 et Pratt et Whitney JT 8 D-I.

Connus précédemment sous le nom d'Horizon, ces avions ont une aérodynamique améliorée qui augmente le nombre de Mach en croisière et permet, au décollage, de tirer parti de la puissance installée accrue. De plus, le fuselage est allongé. Le premier Super A est en cours d'essais d'homologation; le Super B volera en septembre.

### **Le Concorde supersonique**

D'ici quelques mois, à Toulouse, on coupera les premiers morceaux de tôle du transport supersonique Concorde, que Sud-Aviation a étudié et va construire en coopération étroite avec la British Aircraft Corporation, les études et la mise au point des prototypes étant prises en charge par moitié par les gouvernements français et britannique.

Cet avion, qui sera sans doute en 1966 le premier transport civil supersonique du monde, pourrait aussi évoluer vers une plate-forme lance-missile. Une référence officielle à cette utilisation a d'ailleurs été faite en France.

Se présentant sous la forme d'une aile delta à bord d'attaque évolutif, Concorde sera construit en matériaux classiques. Deux versions sont prévues, l'une appelée moyen-courrier (4 450 km de distance franchissable), l'autre « Londres-New York » (6 000 km), correspondant plus spécialement aux désirs britanniques. A partir d'éléments fabriqués dans les deux pays, deux prototypes seront assemblés de part et d'autre de la Manche.

Aérodynamiquement parlant, les deux ver-

sions seront identiques, les seules différences résidant dans le volume de carburant plus élevé emporté par la version long-courrier, d'où un poids de décollage plus important — 119 tonnes contre 100 — nécessitant des renforcements localisés de structure et d'atterrisseur. La charge utile, passagers et bagages, sera de l'ordre de 9 tonnes. Concorde croisera à 2 335 km/h (Mach 2,2) à 18 000 m.

### Nord 262 et Potez 840

Le programme du Nord 262, pour beaucoup moins spectaculaire qu'il soit, n'en est pas moins important. Il s'agit en effet d'un avion qui vise au remplacement du Douglas DC-3, ce qui représente un marché potentiel de plusieurs centaines d'unités. A l'encontre de ses concurrents, le Nord 262 a le même volume que le Douglas et une puissance équivalente, ce qui veut dire qu'il convient au mieux aux besoins des transporteurs. Une première série de dix Nord 260 non pressurisés est en voie de finition.

Le marché pour le Nord 260 paraissant limité sur le plan civil, il est question que la Marine Nationale reprenne la série comme avion-école de navigation. La production du Nord 262, d'ores et déjà lancée, doit aboutir dès la fin de 1963.

Initiative privée du groupe Potez, le quadri-turbo-propulseur Potez 840 est destiné aux lignes d'apport et aux liaisons militaires et civiles. Le deuxième prototype vole depuis plusieurs mois, avec grand succès, aux États-Unis, aux mains des pilotes de la société concessionnaire Turboflight. Le 840 étant de prix très compétitif, Potez pense en vendre au moins cent outre-Atlantique.

Une première commande ferme a été annoncée, en provenance d'un industriel britannique. Il est d'autre part prévu une commande gouvernementale d'encouragement.

### Transports légers et « affaires »

Conçu, construit et mis au point par le tandem Sud-Dassault, sans commande de l'État, le Mystère 20 est un biréacteur léger à missions multiples civiles et militaires. Équipé de deux réacteurs Pratt-et-Whitney JT-12, muni de déviateurs de jet Snecma, il vole depuis quelques semaines. Ultérieurement, il pourrait recevoir des réacteurs à double flux, de consommation réduite et de poussée accrue,

SUITE PAGE 26

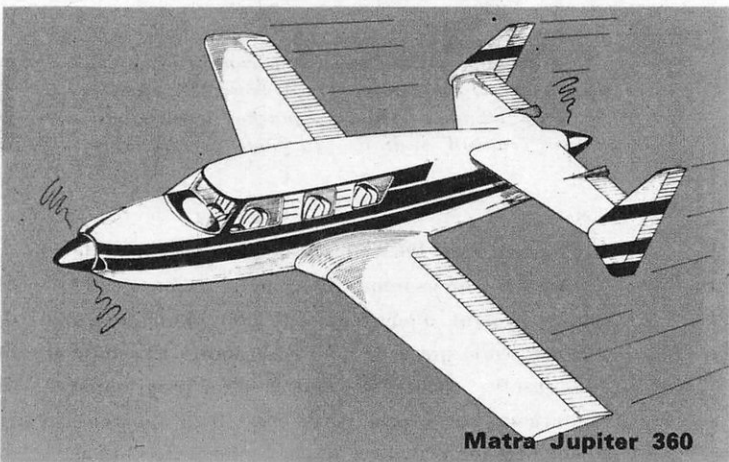
On trouve ici, de haut en bas, un candidat à la succession du DC-3 et trois « types affaires » très modernes.



Nord 262



Morane-Saulnier Paris III



Matra Jupiter 360



Gardan Horizon



*Nord-Aviation est une spécialiste connue des avions de transport. Au premier plan, le Nord 262. Derrière, le Nord 260 non pressurisé à gauche ; le cargo militaire « Transall » à droite. Au fond, un « Noratlas ».*

## Le NORD 262 ?

Construire en 1963, alors que l'on parle déjà de transports supersoniques, un petit avion de 29 places, volant modestement à 400 kilomètres à l'heure, voilà qui a de quoi surprendre. Et, chose très insolite encore, il s'agit là d'un programme ambitieux, terme qui correspond mal apparemment aux performances et au tonnage de l'appareil.

Le Nord 262, tel est son nom, a été conçu dans une optique bien définie : prendre la suite du Douglas DC-3. Qui ne connaît le DC-3 ? Il fut construit, comme transport militaire, à des milliers d'exemplaires qui, à la fin des hostilités, se trouvèrent offerts, à très bon marché, aux utilisateurs civils. Ils sont encore aujourd'hui plus de 2 000 en service, dont la moitié environ chez des transporteurs civils.

Aujourd'hui, le Douglas touche à la fin de sa carrière. D'abord parce qu'en vieillissant il subit des règlements nouveaux qui limitent ses possibilités opérationnelles. Ensuite, parce que les clients deviennent exigeants, demandant plus de confort et notamment des transports pressurisés qui puissent passer par-dessus le mauvais temps. Enfin, parce que des années de bons et loyaux services, des milliers d'heures de vol, se traduisent par un entretien accru devenant prohibitif peu à peu.

Tout ceci n'est pas nouveau, à telle enseigne que, depuis plusieurs années, nombreux sont les constructeurs qui ont prétendu offrir un remplaçant du DC-3. En faisant de même, Nord-Aviation n'apporte-t-elle donc qu'un concurrent de plus ? Non, elle offre le seul véritable successeur du Douglas. Et voici pourquoi.

## Des ambitions superflues

Les ingénieurs de Nord-Aviation sont partis d'une idée qui, pour être simple, ne semble pas avoir été perçue par leurs collègues des autres sociétés. Il s'agit de remplacer un appareil qui, par ses performances, son devis de poids, son tonnage, convenait à des centaines de transporteurs. Son successeur, logiquement, doit répondre aux mêmes critères, mais en incorporant des améliorations techniques, telles que la turbine et la pressurisation. C'est la définition du Nord 262.

Les autres constructeurs, quant à eux, semblent avoir fait fausse route. Ils ont dessiné des machines excellentes mais trop ambitieuses, offrant un volume trop grand avec les conséquences de poids, de puissance et de prix qui en découlent.

Avec une puissance de 2 000 CV, fournie par deux turbines Turboméca « Bastan », le Nord 262 emporte 29 personnes (8 seulement de plus que le DC-3) sur 1 500 km, à un peu moins de 400 km/h de moyenne, contre 305 pour le Douglas. Ses concurrents, pour une puissance plus que doublée, gagnent que 50 à 60 km/h de vitesse de croisière et disposent d'une capacité de sièges dont, bien souvent, l'exploitant n'a que faire. Ce n'est pas

## Qu'est-ce que Nord-Aviation ?

Nord-Aviation, société nationale de constructions aéronautiques, est le deuxième producteur aérospatial de France.

Spécialiste des avions de transport, Nord-Aviation a construit le « Noratlas », en service dans cinq pays, a conçu le « Transall » en coopération avec des sociétés allemandes, lance maintenant le Nord 262 en série.

Étudiant des techniques nouvelles de fabrication, des propulseurs avancés, des instruments de mesures inédits, Nord-Aviation possède aussi un département « Engins » qui connaît un essor unique en Europe.

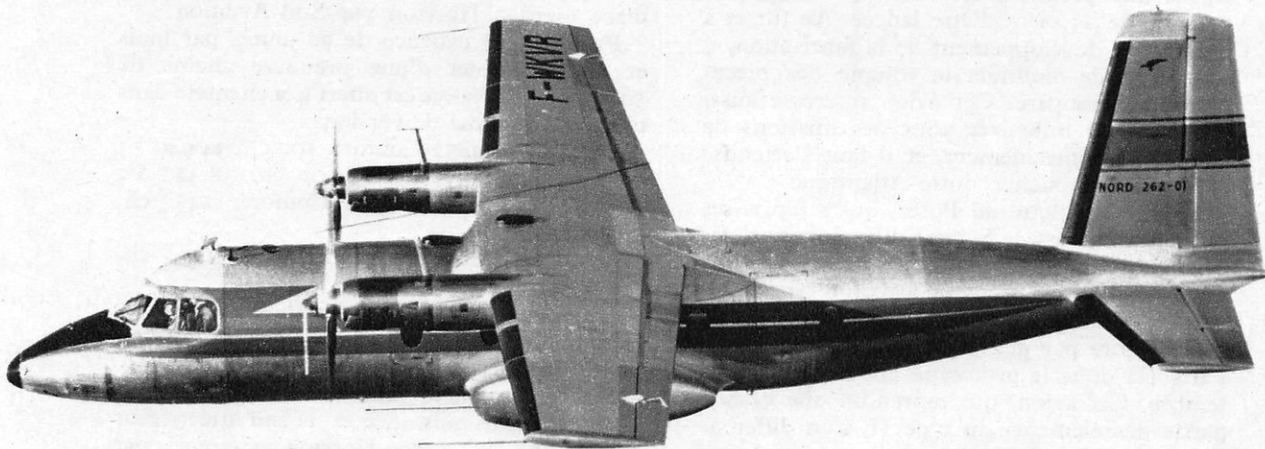
Dans ses sept usines et établissements, Nord-Aviation emploie 9 210 personnes.

parce qu'il utilisera un avion de 60 places qu'il trouvera sur ses lignes plus de clients qu'il n'en avait pour remplir les 21 places de son DC-3.

Par contre, le Nord 262 est d'un entretien facile, d'une construction sûre, d'un emploi économique. Avec son aile haute, il est stable et les passagers ont une visibilité idéale.

Il y a quelques mois, les autorités américaines ont défini les caractéristiques d'un avion pouvant remplacer le Douglas : de tous les avions existants, le Nord 262 est celui qui « colle » le mieux à cette définition. Notre conclusion ? Nord-Aviation a vu juste !

# Un besoin mondial



COMMUNIQUÉ

*De lignes très sobres, le Nord 262 est d'une construction simple et robuste. Ses qualités de vol, pour leur part, sont excellentes.*

## les réalisations françaises



Centre-Est Sicile

Notre industrie offre une gamme très étendue d'avions légers d'affaires et de grand tourisme. On voit à gauche la dernière version très améliorée du classique Jodel Ambassadeur. A droite, deux quadriplaces rapides en concurrence et, en bas l'ambitieuse Antilope à 5 places équipée d'un turbo-propulseur Astazou.

qui permettraient d'améliorer encore les performances. Tant sur le plan du prix que des performances, le Mystère 20 supporte très avantageusement la comparaison avec ses concurrents. Dans le domaine militaire, outre les liaisons et les évacuations sanitaires, le Mystère 20 pourrait être utilisé comme classe de navigation, école-radar, remorquage de cibles, etc.

Autre production française destinée au marché de l'aviation d'affaires, le Sferma Marquis est le résultat de l'association d'une cellule Beechcraft et de turbines Turboméca Astazou. Après une première série de 10 unités, une seconde de 25 vient d'être lancée. Au fur et à mesure du développement de la fabrication, il est prévu de diminuer le volume des pièces d'origine étrangère. Cet avion intéresse aussi vivement les militaires pour des missions de liaison et d'entraînement, et il faut s'attendre à le voir déboucher outre-Atlantique.

Sous la houlette de Potez, qui a repris ses intérêts en mains, la Société d'Exploitation des avions Morane-Saulnier poursuit ses fabrications de série et prépare des prototypes.

Pour prendre le relais du Paris II, qui se vend encore par petits paquets, on prépare le Paris III dont le prototype doit voler en septembre. Cet avion, qui reprendra une grande partie des éléments du type II, s'en différenciera par une cabine de six places, accessible par une porte latérale.

Sur les plans d'André Moynet, la Matra se prépare à lancer un bimoteur de formule

peu usitée, le Jupiter, dont les groupes propulseurs sont implantés aux deux extrémités du fuselage. Cette formule simplifie le pilotage, notamment en cas de panne d'un groupe, et améliore la sécurité. Dans une première version quadriplace, le Jupiter disposera de deux moteurs de 200 ch mais une version agrandie de 6 à 7 places est déjà prévue avec deux groupes de 350 ch.

Dans le secteur des avions légers, bien des changements se sont produits depuis deux ans, les deux plus remarquables étant l'entrée en production du tri-quadruple Rallye par Morane-Saulnier et le lancement du quadriplace Gardan Horizon par Sud-Aviation.

Produit à la cadence de 30 unités par mois et faisant l'objet d'une première chaîne de 500 avions, le Rallye est offert à la clientèle dans toute une gamme de versions :

- MS-880 Rallye-Confort, 100 ch, 34 940 F ;
- MS-880 Rallye-Luxe, 100 ch, 38 420 F ;
- MS-885 Super Rallye-Confort, 145 ch, 38 875 F ;
- MS-885 Super Rallye-Luxe, 145 ch, 41 650 F.

Une nouvelle version quadriplace, le Rallye-Commodore MS-890, est en cours de mise au point. Son prix n'est pas encore connu.

De performances plus brillantes du fait de sa plus grande puissance et de son atterrisseur escamotable, le Gardan Horizon a été repris par Sud-Aviation qui le commercialise. Vendu 66 000 F, assuré d'un service après-vente digne de la Caravelle, cet avion bouche un trou dans



**Scintex Rubis 250**



**Wassmer Super IV**



**S.I.P.A. Antilope**

la gamme de production européenne et c'est ce qui doit assurer son succès commercial. La cadence de production provisoire est de cinq avions par mois.

A côté de ces deux programmes ambitieux subsistent ceux plus modérés mais non moins productifs de constructeurs traditionnels, dominés par la Société Aéronautique Normande, Scintex et Wassmer. Ce dernier produit le seul quadriplace comparable aux productions américaines, le Super IV, pour lequel le nouveau Scintex Rubis pourrait représenter un concurrent sérieux s'il est lancé en série. Ces deux avions de luxe complètent très heureusement les Rallye et Horizon, production beaucoup plus industrielle. En ce qui concerne les quadriplaces, gardons-nous d'oublier le Mousquetaire de la SAN, moins ambitieux mais très économique.

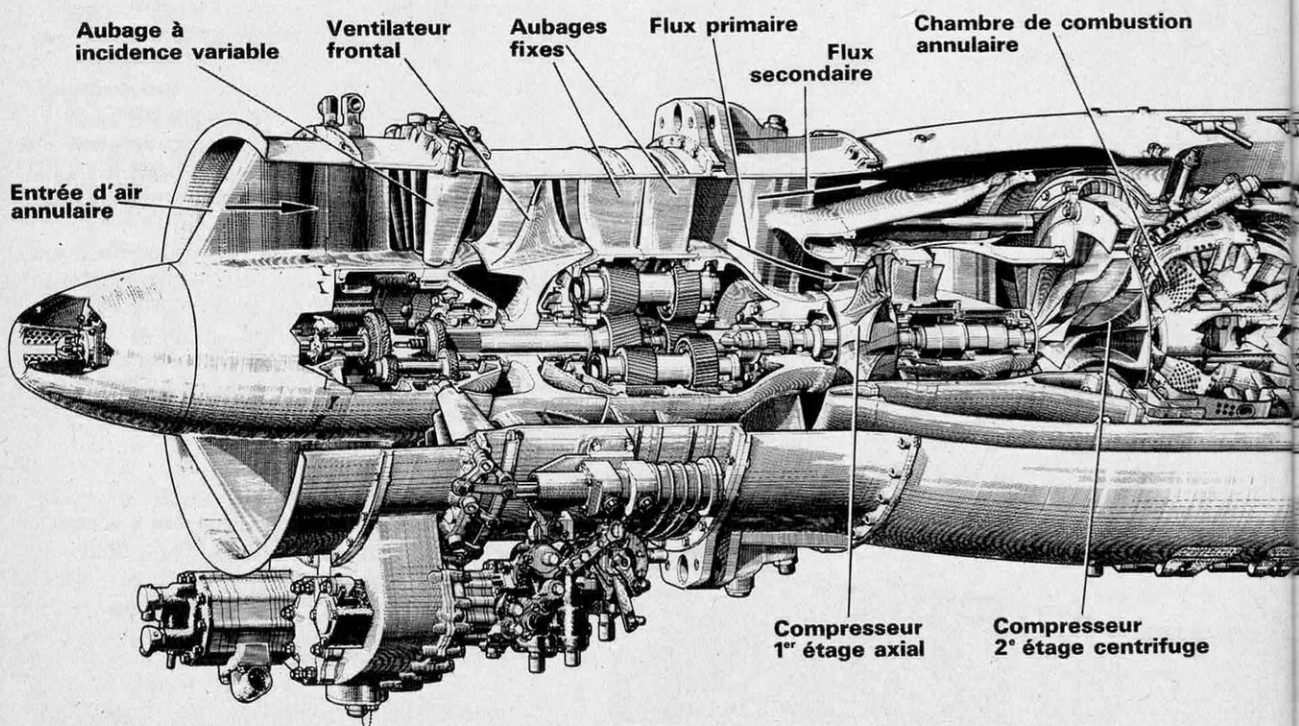
A côté des triplaces Jodel de différents types, la flotte légère française compte les Émeraude et Super Émeraude de Scintex. Ce dernier, premier avion français de vocation sportive, de bon confort et permettant la voltige, a devant lui un bel avenir.

## Les hélicoptères

Domaine exclusif de Sud-Aviation, exception faite de la tentative Matra-Cantinieau visant une nouvelle formule simplifiée, les hélicoptères français connaissent un succès mondial qui place notre industrie au second rang dans le monde.

# Turboréacteurs et turbopropulseurs français

CONSTRUCTEUR ET TYPE	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COM- BUSTION	TUR- BINE	POUSSÉE (kg) OU PUISSANCE MAX. (ch)	POIDS (kg)	OBSERVATIONS
<b>NORD-AVIATION</b> ST 600 Sirius	—	—	—	6 600 kg à Mach 2 (au niveau de la mer)	170	Statoréacteur pour engin volant à Mach 2,7. Equipe actuellement engin-cible CT 41.
<b>SNECMA</b> Atar 8	axial 9 étages	annulaire	2 étages	4 400 kg	1 037	Turboréacteur. Equipe Etendard IV M.
<b>Atar 9</b>	axial 9 étages	annulaire	2 étages	6 000 kg avec post- combustion	1 330	Turboréacteur. Version du précédent avec postcombustion. Equipe Mirage III. Version 9 K, poids 1480 kg, poussée 6 700 kg, équipe bombardier bisonique Mirage IV A.
<b>TF 106</b>	—	—	—	9 000 kg avec post- combustion	1 580	Turboréacteur double-corps et double-flux, équipera Mirage III V à décollage vertical.
<b>TURBOMECA</b> Palas	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	160 kg	69	Turboréacteur. Construit aussi en Grande-Bretagne
<b>Marboré VI</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	480 kg	140	Turboréacteur. Equipe Fouga Magister, Morane-Saulnier Paris, Potez-Heinkel CM 191, engin-cible CT 20. Construit sous licence aux U.S.A. et en Espagne.
<b>Aubisque</b>	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	700 kg	243	Turboréacteur à double flux. Equipe le Saab 105.
<b>Astazou II</b>	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	562 ch	123	Turbopropulseur. Equipe Potez 840, Sferma Marquis, Pilatus Porter, Dornier D. 27. Existe en version turbine à arbre puissance 554 ch, équipe hélicoptères Alouette II 3180 et Agusta.
<b>Bastan VI</b>	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	1 000 ch	212	Turbopropulseur. Equipe Super-Broussard, MD 282, FMA Guarani. Version Double-Bastan par accouplement de 2 Bastan sur un réducteur unique. Puissance 1 500 ch. Equipe hélicoptère S-58.
<b>Turmo IIIC3</b>	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	1 500 ch	287	Turbine à arbre. Equipe hélicoptères Sud-Aviation 3210 Super-Frelon. Version turbopropulseur Turmo IIID3 de 1 450 ch.
<b>Artouste IIC</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	500 ch	143	Turbine à arbre Equipe Alouette II. Construit aussi en Grande-Bretagne et en Inde.
<b>Artouste IIIB</b>	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	3 étages	550 ch	130	Turbine à arbre. Equipe hélicoptère Alouette III.
<b>Palouste IV</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	2 étages	débit 1 140 g/s	83	Turbogénérateur. Construit aussi en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis.

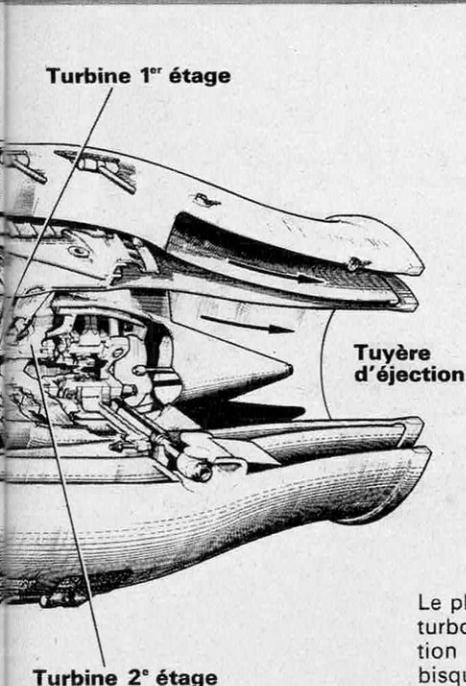




**Alouette III**



**Super-Frelon**



▲ Tout en poursuivant la production de son Alouette II, Sud-Aviation a étoffé sa gamme d'hélicoptères avec l'Alouette III à 7 places et le Super-Frelon, hélicoptère lourd équipé de trois turbines Turboméca, pour missions civiles et militaires variées.

Le plus évolué jusqu'ici des turboréacteurs en production chez Turboméca, l'Aubisque formule double flux.

## les réalisations françaises

Alors que l'on s'apprête à recueillir la commande de la millième Alouette II, Sud augmente la cadence de production de son Alouette III, met au point le gros Super-Frelon et prépare le SA-330.

Hélicoptère à cinq places vendu dans le monde entier, l'Alouette II, construite jusqu'ici avec un groupe Artouste II de 406 ch, doit connaître une nouvelle jeunesse avec l'Astazou II de 530 ch, beaucoup plus économique de surcroît. Ce qui laisse penser que sa production n'est pas menacée par la montée en cadence de la chaîne de l'Alouette III de à sept places, commandée par huit pays, dont l'Inde qui va la construire sous licence.

Développé en collaboration avec l'Allemagne, l'Italie et les États-Unis, le SA-3210 Super-Frelon est la seule machine de son tonnage en Europe. En dépit de certaines réticences de l'Allemagne, qui devait coopérer à sa fabrication, cet hélicoptère lourd devrait trouver des débouchés à l'exportation. En France, pour satisfaire les besoins des trois armes, une série de 220 unités au minimum est prévue (60 pour la Marine et 160 pour la Terre, l'Armée de l'Air n'étant pas incluse dans ce chiffre). Si l'Allemagne se manifeste à nouveau, le programme total pourrait dépasser 600 unités.

Enfin, pour répondre à un besoin de l'Armée française qui correspond aussi à des besoins étrangers, Sud a étudié le SA-330, hélicoptère de 12 places équipé de deux turbines Bastan de 1 300 ch.

De plus, Sud a étudié la transformation avec un groupe Bi-Bastan du Sikorsky S-58 qu'elle a produit sous licence.

## Les moteurs et les missiles

L'industrie française des moteurs est toujours dominée par la Snecma qui poursuit, pour les besoins français et étrangers, la production des différentes versions de l'Atar, destinées aux Étendard IV et Mirage III et IV. Dans le même temps, après s'être fait la main sur le TF-104, elle met au point le TF-106 de 9 tonnes de poussée, dont nous avons vu qu'il propulsera le Mirage III-V et peut-être un développement du Mirage IV. Pour l'avenir, la Snecma a divers centres d'intérêt, dont des réacteurs légers de sustentation qui pourraient trouver des applications sur la série du III-V notamment. Le principal cependant réside dans sa coopération avec Bristol Siddeley



*Qualité française*

**CLASSE INTERNATIONALE**

LES TURBO-RÉACTEURS

**ATAR**

**SNECMA**

150, Boulevard Haussmann, PARIS-VIII<sup>e</sup>

## les réalisations françaises

à la réalisation de l'Olympus 593 qui équipera Concorde. Sa responsabilité couvrira la tuyère de postcombustion, le déviateur de jet, la tuyère à section variable, l'entrée d'air et le silencieux.

Quantitativement, Turboméca reste notre principal producteur de moteurs, grâce aux milliers de groupes de petite puissance construits pour les Magister, Alouette, etc. A côté de ces Marboré et Artouste, livrés respectivement à plus de 3 700 et 1 500 unités, sortent maintenant les turbopropulseurs Astazou de 560 ch et Bastan de 1 500 ch, objets de nombreuses exportations bien qu'encore au tout début de leur production. D'autre part, la chaîne de fabrication des Turmo, en version turbopropulseur et turbomoteur pour le Bréguet 941 et l'hélicoptère Super-Frelon, sera lancée d'ici 1965.

Enfin, Turboméca a en essai un réacteur léger à double flux, l'Aubisque de 700 kg de poussée prévu pour plusieurs prototypes étrangers.

Hispano-Suiza, qui poursuit l'entretien des Nene et Verdon en service en France et à l'étranger, est maître d'œuvre de la production continentale du turbopropulseur Tyne. Elle sort aussi en série les groupes-fusées SEPR destinés à l'équipement du Mirage.

Pour en terminer avec les moteurs d'avions, il nous faut citer les activités de Potez, lancé actuellement sur des moteurs légers mais à qui ses accords avec le groupe américain AVCO-Lycoming devrait permettre de déborder rapidement ce cadre étroit.

La SEPR, enfin, reste notre spécialiste des moteurs-fusées à liquides ou poudres solides. Ses activités se tournent de plus en plus vers les engins et l'espace et sont de moins en moins divulguées au public.

Ayant très longtemps limité ses ambitions à des engins d'infanterie anti-chars ainsi qu'à des cibles et engins air-air et air-sol, tous de faibles dimensions, notre industrie spécialisée est aujourd'hui lancée dans des programmes beaucoup plus ambitieux, intéressant l'espace et la force de dissuasion.

Le maître d'œuvre de ces activités est la Société d'Étude pour la Réalisation d'Engins Balistiques, qui se trouve à cheval sur les projets civils et militaires. Ses deux plus ambitieuses entreprises sont le lanceur de satellite Diamant et l'engin lancé de sous-marin MSBS.

Sud-Aviation, en coopération avec la SEREB

étudie et fabrique aussi des fusées scientifiques balistiques, mais de volume réduit.

En ce qui concerne les anti-chars et les cibles, Nord-Aviation a conservé la suprématie, de même que pour les engins air-sol, Matra régnant dans la spécialité des air-air. Ce secteur industriel connaît depuis peu un regain d'exportation, fournissant les engins associés aux Mirage III utilisés par les forces aériennes étrangères.

Le même phénomène intéresse l'industrie des équipements de tous genres, mécaniques ou électroniques, dont les ventes poursuivent une courbe ascendante depuis plusieurs années.

## L'avenir

Au moment présent, le seul avenir qui intéresse notre industrie aéronautique est le proche avenir, en l'occurrence le plan intérimaire qui, au moment de la rédaction de ces lignes, n'est encore autre chose qu'un espoir. On prévoit cependant qu'il sera annoncé à temps pour pouvoir être exploité par nos constructeurs au prochain Salon de l'Aviation, pour leurs projections de ventes.

Pour couvrir les besoins les plus urgents, ce programme devrait couvrir :

- le lancement en série du Bréguet 941 ;
- le développement d'une version « économique » du Mirage III ;
- le développement et le lancement en fabrication d'un biplace supersonique d'entraînement, qui pourrait être un Mirage III B simplifié ;
- la prolongation de certaines chaînes produisant des matériels susceptibles de nouveaux débouchés : Caravelle, Magister, Mirage III et IV, Paris ;
- le développement de l'hélicoptère SA-330 ;
- la mise en route du programme d'un bi-Astazou léger qui intéresse beaucoup de constructeurs ;

— des ordres de lancement de série concernant des programmes comme ceux du Potez 840, du Paris III, du Super-Magister et du Mystère 20.

Il ne s'agit que d'un programme minimal pour pallier une crise qui menace et risque de compromettre les résultats de dix années d'efforts, de démembrer une industrie vitale sur le plan national et de provoquer un fléchissement de son expansion dont elle pourrait ne jamais se remettre.

**R. de NARBONNE**

# la



# trains

Le Boeing 707-120 B en haut, a été le premier quadriréacteur Boeing équipé de Pratt et Whitney double flux JT3D-3 de 8 165 kg de poussée. En bas, le Boeing 707-320 B Intercontinental qui a été livré entre autres à Air France, pour étapes jusqu'à 9 700 km.



# crise



# des

# ports



**O**n comprend difficilement que l'aviation n'ait pu échapper à la crise presque générale et permanente dont souffre l'industrie des transports.

Aux prises avec la concurrence de la route, les chemins de fer ne peuvent survivre, dans des pays d'étendue aussi faible que ceux d'Europe occidentale, sans aide financière; en France ou en Grande-Bretagne, il faut quelques milliards de francs 1963 pour combler leur

# Quel voyage agréable

où tout devient  
si facile !



Sur l'ensemble de son réseau, Air France tient à faciliter, à embellir votre voyage.

## **LES DEUX MEILLEURS JETS**

Air France met à votre service les appareils les plus modernes ; quelques heures dans l'un des Jets d'Air France, Caravelle en Europe ou Boeing intercontinentaux... et vous voici à destination.

## **LUXE ET CONFORT**

Bien sûr vous trouverez à bord l'ambiance chaleureuse, les menus soignés et la prévenance attentive du personnel, sous le signe de l'hospitalité "à la française".

## **DE TRÈS GRANDES FACILITÉS**

Avez-vous des problèmes financiers ? Le **Crédit Personnel** (règlement du billet échelonné sur 3, 6, 9 ou 12 mensualités), les formules **Voyages Professionnels** et **Touristiques** (individuels ou en groupe) vous aident à les résoudre. Renseignez-vous.

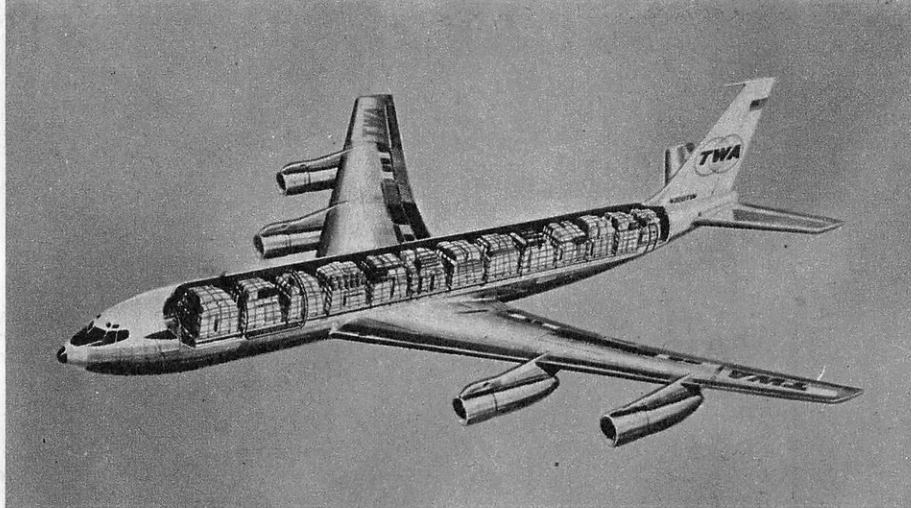
A l'arrivée, le **Welcome Service Air France** vous attend : ce nouveau service est à votre disposition pour vous renseigner, pour simplifier, agrémenter votre séjour, etc. Consultez-le.

# **AIR FRANCE**

**LE PLUS GRAND RÉSEAU DU MONDE**



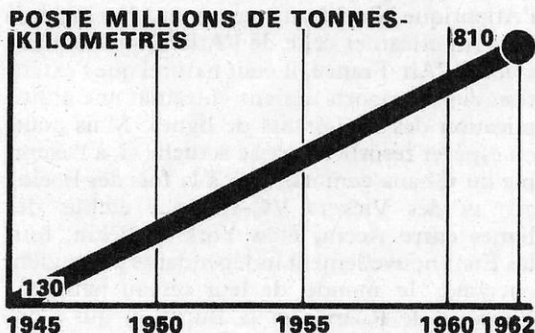
OSN



Le Boeing 707-320 C, cargo transformable pour passagers, transporte 35 000 kg en version transatlantique.

déficit annuel. La crise de suréquipement sévit dans les transports maritimes; le paquebot essaie d'éviter la disparition en offrant des croisières de vacances sur les côtes de Norvège ou en Méditerranée; les transporteurs en vrac au port en lourd de quelques dizaines de milliers de tonnes éliminent les « Liberty-Ships » de moins en moins rentables; les pétroliers géants de 130 000 tonnes succèdent aux T-2 périmés de l'après-guerre avec leurs quelque 20 000 tonnes seulement.

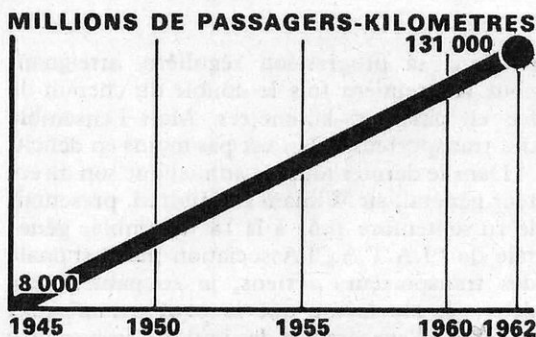
Au même moment, le transport aérien connaît un extraordinaire développement. Huit milliards de passagers-kilomètres en 1945, vingt huit milliards en 1950, soixante et un milliards en 1955, cent neuf milliards en 1960, en négligeant les tonnes-kilomètres de fret qui ont suivi une progression beaucoup plus rapide



encore, ce sont là des taux d'accroissement qui devraient permettre à une industrie de vivre.

Cependant, les résultats financiers n'ont jamais été brillants. Pour les dix dernières années, les calculs de l'O.A.C.I., l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale, en trouvent six bénéficiaires, dont le profit d'exploitation global a atteint au maximum, en 1955, 2,6 % des recettes. Parmi les quatre autres, l'année 1961 détient, avec 140 000 000 de dollars de pertes, soit 2,4 % des recettes, un record que l'année 1962, dont les comptes ne sont pas encore faits, lui enlèvera certainement.

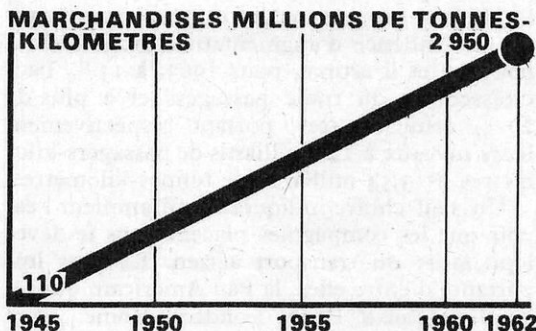
Aucune industrie ne s'est développée depuis dix-huit ans à la cadence du transport aérien. Les graphiques ci-contre, établis sur la base des données de l'O.A.C.I., précisent cet accroisse-



ment aussi bien pour les passagers que pour les marchandises et la poste. Mais quelques faits particuliers illustreront mieux encore cette croissance continue.

Si l'on en croit M. Anthonioz, rapporteur des crédits réclamés pour Air-France et Air-Inter lors de la discussion du budget, le déficit d'Air-France, de 58 millions au 31 octobre 1962, se relèverait à 72 millions pour l'exercice suivant, malgré la mise en œuvre d'un important programme d'économies. Mais le trafic transatlantique de notre compagnie nationale n'en a pas moins augmenté de 27 % entre 1961 et 1962.

Aux États-Unis, le transport aérien intérieur



Le quadriréacteur Douglas DC-8, commandé à près de 200 exemplaires en versions long-courrier ou intercontinentale et enfin en version mixte cargo-passagers « Jet-Trader ».



poursuit sa progression régulière, atteignant pour la première fois le double du chemin de fer en passagers-kilomètres. Mais l'ensemble des transporteurs n'en est pas moins en déficit.

Dans le dernier rapport annuel que son directeur général, sir William P. Hildred, présentait le 10 septembre 1962 à la 18<sup>e</sup> assemblée générale de l'I.A.T.A., l'Association internationale des transporteurs aériens, le coupable a été dénoncé. De même que le petit commerçant attribue à l'exagération des impôts l'importance des marges qu'il est obligé de prélever, les transporteurs incriminent l'avidité des États qui ont exigé, en 1961, 200 000 000 de dollars de taxes d'atterrissage et de redevances d'usage des installations et services de route, soit plus que leurs pertes de la même année. Ils oublient seulement de rapporter ces redevances à leurs recettes; les lecteurs du rapport n'auraient pas été scandalisés si on leur avait appris que, au prix des terrains et des pistes de plus de 3 km dans la banlieue des grandes villes, les transporteurs n'avaient à verser que moins de 3,5 % du prix des passages pour l'usage d'installations genre Orly. Aussi, évaluant au début de 1963 les perspectives pour l'année en cours, sir William P. Hildred les juge malgré tout assez rassurantes. La cadence d'augmentation progressera à nouveau et il estime, pour 1963, à 13 % l'accroissement du trafic passagers et à plus de 20 % celui du fret, portant respectivement leurs niveaux à 148 milliards de passagers-kilomètres et 3,54 milliards de tonnes-kilomètres.

Un seul chiffre indiquera suffisamment l'espoir que les compagnies placent dans le développement du transport aérien. La plus importante d'entre elles, la Pan American, qui relie directement Paris, Londres, Rome... non

seulement à New York mais à Chicago, Boston... prévoit, pour l'été 1963, 204 traversées transatlantiques chaque semaine, dont 42 New York-Londres et 28 New York-Paris.

## La multiplication des transporteurs

La cause fondamentale de la crise du transport aérien réside dans la multiplication inconsidérée d'entreprises n'atteignant pas le niveau de rentabilité.

Depuis l'époque lointaine où la traversée de l'Atlantique Nord était réservée aux Boeing de la Pan American et celle de l'Atlantique Sud aux avions d'Air-France, il était naturel que l'extension des transports aériens entraînant une multiplication des exploitants de lignes. Mais peut-on espérer résorber la crise actuelle si, à l'exemple du Ghana commandant à la fois des Boeing 707 et des Vickers VC-10 pour établir des lignes entre Accra, New York et Pékin, tous les États nouvellement indépendants prétendent encercler le monde de leur réseau national? Pourquoi le Ruanda et le Burundi, qui n'ont pu se mettre d'accord lors de leur émancipation, n'auraient-ils pas droit à des compagnies séparées pour transporter leurs délégations aux Nations Unies?

Sans doute, une exploitation reste viable et peut être bénéficiaire même si elle n'atteint pas, pour s'en tenir au transport de passagers, les 9 962 000 000 de passagers-kilomètres de la Pan American en 1961. Air-France, avec un peu plus de moitié, 5,118 milliards de passagers-kilomètres la même année, y réussit à peu près. Mais ni la KLM néerlandaise, ni la Sabena belge, avec moins de 2 milliards, ne peuvent y parvenir sur des réseaux de 200 000 à 300 000



km. On se doute alors de ce que peut être l'exploitation d'Air-Guinée et d'Air-Mali, avec 8,84 et 1,68 millions de passagers-kilomètres respectivement, soit mille ou cinq mille fois moins que la Pan American.

Sur des lignes de trafic aussi faible, la concurrence poussée à ce degré interdit toute exploitation rentable. Il y avait certainement place pour deux liaisons distinctes avec ramification aux extrémités entre l'Europe occidentale d'une part, l'ancienne A.O.F. et A.E.F. d'autre part. Elles subsistent pour les 11 pays indépendants d'Afrique occidentale et centrale qui se sont groupés dans la société multinationale Air-Afrique. Mais peut-on concevoir des liaisons séparées entre Conakry, Bamako ou Accra et Paris ou Londres? Ou mieux, si la Guinée, le Mali et le Ghana préfèrent miser sur l'appui communiste, entre ces mêmes pays et l'U.R.S.S., et même avec la Tchécoslovaquie et la Hongrie auxquelles Moscou a délégué une part de ses liaisons africaines?

Cette dispersion du transport aérien interdit absolument, pour les plus mal lotis, l'organisation d'une direction générale, d'un service d'agence, d'un entretien convenable du matériel, le maintien d'un coûteux stock de rechanges, la formation et l'utilisation des spécialistes indispensables à la réparation des deux à trois types d'avions qui sont l'exigence minimum pour un transporteur qui veut assurer à la fois des services de long-courriers et de moyen-courriers dont il renouvellera partiellement le matériel tous les cinq à dix ans. Mais comment Air-Mali peut-il espérer s'en tirer, avec un effectif total de 293 employés, pour un réseau de 19 880 km, desservi par les 3 Iliouchine Il-18, les 3 Iliouchine Il-14, les 2 Anto-

nov An-2 et les 5 Aero 145 qu'il s'est laissé placer par ses fournisseurs soviétiques et tchécoslovaques, sans compter les 3 Douglas DC-3 dont il avait hérité?

L'exemple extrême de la mégalomanie aérienne est donné par Air-Ghana débutant sur des lignes de moyen-courriers avec quelques DC-3 et Vickers Viscount, y ajoutant comme Air-Mali des Iliouchine et des Antonov, se lançant ensuite dans les lignes de long-courriers avec des quadriturbopropulseurs Bristol Britannia, et prétendant finalement relier Accra à New York et à Pékin avec une commande de deux Boeing 707 et de trois Vickers VC-10. Aussi, avec plus de dix millions de livres pour 1961, Air-Ghana détenait certainement le record mondial du déficit au passager-kilomètre. Les commandes de Boeing 707 et de Vickers VC-10 ont dû être annulées. La dernière proposition du gouvernement ghanéen pour l'Antonov An-2 consiste à l'affecter, après en avoir retiré les moteurs pour servir de rechanges aux Iliouchine, au parc de jeux des enfants d'Accra.

Les résultats de cette concurrence effrénée ne se limitent pas aux inévitables déboires financiers. La clientèle n'en bénéficie même pas et l'on sera peut-être surpris de découvrir qu'elle se développe en raison inverse du nombre de ceux qui se mettent à son service.

L'exemple africain est typique à cet égard. Le trafic 1961 d'Air-Guinée et d'Air-Mali a été publié par l'I.A.T.A. dont font partie ces deux transporteurs : 8 845 000 et 1 684 000 passagers-kilomètres respectivement sur des réseaux qui, de même source, s'étendent sur 7 353 et 19 880 km. Air-Afrique, qui groupe les 11 autres États de l'ex-A.O.F. et A.E.F., annonce, sur la base de ses premiers mois d'exploitation



1 320 000 000 passagers-kilomètres annuels, soit 125 fois plus que les deux dissidents. Le détail de leur exploitation n'est pas moins révélateur : il a fallu 16 avions et un personnel de 293 unités à Air-Mali — c'est d'ailleurs peu sur un réseau de cette longueur — pour transporter 800 passagers en un an. Un seul avion de tourisme quadriplace avec deux membres d'équipage aurait fait aussi bien.

On peut mesurer sur deux exemples, celui de la France et de la Grande-Bretagne, l'effet, dans un cas, d'une répartition raisonnable des lignes à desservir et, dans l'autre, de la multiplication inconsidérée des transporteurs.

Avec la répartition de ses lignes extérieures entre une compagnie nationale, Air-France, et une compagnie privée groupant les anciens réseaux de la T.A.I. et de l'U.A.T., la France n'a cherché nulle part à les mettre en concurrence sur les mêmes lignes. Leur exploitation est viable sans les doubles emplois à l'origine des principales difficultés financières du transport aérien. La répartition récente de lignes

africaines, données à la T.A.I. — U.A.T. en réservant Dakar et Madagascar à Air-France, se situe dans la même politique judicieuse.

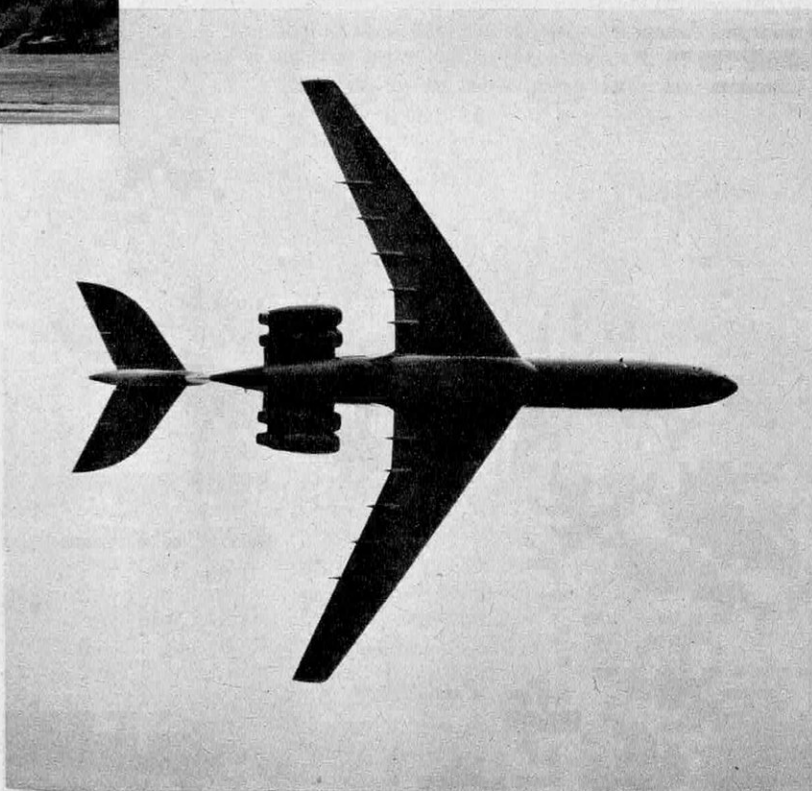
La politique britannique est exactement opposée. La répartition ancienne entre les deux Corporations d'État, celle des lignes européennes à la B.E.A. (British European Airways) et celle des autres continents à la B.O.A.C. (British Overseas Airways Corporation), que le ministre de l'Aviation voudrait bien fusionner, n'a pas été jugée suffisante. Devant l'évolution peu satisfaisante des transports maritimes de passagers, la Cunard a décidé de miser sur l'avion et de doubler ses lignes de grands paquebots transatlantiques par des lignes aériennes qu'elle exploiterait avec des Bristol Britannia et des Boeing 707. Sur les protestations de la B.O.A.C., les lignes transatlantiques furent exclues du champ d'action de la Cunard qui, s'entendant alors avec son concurrent, se fit allouer un ensemble de lignes empiétant sur le domaine de la B.E.A. Les British United Airways, qui en exploitaient déjà de semblables,



## La crise des transports

réclamèrent leur part. Si bien que, après une première décision et une confirmation en appel par M. Julian Amery, ministre de l'Aviation, les Cunard Eagle Airways et les British United Airways se sont vu accorder définitivement, en septembre 1962, quinze lignes entre la Grande-Bretagne et le continent, au nombre desquelles Londres-Paris, Londres-Amsterdam, Londres-Copenhague, Londres-Stockholm, Londres-Athènes... M. Amery a tout de même refusé un nouveau Londres-Zurich, par crainte de difficultés avec la Suisse qui aurait mal vu un troisième exploitant britannique sur un parcours déjà desservi par la B.E.A. et la B.O.A.C. Encore le dernier mot n'est-il pas dit, car la Cunard commence à découvrir qu'il n'y a pas intérêt à multiplier les lignes quand on n'a pas un gouvernement pour en régler les déficits.

Sans doute, pas plus que la France ne pouvait conserver le monopole des liaisons aériennes avec le Maroc, l'Algérie, la Tunisie et tant d'autres possessions qui ont accédé à l'indépendance, la Grande-Bretagne ne pouvait évidemment pas conserver celui des transports aériens dans le Commonwealth. La naissance de



Le Vickers VC-10, commandé par la B.O.A.C., est le premier avion long-courrier à réacteurs placés à l'arrière, des Rolls-Royce Conway RCo-42 à double flux de 9 525 kg de poussée. Les essais ont commencé en juin 1962. L'entrée en service aura lieu au début 1964.

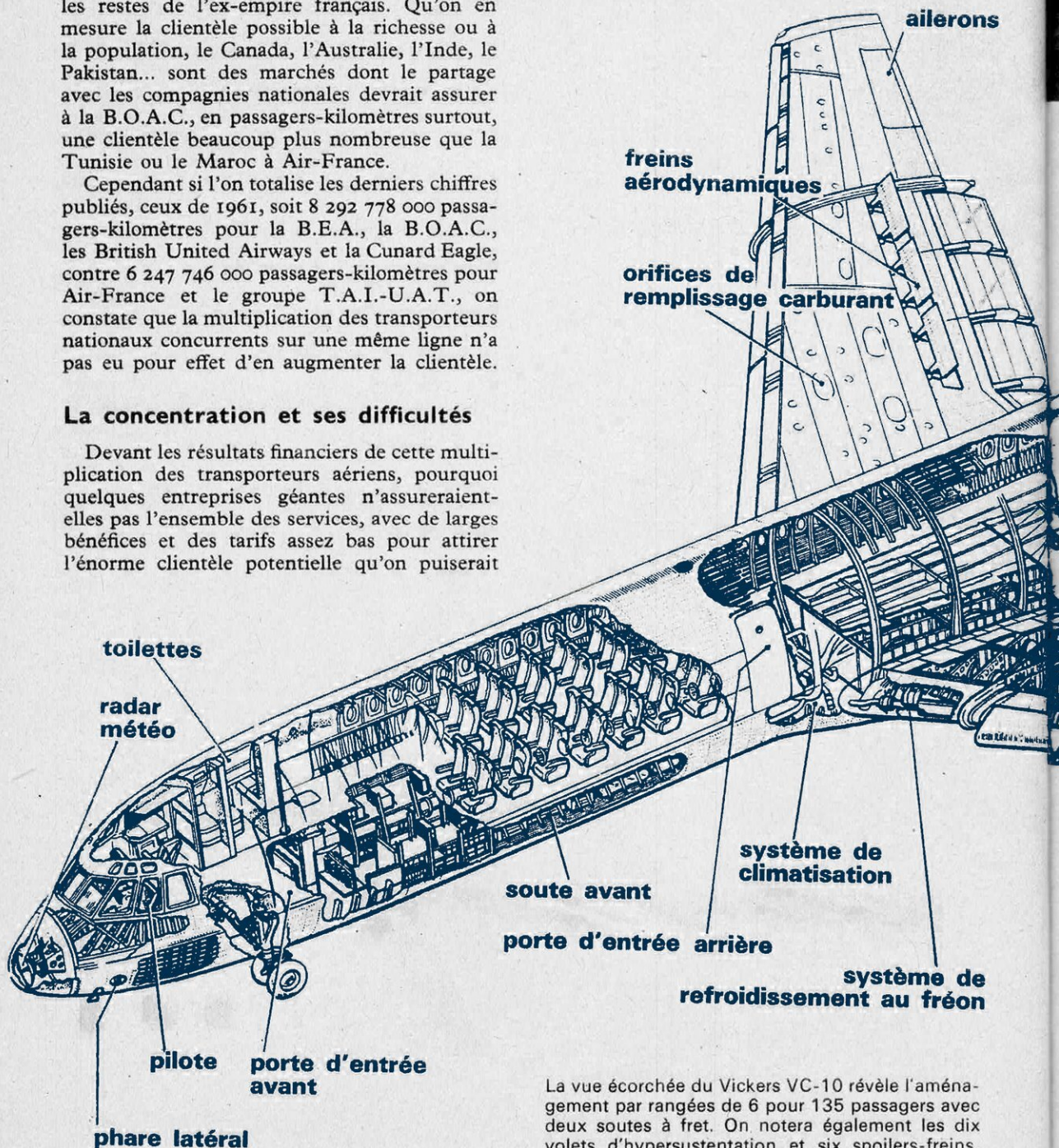
compagnies aériennes dans l'Inde, au Pakistan, en Malaisie... et même à Chypre était inévitable. Cependant, des Falklands à l'ex-route des Indes prolongée jusqu'à Hong-Kong, en passant par Gibraltar, Malte, Aden et Singapour, les possessions britanniques dont la B.O.A.C. a la charge d'assurer les liaisons aériennes sont beaucoup plus importantes que les restes de l'ex-empire français. Qu'on en mesure la clientèle possible à la richesse ou à la population, le Canada, l'Australie, l'Inde, le Pakistan... sont des marchés dont le partage avec les compagnies nationales devrait assurer à la B.O.A.C., en passagers-kilomètres surtout, une clientèle beaucoup plus nombreuse que la Tunisie ou le Maroc à Air-France.

Cependant si l'on totalise les derniers chiffres publiés, ceux de 1961, soit 8 292 778 000 passagers-kilomètres pour la B.E.A., la B.O.A.C., les British United Airways et la Cunard Eagle, contre 6 247 746 000 passagers-kilomètres pour Air-France et le groupe T.A.I.-U.A.T., on constate que la multiplication des transporteurs nationaux concurrents sur une même ligne n'a pas eu pour effet d'en augmenter la clientèle.

### La concentration et ses difficultés

Devant les résultats financiers de cette multiplication des transporteurs aériens, pourquoi quelques entreprises géantes n'assureraient-elles pas l'ensemble des services, avec de larges bénéfices et des tarifs assez bas pour attirer l'énorme clientèle potentielle qu'on puiserait

## La crise des transports



La vue écorchée du Vickers VC-10 révèle l'aménagement par rangées de 6 pour 135 passagers avec deux soutes à fret. On notera également les dix volets d'hypersustentation et six spoilers-freins.



dans celle du paquebot, du train ou de l'auto? Pourquoi, à la manière de la Grande-Bretagne naguère, de la Norvège et de la Grèce aujourd'hui se taillant une part exceptionnelle dans les transports maritimes, quelques pays, après avoir opéré la concentration nécessaire de leurs lignes nationales, ne s'assureraient-ils pas une place difficilement concurrençable dans les transports aériens?

La difficulté tient non pas tant à la nature même de ces transports, qu'aux règles différentes auxquelles on les a soumis. Un régime

libéral, qui ne date que de quelques siècles, autorise tout navire à toucher un port quelconque, à y débarquer ou embarquer des passagers ou du fret. Les prétendues « libertés » accordées au trafic aérien sont beaucoup plus restreintes. L'établissement d'une ligne exige un accord particulier des deux États intéressés sur les points à desservir, la fréquence des services, l'autorisation d'y prendre tels ou tels passagers.

Ces armes défendent l'OTAN contre les tentatives de l'U.R.S.S. pour établir par la mer du Nord une ligne sur Cuba. Elles lui imposent



soit un parcours par Belgrade, Tripoli et Conakry soit, par l'Arctique, une ligne directe à partir de Mourmansk avec des Tupolev 114 de 180 t qui, sur un tel parcours, n'ont qu'une charge commerciale très faible. Mais elles défendent également les transporteurs américains contre les prétentions de la K.L.M. néerlandaise à desservir l'Ouest des États-Unis ou de la S.A.S. scandinave, mieux placée encore sur de telles lignes, à prendre une part trop élevée du trafic pour cette même destination.

Les déboires de la K.L.M. illustrent, à l'échelle des petits pays, la difficulté de maintenir un réseau aérien mondial. Les Pays-Bas avaient fort bien compris, dès ses débuts, l'avenir du transport aérien long-courrier. Sans doute l'indépendance de l'Indonésie portait un coup sévère à la position mondiale des Pays-Bas. Mais on pouvait espérer la rétablir, du point de vue transport aérien, par un développement des lignes vers l'Amérique du Nord et du Sud. La K.L.M. s'y attacha. Même actuellement, elle reste, après Air-France, la plus importante des compagnies aériennes d'Europe continentale. Elle essaya au cours de longues négociations avec les États-Unis d'obtenir une liaison avec la Côte Ouest. Ceux-ci l'avaient accordée à la S.A.S., bien placée pour inaugurer les lignes polaires, puis à Air-France et à la B.O.A.C. C'est que la France et la Grande-Bretagne pouvaient consentir, en contre-partie, des avantages aux États-Unis. Mais les Pays-Bas n'avaient rien à offrir. Soumis à la pression de ses transporteurs nationaux qui voyaient s'amenuiser leur part du trafic, Washington refusa toute concession. Si bien que les résultats financiers de la K.L.M. sont aujourd'hui, eu égard à la population ou à la richesse des Pays-Bas, les plus mauvais de tout le continent eu-

ropéen. Elle était contrainte de réclamer à son gouvernement, au début de 1962, une avance de cent millions de florins (136 000 000 F) pour régler les pertes du précédent exercice.

La seule ressource des pays qui pouvaient autrefois s'offrir une marine marchande capable de concurrencer toute autre et se trouvent aujourd'hui hors d'état de transposer cette activité au domaine aérien est l'association entre États.

Les premiers à l'avoir compris sont la Norvège, la Suède et le Danemark qui ont concentré leurs transports aériens en une seule compagnie, la S.A.S. (Scandinavian Airlines System) qui peut se permettre, avec 14 Caravelles et 8 Douglas DC-8, pour s'en tenir à son parc d'avions à réaction, de desservir à la fois les lignes d'Europe, d'Atlantique Nord et Sud, du Moyen-Orient et de l'Extrême-Orient. Encore la S.A.S. a-t-elle jugé nécessaire de conclure un accord avec la Swissair, équipée du même matériel, pour assurer plus économiquement l'entretien courant, les rechanges et les révisions.

C'est dans la même voie que s'est engagée Air-Afrique, société multinationale qui dessert toutes les lignes intérieures des 11 pays participants et les liaisons extérieures de l'Afrique équatoriale et occidentale vers la France.

La tentative de concentration la plus importante est celle qu'entamèrent en 1959, sous le nom d'Air-Union, Air-France, la Lufthansa allemande, Alitalia, la Sabena belge et la K.L.M. néerlandaise. Elle butta, dès le début, sur la répartition des activités. Fallait-il la faire au prorata des résultats obtenus pour le dernier exercice? Fallait-il au contraire avantager la Lufthansa et Alitalia, dont la création, au lendemain de la seconde guerre mondiale,

Le premier Boeing 727 à sa sortie de l'atelier en novembre 1962.

L'envol lors de ses essais du triréacteur de Havilland Trident.



laissait présager un développement ultérieur plus rapide que celui d'Air-France, de la K.L.M. et de la Sabena? La K.L.M., que cette dernière solution aurait réduite à une part qu'elle jugeait inacceptable, se retira. Les quatre autres proposèrent à leurs gouvernements une répartition allouant 34 % à Air-France, 30 % à la Lufthansa, 26 % à Alitalia et 10 % à la Sabena.

Les discussions ont repris en 1962, la K.L.M. elle-même, devant l'énormité de son déficit, ayant accepté d'y participer à nouveau. Elles aboutiront certainement un jour, car les perspectives d'une telle création, au milieu de la centaine de membres de l'I.A.T.A., sont séduisantes.

Aucune des cinq compagnies intéressées n'assure, de loin, le trafic correspondant à une exploitation économique de son réseau. Comment veut-on que la plus faible d'entre elles, la Sabena, puisse faire des bénéfices sur un réseau de 230 000 km couvrant l'Europe, l'Amérique du Nord, l'Afrique, le Proche- et Moyen-Orient, quand la Pan American et la T.W.A. limitent les leurs à 113 000 et 80 000 km pour un trafic, évalué en passagers-kilomètres, respectivement six et sept fois plus élevé que le sien? Aussi le personnel de la Sabena s'élève-t-il à 11 300 unités, contre 22 900 à la Pan American et 20 000 à la T.W.A. Des économies de gestion considérables résulteraient d'une répartition plus judicieuse des appareils et des rechanges — le parc de la Sabena comprend à lui seul huit types d'avions sans compter les hélicoptères —, d'une mise en commun des agences, du personnel de service sur les aéroports, de la publicité...

En novembre 1962, on signalait les premières négociations, pour une concentration basée sur

le même principe qu'Air-Union, entre les compagnies nationales ou privées d'Amérique latine : Argentine, Brésil, Colombie, Mexique et Venezuela, dans l'intention non dissimulée de résister à la concurrence des puissants transporteurs aériens des États-Unis.

Aux États-Unis même, la concentration a commencé, timidement, sur le réseau intérieur. Mais elle est freinée par les protestations de ceux qui en seraient évincés, et qui s'appuient sur le Sherman Act, la loi antitrusts. Elle ne s'oppose pas, en principe, à la concentration sur les lignes extérieures qui permettrait de regagner sur les compagnies étrangères la part du trafic qu'elles ont progressivement conquise au cours des dernières années. En 1950, 74,7 % des passagers à destination ou en provenance des États-Unis étaient transportés par des compagnies américaines. La proportion est descendue à 68,4 % en 1955, à 54,7 % en 1960, à 49,6 % en 1961; la détérioration de la part américaine s'accélérerait encore avec les fusions projetées en Europe et en Amérique latine. La parade des États-Unis est dans la fusion de la Pan American et de la T.W.A. (Trans World Airlines) qui, avec une dizaine de milliards de passagers-kilomètres chacune, sont les deux plus importants transporteurs internationaux du monde et qui pourraient grouper plus de cent quadriréacteurs. Après une année de négociation entre les deux compagnies, l'accord sur la fusion avait fini par se faire fin décembre 1962. Mais il est subordonné à l'approbation du *Civil Aeronautics Board* et au rejet des protestations des transporteurs qu'il menace de léser en raison du réseau intérieur dont dispose la T.W.A.

**Camille ROUGERON**



Avant même d'avoir volé, le moyen-courrier BAC One-Eleven fait l'objet d'une cinquantaine de commandes. Ce successeur du Viscount (vendu à plus de 400 exemplaires), s'annonce déjà comme un succès.

# de



**L**orsqu'on examine la prochaine évolution du matériel de transport aérien, c'est souvent l'avion commercial supersonique qui vient à l'esprit. Pourtant le supersonique ne répond qu'à des besoins, tangibles ou hypothétiques, bien limités. Même en supposant à ces machines révolutionnaires un succès complet et en tenant compte de leur potentiel énorme de transport, on ne peut perdre de vue qu'elles ne pourront remplacer qu'une fraction, un quart tout au plus, des unités de la flotte mondiale actuelle.

Si les lignes à grand rendement connaissent un renouvellement assez fréquent du matériel, nous retrouvons aujourd'hui encore sur les réseaux moins prestigieux plusieurs milliers d'avions à moteurs à pistons. Certains d'entre eux avouent d'ailleurs une conception qui remonte à plus de vingt années ! Ceci illustre les énormes débouchés qui sont toujours offerts aux avions à réaction, dits de la deuxième génération. L'industrie aéronautique est d'ailleurs fort prolifique et le transporteur peut actuellement choisir entre environ 40 types ou versions d'avions à réaction pure, et une bonne vingtaine de transports turbopropulsés.

Nous ne pouvons nous permettre dans ce cadre limité de les décrire et de les comparer techniquement, mais nous nous proposons de situer brièvement les chances de succès offertes aux plus importants.

Le domaine du long-courrier est évidemment le plus menacé par le supersonique; c'est ce qui explique l'absence de nouvelles con-

# le matériel transport



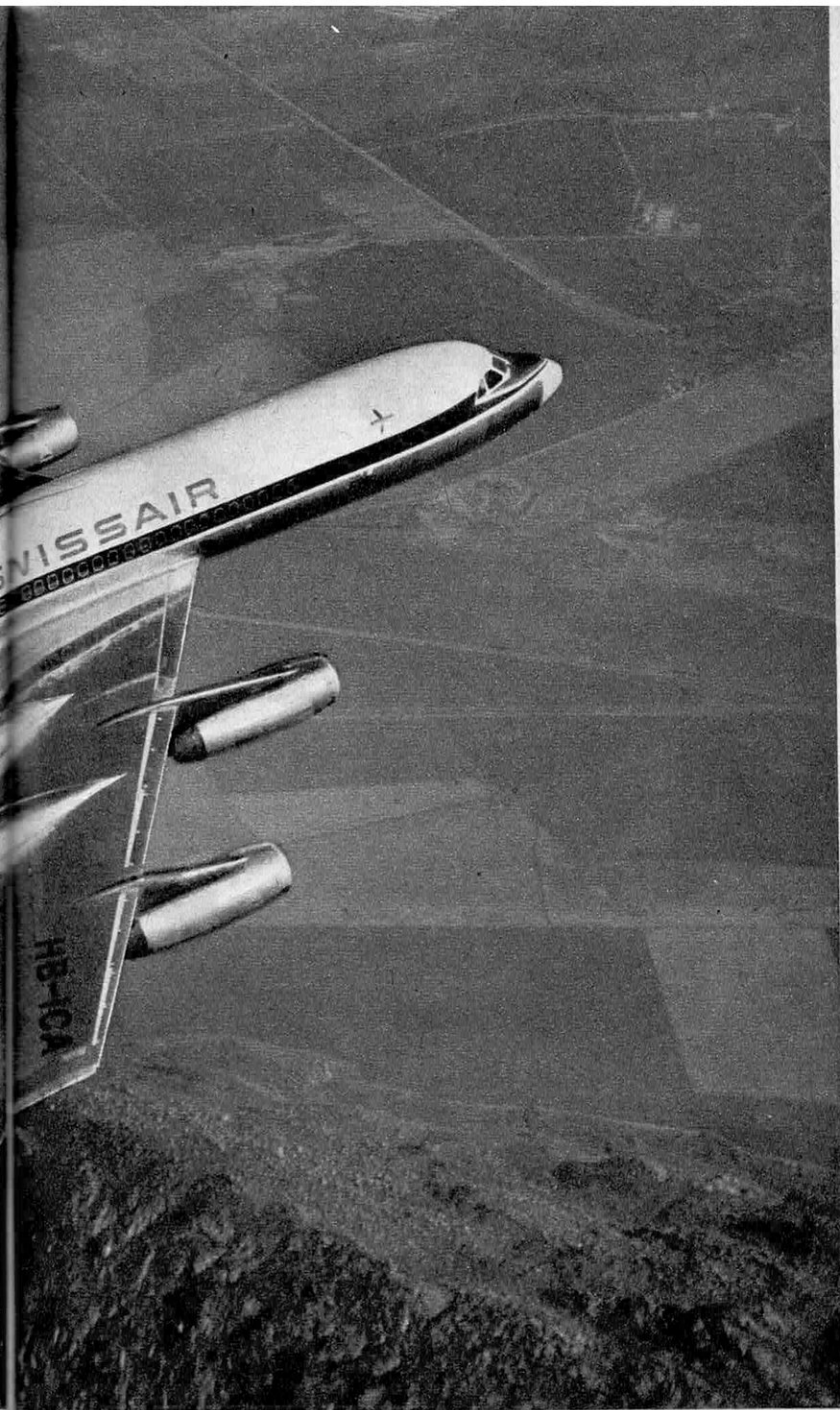
## matériel de transport

ceptions. Emprisons-nous cependant de préciser qu'il y a des exceptions : ce sont le Vickers VC-10 réalisé en Grande-Bretagne et l'Ilyushin IL-62 en U.R.S.S.

On ne connaît pas grand chose sur ce dernier sinon qu'il ressemble fort au quadri-réacteur britannique et qu'il a effectué récemment son premier vol ; mais certains dirigeants de l'« Aeroflot » considèrent que cette machine vient gêner leur objectif prioritaire qui est la modernisation de la flotte des nombreux et

vastes réseaux régionaux soviétiques. Il emporterait quelque 180 passagers.

Quant au VC-10, comme son dérivé Super, il est le résultat d'un sursaut de conscience de la part du gouvernement britannique. En effet, en annulant le développement du V-1 000, projet de quadriréacteur civil abandonné en 1958, le gouvernement britannique avait mis son industrie aéronautique en état d'infériorité et la BOAC avait été forcée d'acquérir du matériel américain pour combattre la concurrence sur



La mise au point du Concorde 990 A Coronado a été des plus délicate et a failli compromettre la solidité financière de son constructeur. Il est aujourd'hui bien au point et peut même être considéré comme le meilleur et le plus rapide des quadrimoteurs long-courriers que l'on trouve sur le marché.

l'Atlantique-Nord. Vickers, devenu depuis membre de la British Aircraft Corporation, s'était alors vu confier la réalisation d'une machine complémentaire aux quadrimoteurs américains, spécialement conçue pour les liaisons vers l'Afrique et l'Asie. L'infrastructure de ces routes exigeait des conditions de décollage beaucoup plus serrées et c'est ce qui poussa Vickers à adopter la configuration « à la Caravelle », disposant les quatre réacteurs à double flux Conway deux par deux de chaque

côté de la partie arrière du fuselage. Depuis, la BOAC a changé plusieurs fois les spécifications de cette machine qui est devenue concurrente des Boeing 707 et Douglas DC-8. Finalement, après beaucoup d'hésitation et de perte de temps, deux types furent retenus, le VC-10 standard et le Super VC-10. L'affaire a encore été récemment compliquée, BOAC désirant tout à coup que ses Super VC-10 puissent relier sans escale Londres à Los Angeles...

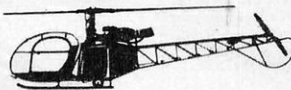
A ce jour, cinq prototypes volent (un proto-

# Sud Aviation

37. BOULEVARD DE MONTMORENCY. PARIS 16. TEL : BAG. 84-00

**Record du monde  
d'altitude pour  
hélicoptères toutes  
catégories (11.000 m)**

*Alouette II*



**Atterrissage  
et décollage  
à plus de 6.000 m.**

*Alouette III*



**Hélicoptère  
de moyen-tonnage,  
triturbine, polyvalent.**

*SUPER frelon*



**Puissance et rapidité  
accrues avec SUPER A  
et SUPER B  
... et bientôt équipée  
pour l'atterrissage  
tous temps.**

*Caravelle*



**Quadriplace de  
tourisme et d'affaires,  
de classe  
internationale.**

*CARDAN  
Horizon*



Partant de la formule de base de son avion de transport 707, Boeing a offert à sa clientèle toute une série d'appareils aux possibilités progressives. Le 720 est un moyen-courrier destiné aux lignes à grande densité; ce quadiréacteur existe lui-même en plusieurs versions suivant les réacteurs dont il est équipé.



type usine et les quatre premiers exemplaires de série) et tout le monde sait, Vickers l'a d'ailleurs franchement confirmé, qu'il y a un problème de traînée excédentaire. Une solution semble avoir été trouvée et les modifications correspondantes sont essayées sur le n° 5. A ce stade, il ne faut pas prendre les choses au tragique et BOAC compte toujours recevoir ses premières unités pour une mise en service en 1964.

Les commandes enregistrées s'élèvent à environ 60 exemplaires, principalement pour la BOAC et la RAF mais les perspectives ne sont guère bonnes. Tout au plus la British Aircraft Corporation peut-elle encore espérer de petites commandes provenant de nouvelles nations dont la compagnie nationale de transport aérien est encore traditionnellement liée à l'industrie britannique.

Le drame du VC-10 est qu'il vient trop tard et qu'il n'offre rien de plus, sinon 400 m de moins au décollage et 10 nœuds de moins à la vitesse d'approche que les appareils américains qui, eux, sont maintenant largement éprouvés et bien au point. En effet, les Boeing 707 et Douglas DC-8 d'aujourd'hui sont des propositions fort différentes des modèles initiaux. Ils ont passé leur « maladie » et s'en sont fort

bien remis. Douglas ayant fortement modifié la voilure du DC-8, les performances espérées sont atteintes tandis que l'adoption des nouveaux réacteurs à double flux a profondément modifié, comme pour la série des 707, les conditions économiques à l'utilisation. Boeing est largement en tête des commandes qui, compte tenu des versions militaires, dépassent les 1 000 unités tandis que Douglas, en dépassant récemment le cap des 200, semble avoir atteint le seuil de rentabilité. Quant au développement futur de ce marché, il dépend surtout de la date d'introduction du supersonique et de l'évolution des finances des transporteurs. A moins de faillite du supersonique, il ne faut plus s'attendre à de spectaculaires commandes de long-courriers à réaction, mais les commandes supplémentaires, en nombre réduit, de la clientèle acquise assureront la continuation des chaînes américaines pendant plusieurs années encore.

### Moyen-courriers

Avant d'aller plus loin, prévenons le lecteur de l'arbitraire de notre classification. Nous ne proposons point de nous lancer ici dans une



Ilyushin IL-62



Tupolev Tu-124

définition de ce qui constitue un long-courrier, un moyen- ou un petit-courrier. Les experts eux-mêmes s'y perdent et, d'ailleurs, la qualification d'un appareil dans une catégorie n'exclut absolument pas son utilisation dans une autre. C'est ainsi que des transporteurs de plus en plus nombreux utilisent leurs quadri-réacteurs essentiellement long-courriers sur des distances moyennes, tandis que les « Caravelle » et « Comet », des moyen-courriers par excellence, sont régulièrement alignés sur des trajets pour lesquels ils n'avaient certainement pas été conçus.

Les moyen-courriers de la deuxième génération des avions a réaction sont les Boeing 720 B, Convair 990, le De Havilland Trident, le Boeing 727 et les Sud-Aviation Caravelle Super A et B.

Les Boeing 720 B et les Convair 880 et 990 sont essentiellement des moyen-courriers à l'échelle américaine, c'est-à-dire des « coast to

coast », soit la traversée sans escale du continent américain. D'ailleurs, le Boeing 720 se retrouve aussi sur l'Atlantique-Nord. Cette machine, surtout la version B à turboréacteurs à double flux, est fort intéressante, mais son utilisation est restreinte aux lignes à grande densité de trafic. Quant à la lignée des Convair, l'histoire est plus triste et révèle une longue série de problèmes techniques qui, combinés avec un départ tardif, explique la faillite commerciale de ces machines. On ne peut s'empêcher d'admirer toutefois la ténacité de Convair qui n'a pas craint de friser la faillite pour arriver à mettre en service une machine qui dépasse maintenant largement les conditions contractuelles. Le Convair 990 est probablement le meilleur quadri-réacteur sur le marché, certainement le plus rapide, mais il est trop tard pour espérer le rétablissement.

On ne soulignera jamais assez le rôle joué par la « Caravelle » dans la victoire de la



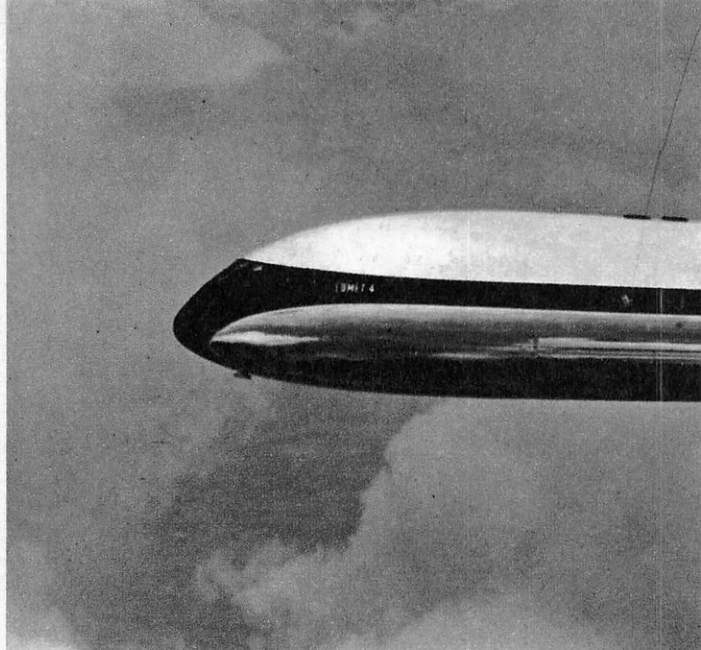
Deux récents transports à réaction soviétiques: le quadri-réacteur Il-62, long-courrier de formule moderne avec réacteurs à l'arrière qui emporte 182 passagers, et le biréacteur moyen-courrier Tu-124, le premier qui soit à double-flux.

## Avions de transport (Voir pour la France page 16)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids en charge (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
<b>ALLEMAGNE FÉDÉRALE</b>									
<b>DORNIER</b>	<b>Do 27</b>	12	9,60	6 à 8	1 850	1 moteur Lycoming GO-480 de 270 ch ou GSO-480 de 340 ch	200	1 350	Transport léger civil ou militaire à décollage court. Aile haute. Train fixe. Existe aussi en version hydravion. Fabriqué également en Espagne par C.A.S.A. (C.127).
	<b>Do 28</b>	13,80	9,18	6 à 8	2 450	2 moteurs Lycoming O-540 de 250 ch	260	1 150	Version bimoteur du Do 27. Missions multiples.
<b>HAMBURGER</b>	<b>HFB-320 Hansa</b>	14,46	16,61	4 à 12	8 000	2 turboréacteurs General Electric CJ-610 de 1 295 kg	815	2 600	Transport léger et avion d'affaires en projet. Cabine pressurisée et conditionnée.
<b>SIAT</b>	<b>311-A</b>	15	17	20	8 500	2 turboréacteurs de 2 300 kg	710	2 000	Transport pour étapes courtes. Aile haute. Réacteurs à l'arrière.
<b>ARGENTINE DINFIA</b>	<b>Pandora</b>	19,60	14,19	10	6 200	2 moteurs El Indio de 180 ch	324	1 500	Version transport civil du Huanquero à missions diverses civiles et militaires.
	<b>Guarani I</b>	19,43	14,86	10 à 15	6 500	2 turbopropulseurs Turboméca Bastan III A de 850 ch	440	2 000	Transport léger et affaires. Version Guarani II avec turbopropulseur Bastan VI de 930 ch, poids + 7 125 kg, autonomie 2 700 km.
<b>TURBAY</b>	<b>T-3 A</b>	13,52	9,40	7	1 860	2 moteurs Lycoming O-360 de 180 ch	265	1 380	Transport léger pouvant être équipé pour traitements agricoles.
<b>CANADA CANADAIR</b>	<b>CL-44</b>	43,37	41,70		95 250	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy-12 de 5 730 ch	645	5 250	Avion-cargo dérivé du Bristol Britannia et du Canadair CL-28 Argus. Section arrière pivotante pour le chargement. Peut être aménagé pour 162 passagers. Cabine et soutes pressurisées.
<b>DE HAVILLAND</b>	<b>DHC-2 Beaver</b>	14,64	9,24	7	2 315	1 moteur Pratt et Whitney R-085 Wasp Junior de 450 ch	230	1 200	Transport léger. Aile haute. Existe aussi en versions hydravion et amphibie avec roues, flotteurs et skis interchangeables.
	<b>DHC-3 Otter</b>	17,70	12,80	9 à 11	3 630	1 moteur Pratt et Whitney R-1340 de 600 ch	220	1 500	Transport léger. Aile haute. Existe aussi en versions hydravion et amphibie avec roues, flotteurs et skis interchangeables.
	<b>DHC-4 Caribou</b>	29,15	22,13	30	13 000	2 moteurs Pratt et Whitney R-2 000 de 1 450 ch	275	1 780	Transport militaire et civil à faible distance de décollage (165 m). Aile haute. Train à skis adaptables. Rampe de chargement arrière. Version Caribou II à l'étude avec turbopropulseurs.
<b>ESPAGNE C.A.S.A.</b>	<b>201 Alcotan</b>	18,40	13,94	10	5 500	2 moteurs ENMA Sirio VII de 500 ch	350	1 800	Transport léger. Existe aussi avec moteurs Alvis Leonides 503 de 540 ch.
	<b>202 Halcon</b>	21,58	16	14	7 750	2 moteurs ENMA Beta B-41 de 775 ch	335	2 400	Transport léger. Version affaires avec 2 Wright Cyclone R-1820 de 1 300 ch pour 8 passagers. Cabine conditionnée.
	<b>207 Azor</b>	27,80	20,80	30 à 40	16 500	2 moteurs Bristol Hercules 730 de 2 040 ch	395	2 350	Transport militaire. Cabine conditionnée.

# matériel de transport

Le Comet 4 a été le précurseur de l'aviation commerciale à réaction, assurant en 1958 le premier service transatlantique de ce genre. Il est offert en trois versions recevant de 81 à 101 passagers.



## avions de transport (suite)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids en charge (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
<b>ÉTATS-UNIS</b> BOEING	707-120	39,88	44,04	121 à 179	112 500	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT3C-6 de 5 900 kg	940	6 000	Long-courrier pour lignes transcontinentales. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée et conditionnée. Version 120-B avec turboréacteurs Pratt et Whitney JT3D-3 à double flux de 8 165 kg. Version 220 avec turboréacteurs Pratt et Whitney JT4A-3 de 7 165 kg. Version militaire KC-135 Stratotanker pour ravitaillement en vol. Version C-135 Stratolifter de transport militaire.
	707-320	43,40	45,60	130 à 190	141 500	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT4A-9 de 7 620 kg	965	10 000	Version intercontinentale. Version 320-B avec turboréacteurs à double flux JT3D-3 de 8 165 kg. Version 420 avec turboréacteurs à double flux Rolls-Royce Conway de 7 945 kg. Version 320-C mixte passagers et fret.
	720	39,88	41,50	110 à 165	96 600	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT3C-12 de 5 902 kg	965	5 200	Version moyen-courrier. Version 720-B avec turboréacteurs Pratt et Whitney JT3D-1 à double flux de 7 710 kg ; vitesse de croisière 1 000 km/h.
	727	33,10	40,35	70 à 114	64 400	3 turboréacteurs Pratt et Whitney JT8D-1 de 6 350 kg	933	3 200	Moyen-courrier avec réacteurs à l'arrière du fuselage. Aile en flèche à 32°.
CHANCE-VOUGHT	VHR-447	20,57	17,78			4 turbopropulseurs General Electric T-64 de 2 850 ch	555	600	Transport militaire à décollage vertical. Aile haute basculante. Passagers (32) et fret (3 600 kg). Rampe de chargement arrière. Prototypes.
CURTISS-WRIGHT	Model 200	10,51	13,23		5 580	2 turbines à arbre Lycoming T-55	740		Transport militaire à décollage vertical. Les deux moteurs placés dans le fuselage entraînent 4 hélices basculantes. Prototypes.
DOUGLAS	DC-8	43,41	45,87	105 à 173	143 000	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT4A-3 de 7 167 kg ou JT4A-9 de 7 620 kg ou JT4A-11 de 7 945 kg ou Rolls-Royce Conway à double flux RCo-12 de 7 945 kg ou Pratt et Whitney à double flux JT3D-1 de 7 718 kg ou JT3D-3 de 8 175 kg	955	9 200	Long-courrier. Aile en flèche à 30°. Cabine pressurisée et conditionnée. Versions domestiques et intercontinentales.
	DC-8F	43,41	45,87	jusqu'à 189	143 000	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT3D-3 de 8 175 kg	935	9 000	Version améliorée du précédent. Passagers et fret. Charge utile 43 220 kg.
	DC-9	26,64	31,39	56 à 83	35 000	2 turboréacteurs Pratt et Whitney à double flux JT8D-5 de 6 830 kg	900	2 000	Transport à réaction pour étapes courtes. Réacteurs à l'arrière. Aile en flèche à 24°. Cabine pressurisée et conditionnée.
GENERAL DYNAMICS	990	36,58	43,37	96 à 121	108 500	4 turboréacteurs General Electric CJ-805 à double flux de 7 300 kg	1 020	7 500	Moyen-courrier. Aile en flèche à 39°. Version long-courrier Coronado poids 110 650 kg.
LOCKHEED	L-188 Electra	30,18	31,81	44 à 88	52 650	4 turbopropulseurs Allison 501-D15 de 4 050 ch	650	4 500	Moyen-courrier. Cabine pressurisée. Version dérivée pour la marine P-3A Orion anti-sous-marins.

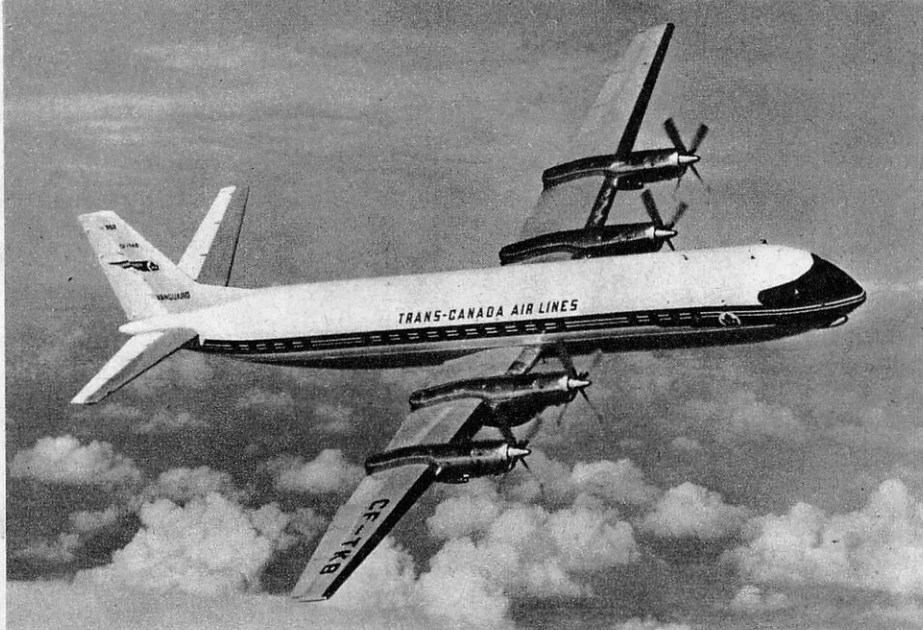


Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids en charge (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
NORTH AMERICAN	C-130 Hercules	40,25	29,79		61 500	4 turbopropulseurs Allison T-56 de 4 050 ch	600	6 300	Transport militaire. Existe en versions reconnaissance, tanker, ambulance. Aile haute. Cabine pressurisée. Peut emporter 92 hommes équipés ou des charges de 12 tonnes et des engins tels que Corporal, Honest John, etc.
	JetStar	16,60	18,43	8	18 550	4 turboréacteurs Pratt et Whitney JT12A-6 de 1 360 kg	800	4 100	Avion léger missions diverses. Aile en flèche à 30°. Cabine pressurisée. Peut emporter jusqu'à 14 passagers.
	C-141 Starlifter	48,80	43,58	154	134 380	4 turboréacteurs Pratt et Whitney à double flux TF33P-7 de 9 525 kg	900	10 000	Transport militaire long-courrier, passagers et fret (42 500 kg). Aile haute en flèche à 25°. Cabine pressurisée et conditionnée.
	NA-265	13,53	13,33	8	8 000	1 turboréacteur Pratt et Whitney JT12A-6 de 1 360 kg	800	3 000	Versión transport léger et avion d'affaires de l'appareil militaire T-39. Aile en flèche à 28,5°. Cabine pressurisée et conditionnée.
	Jet-Packet	32,46	23,49	23	24 500	2 moteurs Pratt et Whitney R-2800 de 2 400 ch et 1 turboréacteur Westinghouse J34 de 1 542 kg	348	5 000	Avion-cargo adapté du Fairchild C-82 de transport militaire avec large porte de chargement arrière permettant l'entrée des charges les plus volumineuses.
STEWART-DAVIS	Skytruck 3400	33,30	26,38	67	35 000	2 moteurs Pratt et Whitney R-4360 de 3 500 ch et 1 turboréacteur Westinghouse J34 de 1 542 kg	377	3 700	Avion-cargo du même type que le précédent dérivé du Fairchild C-119. Version Sky-Pallet avec plancher de soute détachable pour chargement rapide.
<b>GRANDE-BRETAGNE</b>									
AVRO	748	30,02	20,42	40 à 52	17 235	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-6 de 1 740 ch	415	1 100 à 2 850	Transport passagers et fret construit aussi en Inde. Cabine pressurisée et conditionnée. Séries II avec Rolls-Royce Dart RDa-7 de 2 105 ch; poids max. 190 500 kg; vitesse max. 510 km/h. Autonomie 1 550 à 3 500 km. Version E avec fuselage allongé et charge utile accrue pour 48 à 60 passagers. Version militaire 757 comme Series II. Version affaires pour 8 à 20 passagers.
BRITISH AIRCRAFT CORPORATION	748 MF	29,87	23,77	48	21 630	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa 12 de 3 245 ch	435	370 à 1 650	Transport militaire avec rampe de chargement arrière pouvant utiliser des terrains sommairement aménagés. Cabine pressurisée et conditionnée.
	One-eleven	26,97	28,07	63 à 69	33 315	2 turboréacteurs à double flux Rolls-Royce Spey 505-14 de 4 715 kg	870	1 850	Moyen-courrier. Cabine pressurisée et conditionnée. Prototype en construction.
DE HAVILLAND	DH-104 Dove	17,40	11,96	8 à 11	4 100	2 moteurs De Havilland Gipsy Queen 70 Mk3 de 400 ch	338	620 à 1 400	Transport léger. Existe en version affaires désignée par Dove-Custom 800 aux Etats-Unis (5 passagers).
	DH-106 Comet 4	35	34	60 à 81	73 500	4 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA-29 de 4 760 kg	805	5 190	Long-courrier. Aile en flèche à 20°. Cabine pressurisée.
	Comet 4B	32,90	36	72 à 101	71 670	Comme Comet 4	853	4 025	Versión moyen-courrier à fuselage allongé et envergure réduite permettant une vitesse de croisière plus élevée.
	Comet 4C	35	36	72 à 101	73 500	Comme Comet 4	845	4 540	Versión intermédiaire.



## avions de transport

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids en charge (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
	DH-114 Héron Series 52	21,80	14,80	14 à 17	6 125	4 moteurs De Havilland Gipsy Queen 30 de 250 ch	305	735 à 2 500	Transport léger. Existe en version affaires pour 6 à 8 passagers. Version dérivée Super-Héron. Construit au Mexique avec 4 moteurs Lycoming de 340 ch, à performances améliorées.
	DH-125	14,32	14,45	6	8 640	2 turboréacteurs Bristol Siddeley Viper 520 de 1 361 kg	805	3 000	Transport léger type affaires. Cabine pressurisée et conditionnée. Existe en version militaire pour 12 hommes équipés.
	DH-121 Trident 1C	27,40	32	75 à 101	52 163	3 turboréacteurs à double flux Rolls-Royce Spey RB163-1 de 4 710 kg	950	1 880 à 3 060	Transport pour liaisons continentales Aile en flèche à 35°. La version IE est équipée de turboréacteurs à double flux Rolls-Royce Spey RB 163-2W de 4 845 kg, poids 58 100 kg. Version 1F à fuselage allongé pour jusqu'à 125 passagers.
HANDLEY-PAGE	Dart-Herald 100	28,88	21,92	44	18 150	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa7 de 2 105 ch	440	2 700	Moyen-courrier civil ou militaire. Aile haute. Cabine pressurisée. Séries 200 à fuselage allongé pour 50 à 55 passagers.
SCOTTISH AVIATION	Twin-Pioneer Series 3	23,23	13,79	16 à 18	6 622	2 moteurs Alvis-Leonides 531 de 640 ch	220	920	Transport léger civil et militaire. Aile haute, train fixe. Existe en versions affaires. Nombreuses exportations vers les pays tropicaux. Décolle en 150 m.
SHORT	SC-5 Belfast	48,40	41,58	141	100 020	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy-12 de 5 730 ch	600	1 600 à 8 300	Transport militaire lourd dérivé du Bristol Britannia avec larges portes de chargement latérales et arrière, une rampe de chargement permettant le passage aux plus lourds véhicules militaires et chargés divers, telles que des engins balistiques. Cabine pressurisée et conditionnée. Aile haute. En version civile, pourrait emporter 240 passagers. A l'étude, version dérivée avec turboréacteurs à double flux Rolls-Royce Conway RCo-42, vitesse 850 km/h, charge utile 56 730 kg.
VICKERS-ARMSTRONGS	Turbo-Skyvan	19,53	11,93	28	5 440	2 turbopropulseurs Turboméca Astazou III de 550 ch	338	950	Transport léger. Aile haute à grand allongement. Train fixe. Porte de chargement arrière.
	Vanguard	35,97	37,45	97 à 139	66 510	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Tyne RTy-11 de 5 545 ch	685	5 000	Moyen-courrier. Cabine et soutes pressurisées et conditionnées.
	Viscount 810	28,56	26,11	52 à 70	32 840	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-7 de 1 990 ch	587	2 500	Moyen-courrier. Cabine pressurisée et conditionnée. Version 840 avec turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-11 de 2 350 ch, vitesse 643 km/h.
	VC-10	42,72	48,36	108 à 151	141 500	4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway RCo-43 à double flux de 9 540 kg	915	10 000	Long-courrier. Aile en flèche à 32°5. Cabine pressurisée et conditionnée. Version prévue pour 35 000 kg de fret avec avant pivotant pour accès direct aux soutes.
	Super VC-10	42,72	52,32	163 à 180	145 860	4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway RCo-43 à double flux de 10 190 kg	970	6 800	Version du VC-10 avec fuselage allongé.
WHITWORTH-GLOSTER	AW-650 Argosy Series 200	35,05	26,44	jusqu'à 89	40 820	4 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-8 de 2 100 ch	450	1 300 à 3 000	Transport passagers et fret, civil et militaire. Cabine pressurisée. La version 670 Air-Ferry peut emporter 8 voitures et 32 passagers sur deux ponts (non pressurisée). La version 671 Air-Bus (non pressurisée), pour étapes courtes, peut emporter 114 passagers sur deux ponts.



Lontemps, trop longtemps même, les Anglais sont demeurés persuadés de la supériorité du turbo-propulseur. S'il se justifie pour des avions d'apport comme l'Avro 748 (à gauche) pour 50 à 60 passagers, il n'est plus concevable aujourd'hui pour un moyen-courrier tel le Vanguard de 100 à 140 passagers.

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Nombre de passagers	Poids en charge (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Autonomie (km)	Observations
<b>JAPON</b> N.K.S.K.K.	YS-11	32	26,30	52 à 60	22 800	2 turbopropulseurs - Rolls-Royce Dart P-542 de 3 060 ch	475	2 400	Moyen-courrier construit par un consortium de constructeurs. Version militaire en construction.
<b>PAYS-BAS</b> FOKKER	F.27 Friendship	29	23,50	40 à 52	17 710	2 turbopropulseurs Rolls-Royce Dart RDa-6 de 1 600 ch ou RDa-7 de 1 910 ch	480	2 000	Transport pour étapes courtes et moyennes. Versions civiles et militaires. Construit aussi aux Etats-Unis (Fairchild). Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée. Existe en version affaires.
	F.28	23,65	26,68	60	22 680	2 turboréacteurs à double flux Rolls-Royce RB-183 de 3 925 kg	800		Transport pour étapes courtes, en projet.
<b>POLOGNE</b>	MD-12	21,30	15,80	20	7 500	4 moteurs Narkiewicz WN-3 de 330 ch	285	700	Transport pour étapes courtes, passagers et fret.
<b>SUISSE</b> PILATUS	PC-6 Porter	15,20	10,20	6 à 8	1 960	1 moteur Lycoming GSO-480 de 340 ch	217	1 200	Transport de fret à décollage court avec versions à flotteurs. Aile haute. Train fixe. Version Turbo-Porter avec turbopropulseur Turboméca Astazou de 562 ch, vitesse 254 km/h, autonomie 800 km.
<b>U.R.S.S.</b> ANTONOV	AN-2	18,19	12,80	10 à 14	5 250	1 moteur ASH-62 IR de 1 000 ch	200	1 200	Biplan léger toutes missions, construit aussi en Chine. Train fixe. Décolle et atterrit en 80 m.
	AN-10 Ukraina	38	37	100	55 100	4 turbopropulseurs Ivchenko AI-20 de 4 015 ch	650	4 000	Transport passagers et fret. Aile haute. Cabine pressurisée. Version AN-16 pour 132 passagers. Version militaire AN-12 à rampe de chargement arrière.
	AN-14 Ptchelka	19,80	11	6	3 200	2 moteurs Ivchenko AI-14R de 260 ch	200	1 000	Transport léger toutes missions construit aussi en Chine. Décolle et atterrit en 60 m.
	AN-24	29,20	28,53	36 à 44	19 200	2 turbopropulseurs Ivchenko AI-24 de 2 500 ch	475	1 200	Pour lignes d'apport. Aile haute. Cabine pressurisée et conditionnée.
<b>ILYUSHIN</b>	II-18 Moskva	37,40	35,90	84 à 111	61 500	4 turbopropulseurs Ivchenko AI-20 de 4 015 ch	650	3 000	Moyen-courrier. Cabine pressurisée. Peut recevoir jusqu'à 125 passagers avec aménagements spéciaux.
	II-62			182		4 turboréacteurs Kuznetsov	900	7 700	Long-courrier avec réacteurs à l'arrière. Aile en flèche.
<b>TUPOLEV</b>	Tu-104	34,50	38,50	70 à 100	75 500	2 turboréacteurs Mikulin AM-3M de 8 700 kg	850	4 200	Moyen-courrier. Version civile du bombardier Tu-16. Aile en flèche à 40°. Cabine pressurisée.
	Tu-114	54	47	jusqu'à 220	180 000	4 turbopropulseurs Kuznetsov NK-12M de 12 000 ch	800	10 000	Le plus grand et le plus lourd appareil commercial avec quatre paires d'hélices contra-rotatives à 8 pales. Aile en flèche à 35°. Version civile du bombardier Tu-20. Cabine pressurisée de 47 m de long et 3,70 m de diamètre.
	Tu-124			44 à 60	35 000	2 turboréacteurs à double flux Soloviev de 3 850 kg	850	2 000	Moyen-courrier. Aile en flèche à 35°. Cabine pressurisée.



Le canadien CL-44 est un cargo long-courrier à turbopropulseurs dérivé successivement en versions militaire puis civile du Bristol Britannia.



Le CL-44 est essentiellement destiné au transport de fret, mais peut être éventuellement aménagé pour emporter quelque 160 passagers.

## matériel de transport

La queue pivotante du Canadair CL-44 découvre la totalité de la section du fuselage, permettant un embarquement aisé des marchandises à transporter. La hauteur du plancher au-dessus du sol oblige à prévoir cependant des appareils de chargement spéciaux pour la soute.



réaction contre la turbopropulsion dans le domaine du moyen-courrier. Certes, les ennuis du Vanguard et la tragédie de l'Electra n'ont guère favorisé la turbine à hélice, mais c'est tout de même le biréacteur français qui a prouvé la validité de cette formule que l'on croyait initialement restreinte aux très longues distances. Aussi les industries américaines et britanniques se sont-elles attaquées à ce marché et offrent actuellement le Boeing 727 et le De Havilland Trident, tous les deux triréacteurs. Le Trident est avant tout l'avion de la BEA (British European Airways); sa naissance donna lieu à une polémique intense sur le plan national et, encore maintenant, on se demande s'il n'aurait pas été préférable d'arriver à un accord industriel franco-britannique donnant, contre certaines compensations, la préférence européenne à la Caravelle. Ceci n'empêche pas le Trident d'être une excellente machine, mais elle n'entrera en service que l'année prochaine et les perspectives de nouvelles commandes significatives sont douteuses. La BEA, selon un quotidien britannique, envisagerait de lever l'option qu'elle avait prise, augmentant ainsi sensiblement les commandes officielles du Trident, mais on est encore fort loin du seuil de rentabilité. Certes il y a un bon potentiel, mais la clientèle attend la comparaison en service du Trident et du Boeing 727 américain avant de se prononcer.

Le Boeing 727, lui, bien avant son premier vol faisait déjà l'objet de commandes portant sur plus de 130 exemplaires, provenant principalement de transporteurs américains. Depuis, le Boeing 727 a débordé en Europe et en Australie à la grande vexation des Britanniques. Il faut toutefois reconnaître que le Boeing 727 paraît offrir beaucoup plus que le Trident qui n'est vraiment adapté qu'au réseau spécial de la BEA. La voilure du triréacteur américain a été travaillée à un tel point que les performances au décollage sont exceptionnelles. Ceci, plus les garanties de la puissance de Boeing en cas de crise technique, explique le meilleur succès du 727 par rapport à son concurrent britannique. Les Français, pendant ce temps, exploitaient au maximum l'avance que leur avait accordée la Caravelle et, plutôt que de développer une nouvelle et toujours hypothétique formule pour la deuxième génération, ils incorporèrent systématiquement toutes les améliorations possibles pour offrir aujourd'hui la Caravelle Super en diverses versions. Quant au marché offert à ces perfectionnements, il reste bon. Nous ne pensons pas, à moins de nouvelles pénétrations sur le marché intérieur américain, que des commandes significatives seront encore enregistrées par le biréacteur français, mais il est certain que la clientèle très large et déjà acquise à cette machine continuera à placer des commandes supplé-

## matériel de transport



mentaires suffisant à la poursuite de la production pendant plusieurs années. Par contre, il faut reconnaître que, dans certains cas, les nouveaux petit-courriers à réaction à présent offerts sur les marchés mondiaux joueront aussi un rôle défavorable dans les perspectives futures des moyen-courriers.

### Petit-courriers

Nous voyons ici différents marchés et diverses formules s'offrant à la fois à plusieurs débouchés. Envisageons d'abord le domaine du petit-courrier à réaction pure pour les liaisons à grande densité de trafic. Il n'y a pas longtemps que l'on réalise qu'après tout l'avion à réaction pure est acceptable économiquement sur les petits parcours. Tels sont les progrès atteints par les motoristes, particulièrement par les Britanniques.

L'appareil le plus populaire de cette catégorie est d'ailleurs anglais, le BAC « One Eleven », et il est assez curieux de constater que son succès provient du fait qu'il n'a pas été étudié en fonction du marché britannique. En effet, BAC ayant raté le coche du moyen-courrier, s'attela à créer un remplaçant de son Viscount, prenant contact au préalable avec la vaste clientèle potentielle. Les desiderata furent fondus dans le compromis qu'est le One Eleven.

La récompense ne tarda pas à apparaître sous la forme de plus de 40 exemplaires com-

mandés avant même le premier vol; le BAC One Eleven est notamment déjà bien établi sur le marché américain et le serait encore plus si les autorités locales n'étaient intervenues pour limiter cette intrusion. En ce moment, une intense lutte commerciale se livre entre la British Aircraft Corporation et Douglas qui offre son Model 2086. La décision de construire cette machine, qui sera le DC-9, a été prise récemment. Douglas, dont les finances sont à peine remises de l'amortissement accéléré du programme du DC-8 et d'annulations militaires, ne voulait prendre aucune décision avant d'avoir suffisamment de commandes ou un soutien officiel du gouvernement, ce qui était douteux. Malgré une première commande de quinze avions par les Delta Airlines, Douglas prend un très gros risque, mais le marché est suffisamment important pour que le succès des deux programmes soit assuré. Le problème pour la British Aircraft Corporation n'est plus de considérer si le One Eleven sera un succès commercial ou non, simplement d'espérer qu'il fasse l'objet de très nombreuses commandes ou qu'il se contente d'une réussite moyenne.

Enfin, il ne faudrait pas négliger l'outsider : le Fokker F.28 dont on saura au Salon de Paris s'il sera construit ou non, ce qui dépend de l'attitude du gouvernement hollandais dont l'appui est indispensable à une telle réalisation. Il ne faudrait pas sous-estimer les possibilités de ce petit biréacteur hollandais qui a le mérite de marier l'aile droite à la réaction pure



Préjugant peut-être trop favorablement le démarrage du fret aérien sur les distances courtes, Whitworth-Gloster a lancé son camion volant Argosy caractérisé par sa soute accessible par ses deux extrémités et dont le chargement est accéléré par un système de tapis roulant. Sur le plan civil, les ventes se sont limitées jusqu'ici à quelques unités ; en version militaire il connaît un succès appréciable.



avec les avantages que ce retour en arrière peut apporter sur les très courtes distances. Fokker, bien que défendant que cette machine soit le successeur de son excellent F.27, est fort bien établi par cette dernière machine sur les marchés mondiaux et est en droit d'espérer une part honnête du marché. Signalons encore qu'en cas de construction, le F.28 recevra l'appui d'une vaste collaboration industrielle européenne.

Un autre marché est constitué par les sociétés de transport dont les finances ou les réseaux ne permettent pas l'acquisition de matériel à réaction pure. Si on ne peut espérer ici des commandes spectaculaires, les débouchés sont suffisamment importants pour supporter plusieurs séries de bimoteurs ou quadrimoteurs turbopropulsés. Souvent aussi ce marché rejoint celui de l'aviation d'affaires, ce qui nous permet d'assurer de très bonnes perspectives à des machines aussi variées que les Nord 262, Potez 840, Avro 748, Handley Page « Herald », peut-être aussi le YS-11 japonais.

Enfin, il y a encore les sociétés dont le réseau présent ou futur ne possède qu'une infrastructure très peu développée. Les paramètres de rentabilité de telles exploitations sont calculés sur des bases fort différentes et pourront certainement entraîner l'acceptation

de machines à décollage court. Dans ce domaine, il n'y a pour l'instant qu'une seule formule valable, celle de la lignée Breguet dont le succès dépend toutefois d'une première commande nationale.

### Les avions-cargo

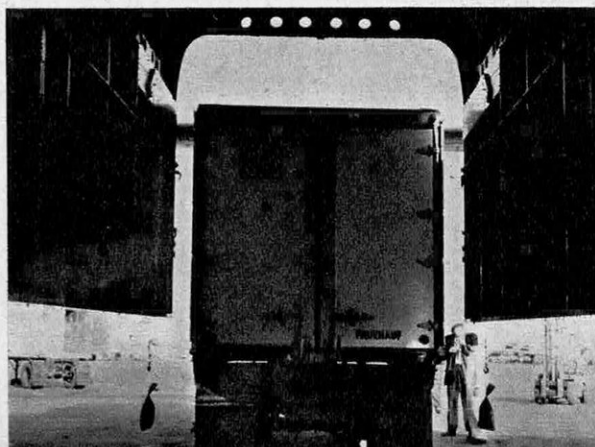
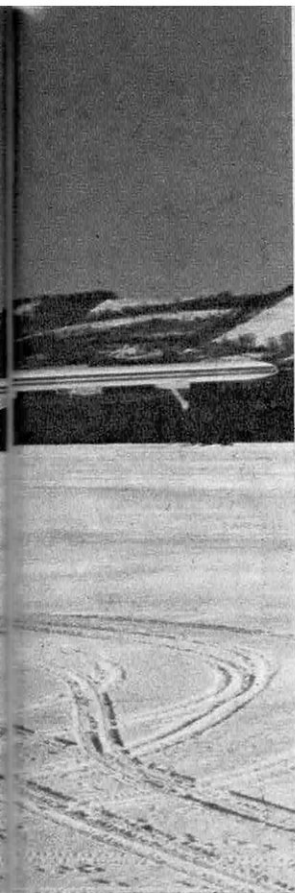
Depuis de nombreuses années, on nous prédit le développement extraordinaire du fret aérien. L'industrie offre actuellement une belle gamme de cargos purs ou mixtes, généralement dérivés d'appareils commerciaux pour passagers ou de cargos militaires. Sur les longues distances, le Canadair CL-44 a certainement fait ses preuves au service des compagnies spécialisées dans le fret. Toutefois, pour les sociétés engagées dans le transport des passagers et qui désirent pénétrer le marché du fret aérien, la standardisation du matériel exige le choix du DC-8F ou du Boeing 707-320 C. Les perspectives restent cependant fort modestes.

Nous devons encore signaler l'existence de versions civiles de cargos militaires comme le Lockheed 300 (mieux connu sous le nom de C-141 Starlifter), le Short Belfast et, sur les distances moyennes, l'Argosy ; pour plus tard, peut-être, une version civile du Transall.

**G. ROBERTY**

Simple, robuste, économique, l'avion-cargo Short Skyvan est principalement destiné aux pays ne disposant que d'une infrastructure sommairement aménagée.

## matériel de transport



Partant du principe que bien des matériels existants peuvent être notablement améliorés à peu de frais par des modifications ingénieuses, la société américaine Steward-Davis a essayé de tirer le meilleur parti des cargos militaires Fairchild Packet disponibles au titre des surplus américains. Outre l'installation d'un turboréacteur d'appoint (poussée 1 550 kg) qui augmente le poids total admissible au décollage et améliore la sécurité, Steward-Davis a mis au point un système dans lequel tout le fond du fuselage, amovible, est utilisé comme palette de chargement du fret. Ce dispositif permet une accélération des opérations au sol et facilite la disposition des charges sur la palette. Celle-ci peut être purement et simplement remplacée par un container qui vient s'engager dans l'alvéole du fuselage.

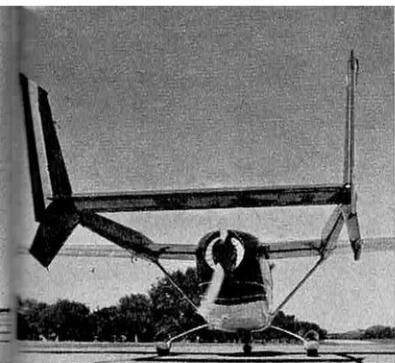


Le Cessna Skyknight vole à 8 500 m, au-dessus des intempéries. Il emporte six personnes dans une cabine à air conditionné.

# "JETS"



7,5 millions pour transporter 8 personnes : le Lockheed JetStar est un véhicule de prestige pour des industriels très fortunés.



Deux moteurs en tandem Cessna Skymaster.



Mooney 21, quadriplace de grande diffusion aux États-Unis, économique et moderne.



Gros avion d'affaires, petit liner: le Grand Commander.

# D'AFFAIRES

**H**uit constructeurs — pour le moment — se disputent un marché dont les dimensions varient au diapason du climat international, partant à celui des affaires : le marché des « super-business-planes », les avions d'affaires à réaction.

En Europe, où l'aviation d'affaires, dans sa forme la plus utilitaire, est encore mal comprise, on considère comme une folie l'initiative prise par ces huit constructeurs d'investir des fortunes dans l'étude et la réalisation d'avions privés à réaction.

Qui a raison ? C'est la réponse à cette question que nous allons tenter de dégager ici.

## Le temps, c'est de l'argent !

Cet axiome est désormais bien connu et il est en somme à la base de l'aviation d'affaires, dont la vocation est d'économiser à des chefs d'entreprise ou à des cadres des heures de déplacements improductives tout en leur donnant la liberté d'horaire d'un moyen de transport individuel.

Spectaculaire par l'augmentation de son volume, le développement de l'aviation d'affaires aux États-Unis l'a été aussi par l'évolution technique des matériels utilisés. Ébauchée avant la deuxième guerre mondiale, la « business aviation » n'a commencé à s'épanouir qu'après la fin des hostilités, stimulée par l'optimisme général, le retour à la vie civile de milliers de pilotes militaires ayant la nostalgie du vol et la présence de centaines d'avions mono- et bimoteurs, souvent presque neufs, vendus à très bas prix au titre de surplus de guerre.

Au fur et à mesure de l'accroissement d'utilisation de ces avions, leurs pilotes, prenant mieux conscience des possibilités offertes, en vinrent à exiger de leurs matériels des presta-

tions pour lesquelles ils n'étaient pas prévus. C'était la porte ouverte à une nouvelle génération d'avions légers : vinrent les premiers quadriplaces modernes à atterrisseur escamotable, dont les performances et le confort autorisaient des voyages plus longs.

On en était encore à l'utilisation diurne, par beau temps. L'étape suivante fut l'équipement des appareils en système radio, de communication ou de navigation, permettant le vol par mauvais temps, voire de nuit. De l'utilisation de plus en plus intense des avions légers, dans le même temps que le trafic aérien régulier se développait, découla un encombrement du ciel dont la conséquence fut l'entrée en vigueur de nouveaux règlements de circulation aérienne. Pour sauvegarder la sécurité, aussi bien des petits que des gros avions, l'emploi de systèmes radioélectriques très développés, en ce qui concerne les aides à la navigation notamment, fut imposé pour les vols I.F.R. (Instrument Flight Rules). La charge utile des monomoteurs s'en trouva réduite dans des proportions telles que les bimoteurs légers devenaient une nécessité, d'autant qu'eux seuls pouvaient garantir la sécurité en cas d'ennuis de propulseurs.

Ce fut une nouvelle étape, mais cette catégorie connut aussi son évolution. De bimoteurs de faible puissance, ayant un confort équivalent à celui des quadriplaces monomoteurs, on en vint bientôt à des avions de lignes miniatures dont la cabine présentait des dimensions suffisantes pour permettre d'installer des sièges individuels et de se déplacer en vol, facilité rendue nécessaire par l'accroissement de la durée des voyages.

Parallèlement, certaines firmes — mais les plus importantes seulement — utilisaient des bombardiers transformés, parfois même des avions de lignes, véritables palaces volants, pas

Le HFB-320 ci-contre est le premier avion à réaction de conception et de construction allemandes d'après-guerre; il est question d'en lancer une série de 150 exemplaires. Pour le De Havilland 125 (en bas, à droite) ce stade est déjà dépassé puisqu'il est lancé sur le marché de l'aviation d'affaires. Son concurrent le plus sérieux sera certainement le Mystère 20 (en haut, à droite) de Dassault et Sud-Aviation, de silhouette élégante.



forcément très rapides mais joignant un confort exceptionnel à un volume utilisable important. Cette minorité prouvait, aux yeux des constructeurs, qu'il existait un certain nombre de firmes capables de consacrer des milliers de dollars à l'acquisition d'un avion coûteux à l'achat et en utilisation.

Vint la réaction. Le premier avion d'affaires à réaction qui fit son apparition aux États-Unis fut le Morane-Saulnier « Paris » français. Ce fut une révolution et les constructeurs américains le sentirent si bien que, pour barrer la route — c'était en 1956 — à cet intrus, l'un d'eux, Beechcraft, sollicita de la firme française le droit de vente exclusif et la licence de fabrication. Ni l'un ni l'autre ne furent jamais honorés, et le « Paris » ne fut vendu qu'à trois ou quatre exemplaires aux États-Unis !

L'idée, pourtant, était dans l'air...

### Entrée en scène du réacteur léger

Les motoristes américains furent relativement longs à s'intéresser au réacteur léger. Ils n'y vinrent d'ailleurs qu'à l'instigation des militaires mais, dès que leurs projets furent connus, les constructeurs de cellules essayèrent d'en tirer parti. Là encore, précisons-le, les militaires intervinrent indirectement, ayant formulé le besoin d'avions de liaison à réaction qui se trouvèrent pouvoir être très facilement « civilisés ».

Ce fut le départ d'une compétition ambiguë, à laquelle, assez curieusement, les grands producteurs américains d'avions légers sont demeurés étrangers...

Il faut dire encore que ce besoin de l'U.S. Air Force pour des bi- ou quadri-réacteurs légers se manifesta juste en un temps où l'industrie connaissait de graves difficultés du fait des réductions de commandes d'avions d'armes.

Et c'est pourquoi des colosses comme Lockheed, North-American et McDonnell, spécialistes jusqu'ici des avions de transport ou de combat, se trouvèrent « catapultés » sur le marché de la « business aviation ».

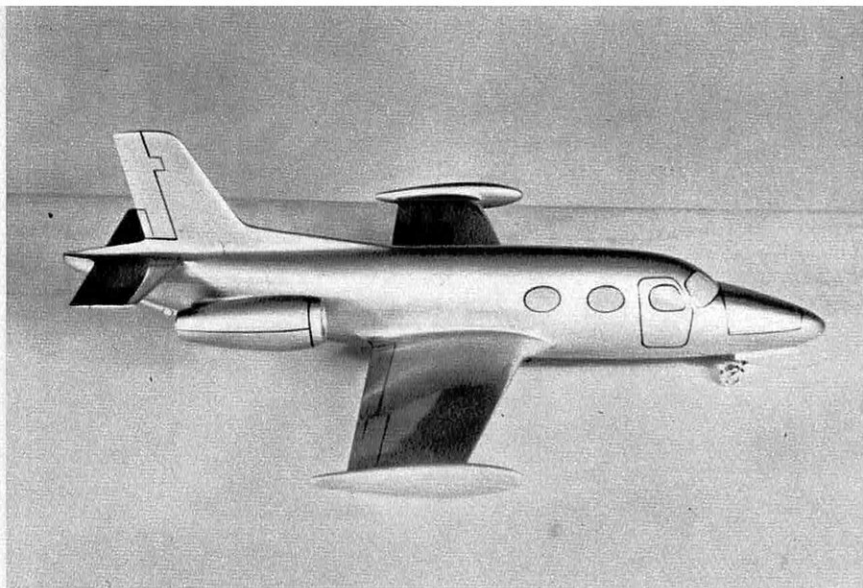
Cette entrée en scène était d'ailleurs toute naturelle car les appareils nécessaires aux militaires relevaient beaucoup plus de la compétence des producteurs traditionnels d'avions militaires ou de transport que de celle de leurs confrères spécialisés dans les avions légers. Qu'il s'agisse de l'aérodynamique, de la résistance des matériaux, de la pressurisation des cabines ou des équipements radioélectriques, les avions de liaison à réaction sont plus proches, techniquement et industriellement, du Boeing 707 que du Piper Cub. L'étude et le développement de tels matériels représentent des investissements énormes, exigent des moyens humains et industriels qui ont paru sans doute trop importants à Beechcraft, Cessna et Piper pour qu'ils acceptent d'en prendre le risque.

Car c'est là le paradoxe : les trois « grands » demeurent toujours insensibles à cette nouvelle catégorie d'appareils, qui apparaît d'ailleurs plus stimulée par des producteurs que suggérée par les utilisateurs potentiels. Et peut-être ont-ils eu raison.

Car il faut bien reconnaître que les choses ne vont pas au mieux : les ventes d'avions d'affaires à réaction sont loin d'atteindre les niveaux minima justifiant les efforts des constructeurs. Et d'aucuns, qui avaient prédit il y a trois ou quatre ans ce qui se passe aujourd'hui, ont l'amère satisfaction de voir leurs craintes confirmées.

Comment se comporte aujourd'hui l'aviation d'affaires américaine, la seule qui, par son ampleur, représente aujourd'hui un marché significatif ? On peut y voir deux groupes





importants d'utilisateurs : d'une part les pilotes-hommes d'affaires, capables d'utiliser eux-mêmes leurs machines ; d'autre part les sociétés qui, pour trouver la rentabilité des investissements consentis pour l'acquisition d'un ou plusieurs avions, se sont attachés les services de pilotes professionnels.

L'utilisation rationnelle et permanente d'un avion quel que soit le temps, de jour et de nuit, implique un entraînement excellent de la part des pilotes, même si l'on tient compte de la souplesse de la réglementation américaine. Il est difficile, pour un homme d'affaires très occupé, de maintenir cet entraînement au niveau requis et c'est pourquoi ceux d'entre eux qui sont leur propre pilote se limitent généralement à des voyages de jour, sur des distances relativement courtes.

Or la complication de mise en œuvre d'un avion à réaction, quelle que soit sa taille, est hors de portée de l'amateur même averti, qu'il s'agisse du pilotage, de la navigation ou de l'entretien. Matériel coûteux, complexe, délicat, on le voit mal hors des mains de spécialistes. Il n'a rien de la souplesse d'utilisation de l'avion à moteur à pistons qu'un simple coup de démarreur suffit à mettre en route.

Ce sont là autant de raisons qui lui bouchent la part proportionnellement la plus importante du marché de la « business aviation ». Restent donc les sociétés.

Celles-ci, en général, possèdent déjà un ou plusieurs avions, disposent d'équipages compétents. La Minnesota Mining and Manufacturing Co, par exemple, possède sept avions — six aux U.S.A. et un en Suisse — servis par 42 personnes : 18 pilotes, 19 techniciens et 5 employés de bureaux. Ce n'est pas un cas isolé certes, mais c'est quand même une exception. Tout juste doit-on pouvoir en compter une quarantaine sur le continent nord-

américain, une centaine au maximum dans le monde entier.

Certes, il ne fait pas de doute que, l'aviation d'affaires américaine poursuivant son expansion, le marché verra sa capacité d'absorption s'agrandir. D'autant que la structure géographique de l'industrie se confirme sous la forme d'une décentralisation à l'échelle continentale et que les difficultés économiques sont à la base d'un phénomène de fusion de petites sociétés en des groupes plus étoffés, mieux justifiables d'une flotte aérienne privée et présentant des ressources financières suffisantes pour permettre l'achat d'un « jet executive ».

On peut donc penser raisonnablement qu'il y a un marché potentiel pour les avions d'affaires à réaction, marché dont l'expansion, même limitée, n'est pas douteuse. On peut dès lors se demander pourquoi le démarrage des ventes est aussi lent, alors que deux constructeurs au moins sont en mesure de satisfaire immédiatement les commandes.

## Les matériels en présence

Outre un climat économique et politique qui ne prédispose pas les industriels à des investissements somptuaires d'une rentabilité mal établie, il semble que les matériels disponibles ne correspondent pas aux besoins présents.

Quels adversaires trouvons-nous sur le marché ? Trois américains : le Lockheed « JetStar », le North-American « Sabreliner », l'Aero « Jet Commander » qui existent ; un américano-suisse, le Lear « Learjet », dont le prototype est en construction ; un américano-italien, le Piaggio-Douglas « Vespa Jet » actuellement en études ; un anglais, le De Havilland 125, qui vole et dont la production est lancée ; le « Mystère 20 » de Dassault, en essais ; un allemand, le Hamburger 320, en construction.



Les Italiens veulent aussi une part du marché mondial des biréacteurs légers. Ils présentent deux projets, dont l'un est en coopération avec Douglas. Il s'agit du Piaggio PD-808 (ci-contre), dont le prototype ne devrait pas tarder à voler. Le Macchi MB-330 (à gauche), qui reprend des éléments importants du MB-326 d'entraînement, n'est encore qu'un projet.

Sans parler de divers autres projets, israélien et espagnol notamment, qui sans doute n'iront pas plus loin que les avant-projets. Nous sommes donc en présence d'une gamme relativement diversifiée dans laquelle chacun devrait théoriquement trouver ce qui lui convient.

### Lockheed « JetStar »

Le Lockheed « JetStar » doit sans aucun doute être considéré comme une exception, et d'ailleurs, à aucun point de vue il ne peut être comparé aux autres « executives » à réaction. Ce quadriréacteur est en effet un véritable petit avion de ligne en miniature qui, en plus de son équipage de 2 hommes, peut transporter de 8 à 10 personnes dans les meilleures conditions de confort. Quatre réacteurs Pratt et Whitney de 1 360 kg de poussée lui autorisent d'excellentes performances, tant au décollage qu'en croisière. Les 9 930 litres de carburant qu'il emporte lui permettent de transporter ses huit passagers sur plus de 4 000 km de croisière. Le revers de la médaille — car tout se paie — est son prix : 1,5 million de dollars, soit 7,5 millions de francs 1963 ! Une bagatelle... Dans ces conditions, comment s'étonner qu'il ne soit produit qu'à la cadence d'un avion par mois ? Parmi ses utilisateurs, citons le milliardaire Harold S. Vanderbilt, Krupp en Allemagne, le Président Soekarno, peut-être le Shah d'Iran dans un proche avenir... Mais, convenons-en, ce n'est déjà plus de l'aviation d'affaires, au sens utilitaire de cette dénomination.

### « Learjet »

Si l'on se réfère au poids total au décollage — élément de comparaison valable — on peut diviser les sept autres concurrents au marché de

l'aviation d'affaires à réaction en deux groupes :

- les moins de 7 tonnes,
- les 7 tonnes et plus.

Le « Learjet », le plus léger de cette famille d'« executives » avec ses 5 360 kg à pleine charge, représente une initiative entièrement privée du célèbre fabricant d'équipements aéronautiques William Lear. Installé en Suisse, il a créé spécialement une nouvelle société, la Swiss-American Aviation Corp., dont l'équipe technique est en grande partie suisse, l'industrie de ce pays participant intensivement à la construction des cinq prototypes du SAAC-23 et sans doute des 25 premiers avions de série. Par la suite, il est question d'installer une chaîne à Wichita, dont la cadence de production pourrait atteindre 5 à 8 avions par mois. Même en tenant compte de commandes militaires actuellement fort peu probables, ce sont là des chiffres très optimistes.

De dimensions modestes, le « Learjet » est propulsé par deux turboréacteurs General-Electric CJ 610-1 de 1 295 kg de poussée, ce qui est beaucoup pour transporter cinq passagers en plus des deux membres d'équipage. Son atout pourrait être sa vitesse de croisière, calculée à 800 km/h, la distance franchissable correspondante n'étant toutefois pas précisée.

En fait, le programme semble prendre beaucoup de retard. Au moment de la rédaction de ces lignes, le prototype n'a pas encore volé alors qu'il aurait dû commencer ses essais avant la fin de 1962 : Lear aurait pourtant reçu une trentaine de commandes fermes...

### Aero « Jet Commander »

En remontant la gamme des poids, nous trouvons un autre avion américain, qui a commencé ses essais en vol, le « Jet Commander » de l'Aero Commander Inc. Équipé des



Le Grumman Gulfstream, équipé de 2 turbines Dart de 2 200 ch.



Le SFERMA Marquis est un quadriplace d'excellent rendement.

Document spectaculaire, cette photographie réunit les productions actuelles et futures de Beechcraft, permettant de faire le lien entre les matériels traditionnels de l'aviation d'affaires et la nouvelle génération à turbines ou réacteurs. Dans le fond, le quadriplace économique Debonair. Sur la deuxième rangée, de gauche à droite, le monomoteur Bonanza en production depuis près de 18 ans, le bimoteur économique Travelair et le Twin-Bonanza. Viennent ensuite le Queen Air, le Baron et le Queen Air 80, puis, le Beech 18 et le monomoteur Musketeer, et enfin au premier plan, le futur Beech 120 à turbines présenté en maquette.





## aviation d'affaires



mêmes réacteurs General-Electric que le « Learjet », cet avion, dont le poids total est de l'ordre de 6 350 kg, est issu d'une longue lignée de bimoteurs d'affaires vendus dans le monde entier. De lignes élégantes, il a une vitesse de croisière de l'ordre de 800 km/h et, à une vitesse plus réduite, peut parcourir 3 100 km.

Lancé en série, déjà commandé à plusieurs dizaines d'exemplaires, le « Jet Commander » est le premier avion à réaction américain conçu spécifiquement pour l'aviation d'affaires. Sa cabine, toutefois, paraît de volume assez réduit — 4 personnes — eu égard à la puissance installée.

### Piaggio « Vespa Jet »

Un peu plus lourd que le « Jet Commander », le Piaggio « Vespa Jet » est dans une situation assez peu précise. Il est l'objet d'un accord de coopération technique, financière et commerciale avec Douglas, ce qui lui vaut de porter les initiales PD-808. La construction de deux prototypes aurait été lancée, mais des grèves auraient retardé les travaux. Équipé de réacteurs Bristol Siddeley « Viper » dans sa version européenne et General-Electric CJ 610 dans sa version américaine, le « Vespa Jet » pourrait transporter 5 passagers en plus des deux hommes d'équipage, à la vitesse de croisière de 840 km/h, chiffre qui paraît un peu optimiste.

### Hamburger « Hansa »

Avec le Hamburger HFB-320, de 7 500 kg à pleine charge, nous entrons dans la seconde catégorie que nous avons définie. Il sera le premier avion allemand significatif construit depuis la guerre outre-Rhin, les autres réalisations qui l'ont précédé étant soit des licences, soit le fruit d'une coopération internationale.

Cette entreprise est d'autant plus méritoire que, lancée par Hamburger à ses seuls frais, elle implique, rien que pour l'étude et la mise au point des trois prototypes, des investissements qui dépassent le capital de la société.

Propulsé par deux General-Electric CJ 610-1, le prototype du HFB-320 doit voler en novembre 1963, suivi du premier avion de série 13 mois après. Cet appareil est remarquable par sa flèche inversée, formule chère à certains ingénieurs allemands. Sur le Hamburger, cette disposition évite d'avoir un longeron de voilure qui traverse le fuselage. En version standard, le « Hansa » pourra recevoir de 5 à 9 passagers qu'il transportera à 715 km/h de moyenne sur un peu plus de 2 000 km.

### « Sabreliner »

Le « Sabreliner » de North-American vient à peine de faire son entrée sur le marché civil, bien que produit en série depuis plus de deux ans pour l'U.S. Air Force et la Navy. North-American a bien annoncé son intention d'offrir cet avion à la clientèle privée, mais il n'a pas été précisé s'il s'agit d'une adaptation pure et simple de la version militaire ou si des modifications sont prévues. Dans le premier cas, le « Sabreliner » semble devoir souffrir des dimensions réduites de sa cabine quadriplace éclairée de maigres hublots. Il sera équipé de deux Pratt et Whitney JT12A-6 de 1 295 kg de poussée et crociera aux alentours de 770 km/h.

### De Havilland DH-125

Avec le DH-125 de De Havilland, Hawker Siddeley Aviation a pris une option sur une bonne partie du marché disponible. Lancé en série alors que le prototype n'avait pas encore volé, ayant été depuis l'objet d'une commande de 22 exemplaires de la part de la Royal Air



Trois techniques différentes: à gauche, le Piaggio P-166 B Portofino pour 6 à 10 personnes; au centre, le SIAI-Marchetti Riviera, le seul amphibie de tourisme construit en Europe; à droite, le Bede XBD-2, premier appareil léger à aspiration de la couche limite, avec deux moteurs pour une hélice carénée, décollant en 100 m.

Force, ce petit biréacteur est, industriellement parlant, le plus avancé de sa catégorie.

Pouvant recevoir 6 à 8 passagers en plus des 2 pilotes, le DH-125 est actuellement propulsé par deux Bristol Siddeley « Viper 20 », mais recevra peut-être des réacteurs américains de poussée équivalente en cas d'exportation vers les États-Unis. Aux dernières nouvelles, les Pan American Airways envisageraient d'acquiescer 40 DH-125 pour les louer, avec équipages, aux entreprises d'outre-Atlantique. Annoncée à 800 km/h, la vitesse de croisière du DH-125 paraît quelque peu optimiste; on sera bientôt fixé sur sa valeur réelle puisque trois prototypes sont aux essais.

## « Mystère 20 »

Le De Havilland semble devoir être le concurrent le plus redoutable du « Mystère 20 » français.

Présenté sous forme de maquette à Pittsburgh à l'automne dernier dans le cadre du Congrès de l'Aviation d'affaires, le « Mystère 20 » semble avoir suscité un intérêt assez remarquable. Tout porte à croire, en effet, qu'il représente, aux yeux des utilisateurs potentiels américains, le meilleur compromis de volume, de puissance installée et de performance, le tout assorti d'un prix qui, se situant aux alentours de 700 000 dollars, est très compétitif. Un attrait supplémentaire réside dans le fait que le « Mystère 20 » utilise deux réacteurs Pratt et Whitney JT 12A-8 de 1 500 kg de poussée.

Pouvant recevoir de 6 à 10 personnes dans sa cabine spacieuse et aérée, le « Mystère 20 » est prévu comme devant croiser à 815 km/h. Ses 4 350 litres de combustibles lui donneront la possibilité de parcourir 1 300 km à 840 km/h de moyenne ou 2 100 km à 780 km/h, avec 6 passagers à bord. A l'exposition de Pittsburgh, 140 clients potentiels se sont fait inscrire pour

recevoir une documentation technique détaillée et être tenus au courant des essais, tandis que deux concessionnaires offraient leurs services.

## Et le turbopropulseur ?

C'est à dessein que nous n'avons parlé jusqu'ici que des avions à réaction pure car, en effet, le turbopropulseur ne semble pas avoir séduit les constructeurs, à l'exception de Grumman pour son « Gulfstream », de la S.F.E.R.M.A. française pour son « Marquis » et de Potez pour son 840. Beechcraft aussi semble devoir porter son choix sur cette formule. Après avoir présenté un nouveau type, le Model 120 équipé de deux Turboméca « Bastan » et qui semble être entré en sommeil, on s'orienterait maintenant vers une version pressurisée et « turbinisée » du « Queen Air ». Quant à Cessna, après avoir présenté une maquette quadriplace de son biréacteur d'entraînement T-37, elle semble étrangement passive, de même que Piper d'ailleurs. Y-a-t-il du nouveau en préparation ? L'avenir nous le dira mais il serait vraiment étonnant que ces deux grands ténors ne tentent pas de conserver leur place dans la « seconde génération » d'avions d'affaires. Ou bien c'est qu'ils veulent demeurer fidèles à la conception d'avions de grande diffusion plutôt que de s'orienter vers la production en nombre limité d'appareils de luxe.

Que l'aviation d'affaires ait un marché à offrir aux avions à turbine et à réacteurs, cela ne fait pas de doute. Cependant ce progrès technique se double d'une multiplication par deux ou trois des prix et des frais d'exploitation et les actionnaires des sociétés américaines commencent à trouver que l'agrément et la facilité de travail de leurs directeurs coûtent bien cher.

**R. de NARBONNE**

## aviation d'affaires

Construit à la seule initiative de la Société Potez, le 840, à quatre turbopropulseurs Turboméca Astazou, est l'objet d'une active prospection surtout outre-Atlantique.

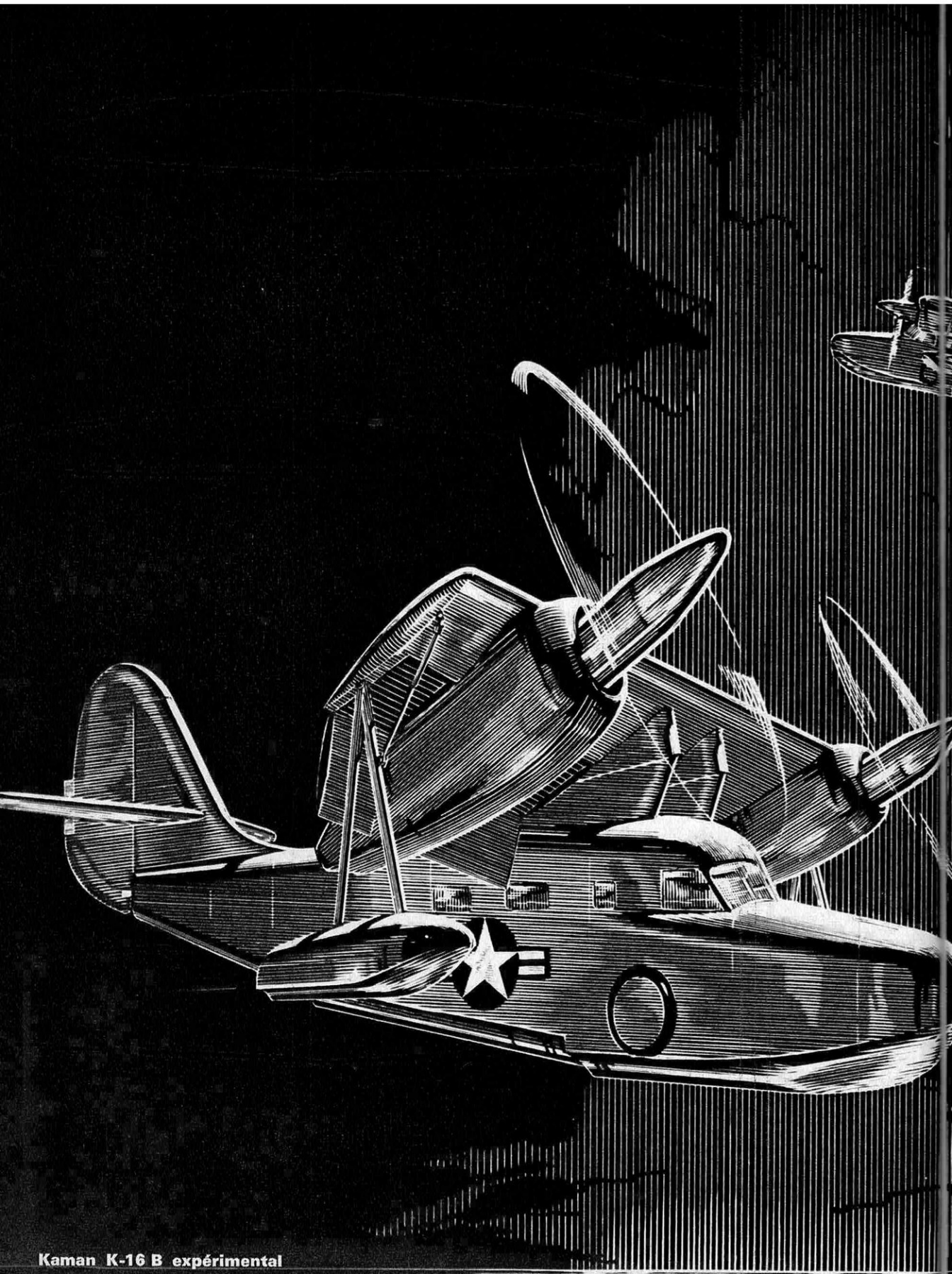


Le North American Sabreliner est maintenant offert comme «business plane» mais il semble que les ventes de cet appareil, assez onéreux, ne démarrent pas vite.





Le Jet Commander, de la société Aero Commander, est le premier avion à réaction américain conçu spécialement pour répondre aux besoins de l'aviation d'affaires. De lignes élégantes, rappelant celles de la Caravelle, il est déjà vendu en une quarantaine d'exemplaires.



Kaman K-16 B expérimental



# VTOL-STOL

décollage vertical

**S**ans doute les défenseurs de la langue française réproveront-ils le titre de ce chapitre, mais l'emploi d'un tel sigle barbare se justifie aisément, d'abord parce qu'il est universellement adopté, de plus parce qu'il est bien pratique pour définir en quelques lettres les avions à décollage et atterrissage courts : Short Take-off and Landing ou verticaux : Vertical Take-off and Landing.

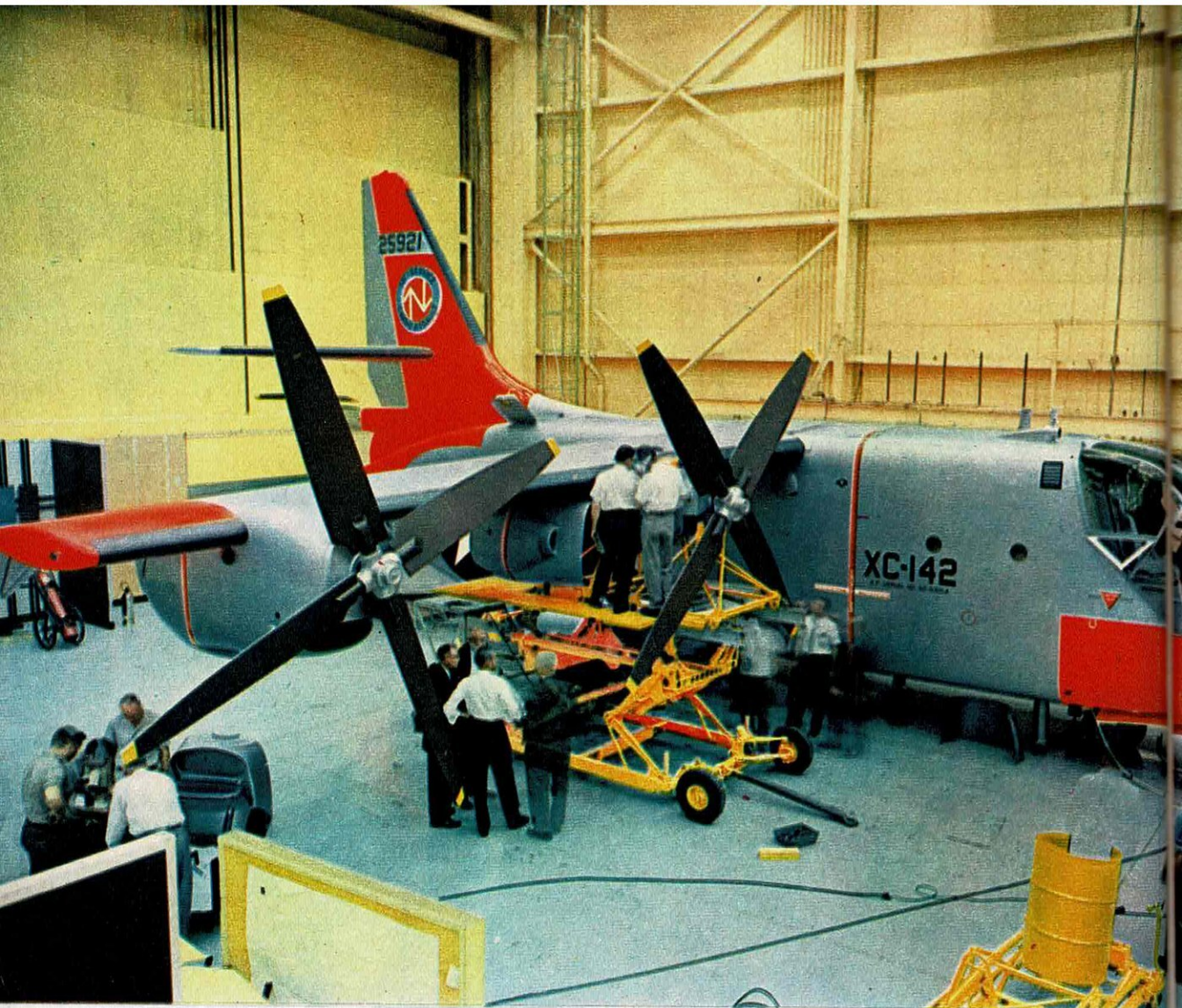
VTOL et STOL, puisque tel est l'usage, sont entrés dans les mœurs. Machines bien particulières, synthèse des techniques aéronautiques les plus avancées, ils sont sur le point de quitter le domaine expérimental pour devenir opérationnels.

Les besoins militaires et civils en appareils de ce genre se confirmant, la mode — il faut bien le dire — s'étendant, des dizaines de formules différentes ont été imaginées, dont l'étude un peu détaillée demanderait à elle seule un numéro spécial.

Nous nous bornerons donc à examiner ici les formules qui, dès à présent, ont été matérialisées sous forme de prototypes utilisables opérationnellement, ou sont sur le point de l'être. Cette sélection, peut-être arbitraire, nous laissera en présence de huit formules différentes, ce qui tend bien à confirmer que les avions à décollage et atterrissage verticaux ne sont plus une vue de l'esprit.

## Quelques idées fondamentales

Les avions à décollage court ou vertical sont nés d'un besoin militaire, conséquence de l'apparition des armes atomiques tactiques qui imposent la dispersion des forces terrestres et des escadrilles aériennes. D'où la nécessité de pouvoir assurer des ravitaillements « dans la nature », sur des bases de dimensions restreintes.



LA MAQUETTE GRANDEUR NATURE DU CHANCE-VOUGHT XC-142 QUI DOIT VOLER L'ANNÉE

De même, le transport des troupes d'assaut conduit à l'emploi d'avions pouvant déposer hommes et matériel au voisinage immédiat des objectifs. Après le premier progrès, déjà important, représenté par des avions de combat pouvant se contenter de pistes courtes et sommaires, le décollage et l'atterrissage verticaux s'imposaient pour cette catégorie d'appareils aussi. La mobilité étant la seule chance de survie du combattant moderne, l'avion ne pouvait se soustraire à cet impératif.

Quelle que soit la formule des VTOL/STOL employée et la mission de l'avion, les sujétions sont nombreuses.

Sur le plan de la construction, on parvient toujours à une machine assez complexe, donc plus coûteuse et plus lourde qu'un avion classique comparable. La complication mécanique pose évidemment de très nombreux problèmes d'entretien, de résistance à la fatigue

d'éléments dont le travail est dur et la conception nécessairement assez fragile, comme les transmissions par exemple.

Sur le plan du pilotage, les choses ne sont pas simplifiées, c'est bien naturel. Toutefois, certaines formules ne semblent pas être trop pénalisées sur ce point.

En ce qui concerne la puissance installée, elle doit, le plus souvent, être presque double de celle d'un avion classique, avec les incidences de prix et de consommation que l'on peut imaginer.

Pour les avions militaires, la dispersion pose des problèmes logistiques graves : transport du personnel d'entretien, des systèmes radio-électriques de liaison, des pièces détachées, des munitions, etc.

Les appareils civils souffrent à peu près des mêmes tares que leurs confrères militaires. Ils sont d'une utilisation coûteuse et leur rentabi-



PROCHAINE. LE BREGUET 941 EST LE PREMIER TRANSPORT S.T.O.L. VRAIMENT OPÉRATIONNEL.

lité n'apparaît pas encore clairement. Le transport de ville à ville est encore du domaine du futur, d'autant qu'il est facile de concevoir des avions de moyen tonnage qui, sans complication outrancière, se contentent de quelques centaines de mètres d'herbe comme aérodrome. Les VTOL/STOL ne semblent donc se justifier que dans un petit nombre de cas particuliers, les STOL étant toutefois beaucoup plus rentables que les VTOL, étant moins compliqués, plus économiques et emportant une meilleure charge.

Faire ce que fait un hélicoptère, mais sans pénalisation du point de vue vitesse, c'est tout le problème des VTOL. Lever cette hypothèque a déjà coûté des milliards, dépensés à matérialiser les conceptions différentes de dizaines d'équipes d'ingénieurs. Nous sommes à la moitié du chemin et il ne fait pas de doute que le but recherché sera finalement atteint. Qu'il

s'agisse des investissements ou de l'utilisation, c'est simplement une question d'argent, car, dans l'état actuel des choses, on ne voit pas comment l'avion à décollage vertical pourra se débarrasser de son vice rédhibitoire : son prix d'achat et d'exploitation.

### Breguet 941

Si l'on ne regarde que l'aspect des performances de décollage, presque tous les avions d'avant la deuxième guerre mondiale seraient aujourd'hui considérés comme des appareils à décollage court. Peu chargés au mètre carré de voilure, ils décollaient en quelques dizaines de mètres. C'est en augmentant la charge alaire et la vitesse que l'on en est venu aux longueurs de pistes que nous connaissons aujourd'hui.

Depuis longtemps, on connaît divers dispositifs, qui, en augmentant la portance des

voilures aux basses vitesses, raccourcissent décollage et atterrissage. L'idée la plus logique pour obtenir un avion à décollage court était d'essayer de tirer le meilleur parti de ces dispositifs, fentes de bord d'attaque et volets de bord de fuite. C'est celle qu'à adoptée Breguet, premier constructeur à l'appliquer à un avion qui soit autre chose qu'expérimental.

Pour un avion léger, aboutir au décollage court par augmentation de la surface portante est facile, mais ce principe n'est pas applicable à un avion de moyen tonnage car on aboutirait alors à une aile immense dont la traînée consommera beaucoup de puissance et limitera malgré tout la vitesse. Pour tirer la portance nécessaire aux basses vitesses d'une aile normalement chargée en croisière et non limitative du point de vue vitesse, Breguet a développé le principe de l'aile soufflée. Quatre hélices de grand diamètre, à forte traction, soufflent sur toutes l'envergure d'une aile de charge alaire normale, porteuse de systèmes hypersustentateurs très développés.

Grâce à la forte traction, l'avion accélère vite au décollage, c'est-à-dire que la portance de son aile s'accroît elle aussi rapidement. Le souffle puissant des quatre grandes hélices vient buter sur des volets couvrant toute la surface du bord de fuite; sa déviation vers le sol crée un complément de portance qui, se combinant à celle normale de l'aile, permet de décoller à des vitesses faibles et de monter sous des pentes accentuées.

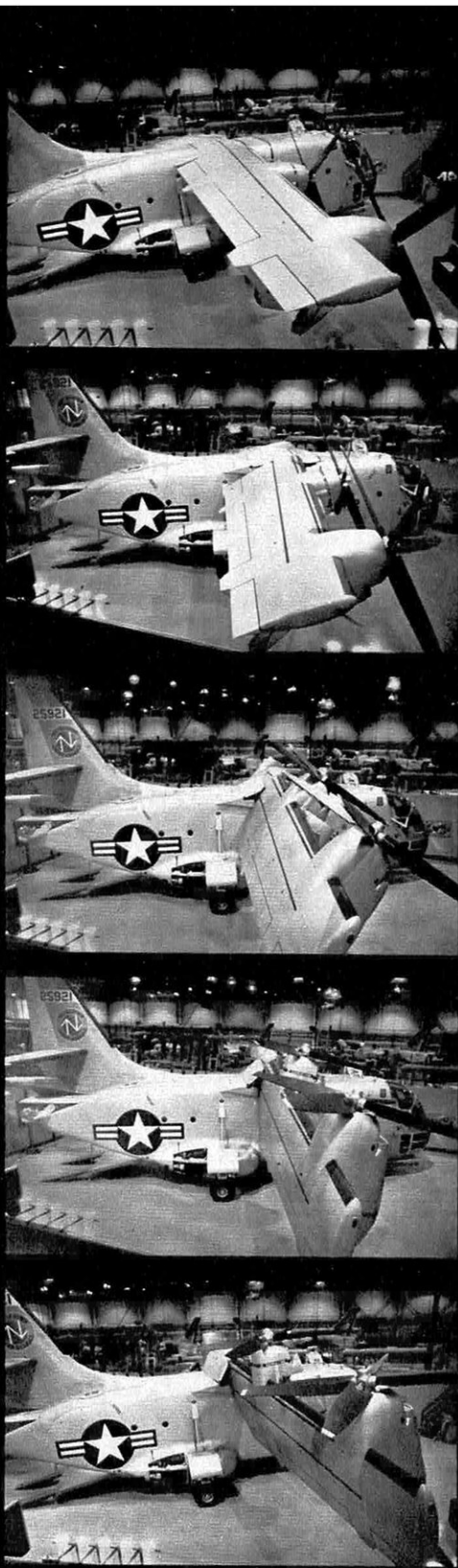
En vol de croisière, les volets étant escamotés, l'avion redevient classique. La puissance installée, le bon rendement des hélices, la surface raisonnable, font que la vitesse de croisière est élevée.

Ce dispositif est relativement simple du point de vue mécanique. Sur le plan aérodynamique, il présente l'avantage qu'en permanence le souffle d'hélice et la vitesse d'avancement s'additionnent. Il n'y a donc jamais de problème de transition, le passage de la sustentation motorisée à la sustentation aérodynamique pure se faisant insensiblement.

En se contenant de rouler au sol le minimum nécessaire, la charge payante emportée est déjà intéressante. Si la topographie des lieux autorise de rouler quelques dizaines de mètres en plus, c'est-à-dire de gagner un peu de vitesse, la charge admissible s'accroît rapidement.

La seule pénalisation de la formule est de ne pas autoriser le décollage ponctuel, encore que cela soit possible sous certaines conditions de vent. Mais tel n'est pas d'ailleurs le but recherché, étant donné que rares sont les points où l'on ne puisse trouver environ 250 m de surface plane.

Ceci étant admis, les avantages du STOL



La maquette grandeur nature du transport VTOL XC-142A, déjà présentée aux pages précédentes, montre clairement le basculement spectaculaire de la voilure avec les turbines et hélices. Sur la photo du bas, le basculement est maximal (100°) et le vol stationnaire par vent arrière est alors possible.

par rapport au VTOL sont nombreux dans le cas d'un appareil de transport.

— Se poser dans une clairière de dimensions à peine supérieures à celles de l'avion est une chose; éviter la congestion de cette surface exigüe lors des opérations de déchargement d'objets volumineux en est une autre.

— Des manœuvres verticales répétées au-dessus d'un même point ne peuvent qu'entraîner une détérioration de la plate-forme, d'autant plus grave que celle-ci est plus exigüe.

— L'atterrissage ponctuel, beaucoup plus délicat qu'en trajectoire oblique, exige de nombreuses manœuvres correctives en configuration de vol stationnaire, la plus coûteuse en carburant.

— Enfin, le pilotage d'un VTOL à vitesse de translation nulle implique la présence de systèmes particuliers qui sont loin d'être l'idéal du point de vue de la simplicité et de la robustesse.

Le bien-fondé de ses théories, Breguet l'a démontré depuis quatre ans avec l'appareil expérimental 940 « Intégral », qui a totalisé plus de 300 heures de vol, depuis deux ans avec son 941, appareil opérationnel dont les essais se poursuivent. A cela, il faut ajouter 700 000 heures d'études, 4 000 heures d'essais en souffleries, 600 heures d'essais de modèles en vol libre, 1 200 heures de simulation par calculateurs analogiques, 2 200 heures d'essais au banc de composantes mécaniques et 300 heures d'essais en grandeur des moteurs et de leur transmission.

## Sécurité et pilotage

En étudiant le 941, les ingénieurs de Breguet ont cherché à conserver et si possible même à améliorer le niveau de sécurité atteint par les avions classiques.

Dans cette formule où le souffle des hélices joue un rôle essentiel, la panne d'un groupe propulseur pourrait avoir des conséquences graves si elle devait se traduire par l'arrêt d'une hélice d'où découlerait une dissymétrie de traction et de portance. Les quatre turbines du Breguet n'entraînent donc pas directement l'hélice correspondante: elles débitent leur puissance sur un arbre commun qui, à son tour, entraîne les hélices. Un système de débrayage isole l'éventuelle turbine défaillante et, de cette manière, les quatre propulseurs continuent d'être entraînés par les trois turbines restantes, sans aucune dissymétrie. La perte de traction n'est que de 17 % contre 25 % sur un avion classique, et la panne d'un moteur, qui affecte donc moins la sécurité que sur un avion classique, n'empêche pas l'utilisation du Breguet 941. Un bon exemple, d'ailleurs, en est fourni par cette anecdote: Un pilote en visite devait voler à Toulouse un jour où, par mal-

heur, l'une des turbines était en panne. La démonstration complète eut quand même lieu, avec trois turbines seulement, au grand ébahissement du visiteur !

De même, l'arrêt et la mise en drapeau d'une hélice permettent de conserver l'usage des quatre moteurs. L'interconnexion et les variations différentielles de pas dont dispose le pilote permettent de réaliser la meilleure répartition de puissance et de traction pour la poursuite du vol, même dans les cas les plus défavorables du décollage et de l'approche.

Quant aux volets, qui pourraient être une autre cause de soucis, leur braquage symétrique est garanti par un arbre de torsion et deux circuits hydrauliques indépendants qui peuvent isolément assurer les manœuvres complètes de sortie et de rentrée.

La sécurité a, de plus, été améliorée par de notables simplifications apportées à la machine depuis le début de ses essais. La première fut la suppression des fentes mobiles de bord d'attaque, remplacées par un bec cambré sans aucun préjudice pour les performances. La seconde a été l'adoption d'une transmission souple Hispano-Suiza, suivant les déformations de la voilure dues aux différents facteurs de charge, sans nécessiter d'accouplements universels (cardans).

Une variation différentielle de pas entre les hélices droite et gauche, synchronisée avec la commande de gauchissement, donc sans complication pour le pilote, assure un excellent contrôle latéral. L'efficacité des ailerons demeure excellente même en cas de blocage de la commande d'hélices.

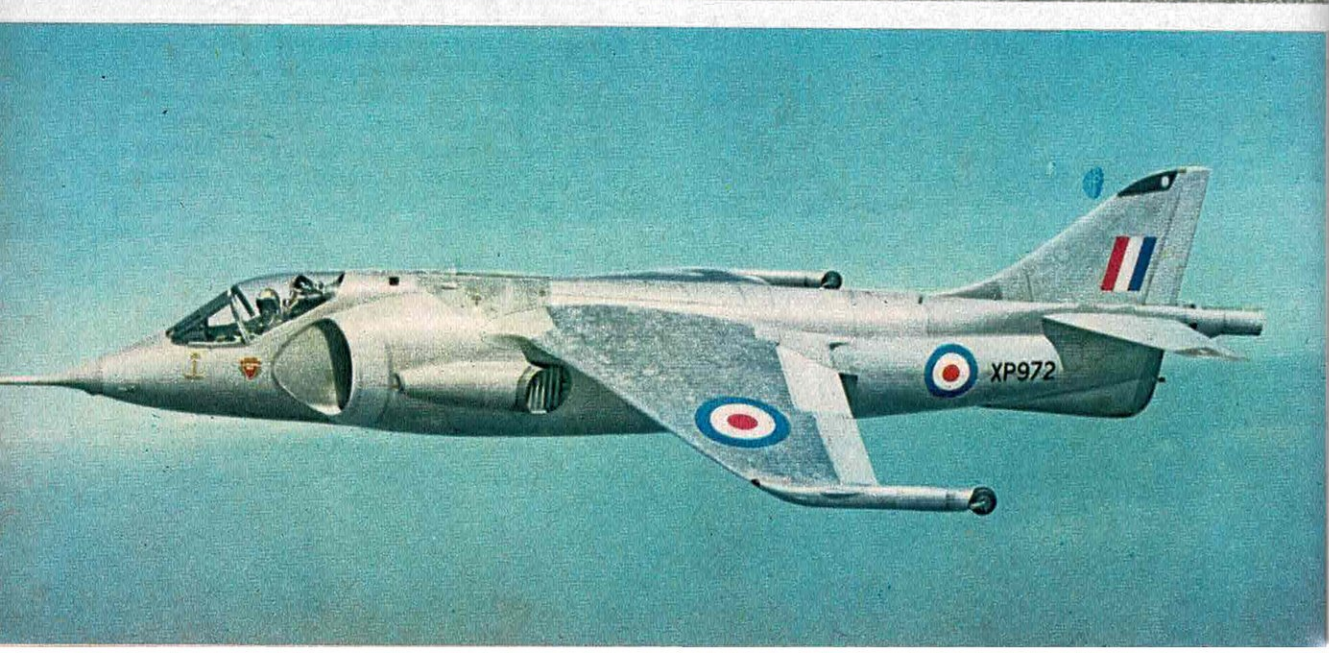
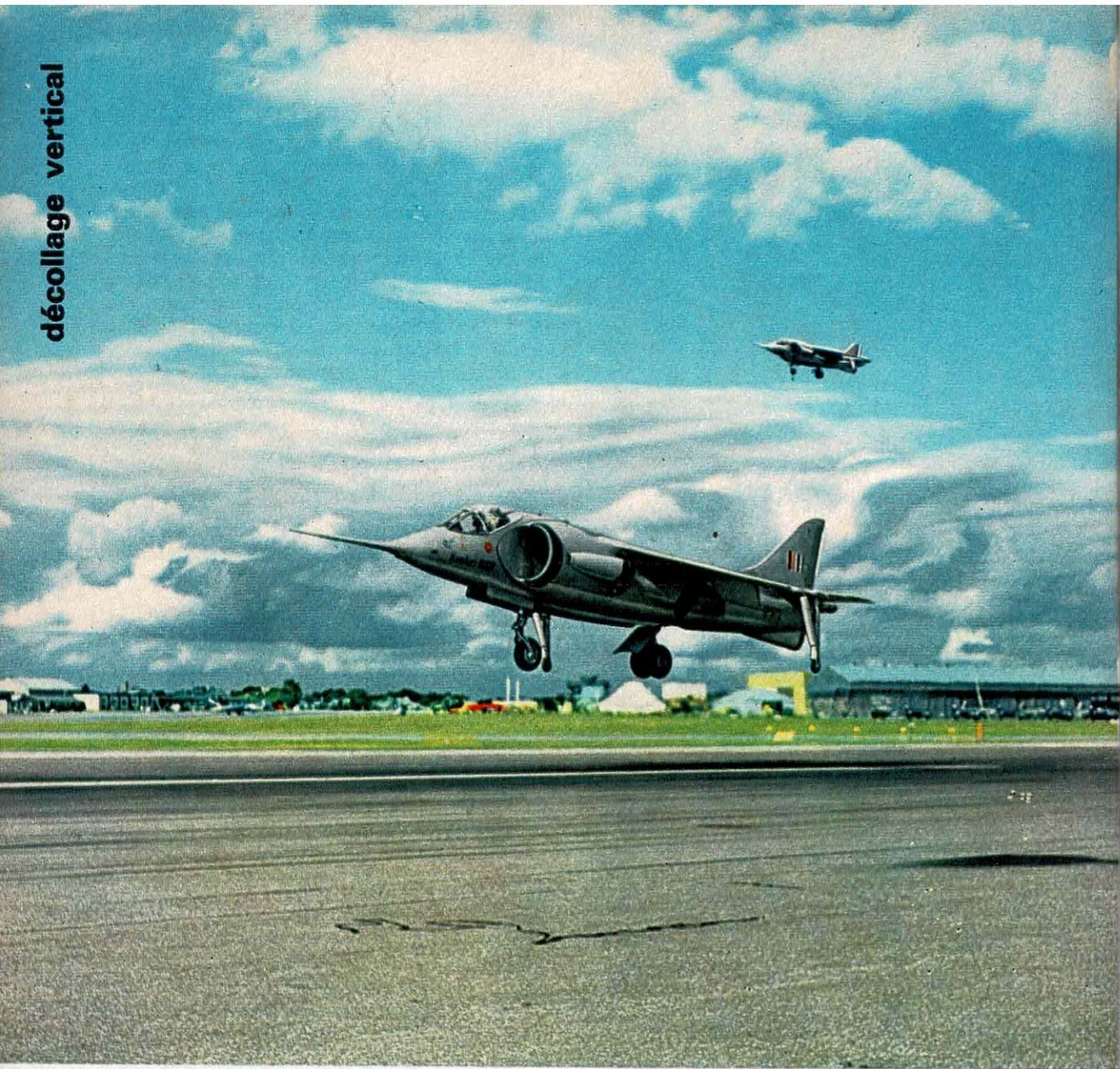
Le pas différentiel entre les hélices internes et externes, commandé par le pilote à la manière d'un aérofrein, permet un freinage aérodynamique par les hélices externes. Ce processus assure une forte pente de descente, mais aussi une possibilité de ressource avec un temps de réponse très faible.

L'expérimentation des Breguet 940 et 941, et plus encore les essais des pilotes étrangers sans aucune accoutumance à l'avion, ont prouvé que les appareils à ailes soufflées se pilotent comme des avions normaux, à cette différence près qu'il est bon d'en connaître les ressources complémentaires.

## Un avion prêt à l'emploi

La caractéristique majeure du Breguet 941 est d'être pratiquement un avion prêt à l'emploi. Sans autre modification, il pourrait être construit en série et il ne fait pas de doute que les clients seraient nombreux. Cependant, si comme il est probable, le Breguet 941 entre en production, ce sera sous une forme légèrement différente.

décollage vertical



L'aile très trapue du Breguet 941 mesure 23,20 m d'envergure, pour une surface de 82,6 m<sup>2</sup>. Les hélices Breguet-Ratier ayant 4,50 m de diamètre chacune, on voit qu'elles soufflent toute l'envergure excepté la largeur du fuselage. Celui-ci est remarquable par la soute de grandes dimensions dont il est en fait l'enveloppe carénée. Avec une longueur de 11,17 m, une largeur de 2,60 m et une hauteur minimale de 2,25 m, la soute du Breguet peut recevoir des charges très volumineuses et notamment à peu près tous les véhicules militaires de modèle courant entrant dans les limites de sa charge utile.

Pesant un peu plus de 13 tonnes à vide, le Breguet 941 décolle à 20 tonnes en mission d'assaut, à 24 tonnes en mission de transport logistique, les charges utiles maximales étant de 5 500 kg dans le premier cas, de 7 500 kg dans le second.

Sous la traction de ses quatre turbines Turbomeca « Turmo III D3 » de 1 500 ch, il passe au décollage l'obstacle de 12 m en 250 m au poids de 20 tonnes, en 425 m au poids de 24 tonnes, grimpant sous des pentes de 24 et 16 %. Les longueurs d'atterrissage sont du même ordre. Il croise entre 400 et 480 km/h selon le régime des turbines, sur des distances normales de 500 à 1 100 km. En mission de convoyage, les 10 000 litres de carburant des réservoirs intérieurs permettent de franchir plus de 3 000 km.

Prix sans rechanges, pour une série de volume non précisé : entre 6 et 7 millions de francs.

Une version pressurisée, plus spécialisée dans le transport des passagers, est à l'étude sous le numéro 942. La seule différence avec le 941 serait un fuselage de section circulaire, ce qui revient à dire que les productions de

série des deux versions pourraient aller de pair.

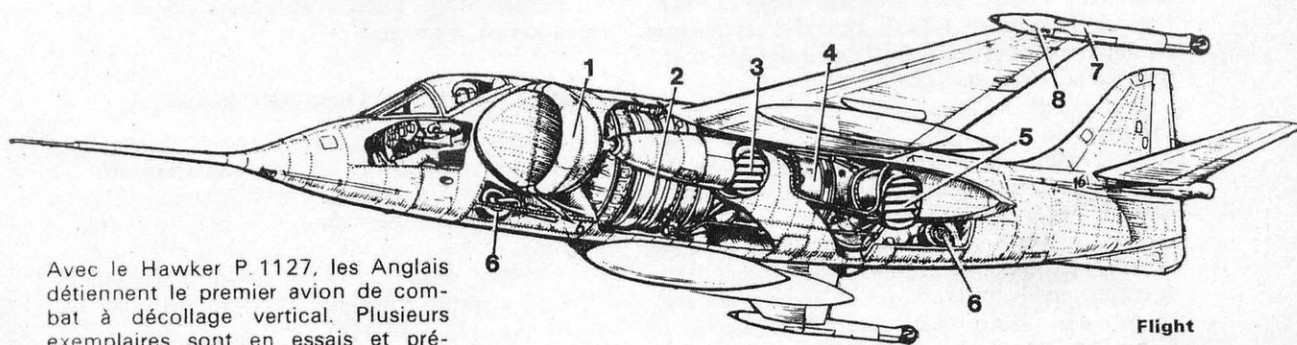
Dans leur recherche d'un transport d'assaut comparable dans sa mission et son tonnage au Breguet 941, et pouvant satisfaire les trois armes, les Américains ont été beaucoup plus exigeants puisqu'ils ont décidé qu'il devait s'agir d'un VTOL. Point n'est besoin d'être ingénieur pour apprécier le coût de cette exigence : pour décoller verticalement au poids de 18 550 kg, cet appareil a besoin d'une puissance double de celle du Breguet. Et la puissance se paye sous différentes formes...

## Le Chance-Vought XC-142A

Pour leur transport militaire XC-142A, les Américains ont choisi l'une des formules aérodynamiques les plus compliquées qui soient, celle de l'aile basculante qui, dans son mouvement, entraîne avec elle les turbines et les hélices-rotors.

Cette formule a été expérimentée sur plusieurs prototypes américains. Convenons qu'elle ne semble pas très « confortable », le passage du vol vertical au vol horizontal devant être assez délicat. Malgré l'interconnexion des hélices et des moteurs, on peut se demander ce qui se passe en cas de diminution de puissance au moment de la transition faite avec les turbines à plein régime, c'est-à-dire fatiguant le plus. Ou bien dans le cas d'une panne des vérins de voilure... Certes, la duplication des réseaux hydrauliques est certainement prévue, mais ce n'est pas un gage de simplification sur un appareil déjà trop compliqué.

L'utilisation en VTOL a, de plus, exigé la présence de systèmes permettant de contrôler l'avion dans les phases sans translation du vol, c'est-à-dire lorsque les gouvernes classiques



Avec le Hawker P.1127, les Anglais détiennent le premier avion de combat à décollage vertical. Plusieurs exemplaires sont en essais et préparent le P-1154 bisonique. La Grande-Bretagne, les États-Unis et l'Allemagne fédérale vont financer la construction d'une petite série de 1127 qui permettra de déterminer les impératifs opérationnels des appareils de cette formule. Cette expérience doit commencer dans un an environ.

## HAWKER P. 1127

- 1 — Entrée d'air pneumatique à géométrie variable. 2 — Soufflante du réacteur (flux froid). 3 — Tuyère orientable avant (flux froid).
- 4 — Réacteur. 5 — Tuyère orientable (flux chaud). 6 — Atterrisseur. 7 — Roulette de stabilisation. 8 — Tuyères de pilotage.



La maquette de l'appareil de transport militaire lourd actuellement à l'étude AW-681 en version S.T.O.L. (ci-dessous) avec quatre réacteurs Pegasus, et en version V.T.O.L. (à gauche) avec réacteurs de sustentation accrochés à l'aile.



## décollage vertical

sont inopérantes. D'où la présence, derrière les empennages, d'un petit rotor horizontal — cela fait une transmission de plus — dont les variations de traction permettent le contrôle en tangage. Le pas différentiel des hélices externes donne la possibilité de contrôler le roulis quand les hélices sont horizontales, la déflexion dissymétrique par les ailerons du soufflé de ces mêmes hélices assurant le contrôle en lacet.

Les volets de bord d'attaque et de fuite que comporte l'aile du C-142, ont une double raison d'être. D'une part ils régularisent l'écoulement autour de l'aile lors du basculement, c'est-à-dire au moment où elle devient porteuse; d'autre part ils permettent l'utilisation de l'avion en STOL quand l'aérodrome de départ le permet, auquel cas il devient comparable au Breguet 941.

L'aile du XC-142A, qui est articulée au sommet du fuselage, peut pivoter de 100°. Ces 10° supplémentaires fournissent la possibilité d'effectuer du vol stationnaire même avec un léger vent arrière.

Il est d'autre part à noter que cette formule est très sensible à l'élévation de la température. A conditions comparables d'utilisation des moteurs, c'est-à-dire sans injection d'eau, le XC-142A décollera en VTOL au poids de 18 550 kg en atmosphère standard et à 16 420 kg seulement en atmosphère tropicale, soit une perte de plus de deux tonnes.

Équipé de quatre turbines General Electric T 64 de 2 800 ch — qui passeront ultérieure-

ment à 3 200 ch — le XC-142A pèse 10 250 kg à vide, chiffre qui paraît très optimiste. Son poids maximal au décollage est de 19 300 kg en VTOL (conditions standard, injection d'eau) et de 20 185 en STOL. Le rendement dans ce dernier cas est donc bien inférieur à celui du Breguet 941, d'autant que la soute est plus petite. Par contre, grâce à la puissance installée, l'avion croise plus vite : de 465 à 550 km/h selon la mission.

Aussi réticents que puisse nous laisser un tel projet, on doit inscrire à son crédit qu'il est l'œuvre commune de trois grands constructeurs américains, dont deux spécialistes des VTOL; Chance-Vought, Hiller et Ryan.

Le prototype du XC-142A doit voler dans un peu moins d'un an.

## Le grand duel Dassault-Hawker

Le moyen le plus simple pour assurer le décollage d'un avion réside dans l'utilisation comme force sustentatrice de la poussée dirigée verticalement d'un ou plusieurs réacteurs. Après l'échec, pour inconfort manifeste et délicatesse de pilotage, des avions décollant « debout », il restait trois possibilités de disposer de cette poussée verticale :

- utiliser des réacteurs basculants, servant tour à tour à la sustentation puis à la propulsion;
- défléchir la poussée par une plusieurs tuyères orientables;
- disposer de deux groupes de réacteurs spécialisés pour la portance et la propulsion.

Étudiée par divers constructeurs — Bell notamment — la première formule ne connaît que peu de succès. Quant aux deux autres, matérialisées par deux motoristes britanniques — Bristol Siddeley et Rolls-Royce — elles sont à la base d'une lutte serrée entre deux projets, l'un français, le Mirage III V, de la formule Rolls-Royce, l'autre anglais, le Hawker P.1154, de la formule Bristol Siddeley.

### Les Hawker P. 1127 et 1154

Il est assez réconfortant de penser que c'est un de nos compatriotes, le regretté Michel Wibault, qui fut à la base des réacteurs Bristol Siddeley à orientation de poussée. Et l'on ne peut que déplorer, une fois de plus, que nos chercheurs soient obligés d'aller à l'étranger trouver un écho à leurs propositions.

La première réalisation de Bristol Siddeley sur ce thème a été le PS-53 Pegasus, développé en grande partie grâce aux fonds du

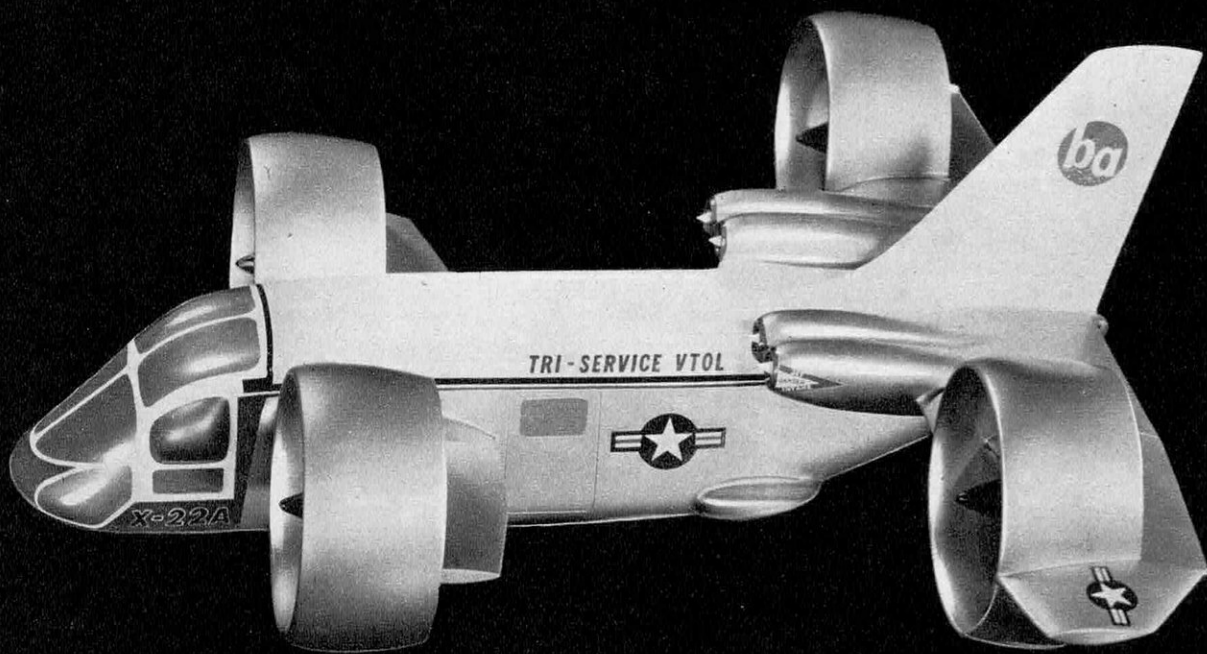
Mutual Weapons Development Program de l'OTAN. C'est à la base un réacteur éprouvé, l'Orpheus modifié pour les besoins de la cause. Au compresseur, au système de combustion et à la turbine d'origine, a été ajouté un ensemble basse pression, consistant en une turbine entraînant une soufflante frontale. Afin de diminuer les effets gyroscopiques, la soufflante et le compresseur tournent en sens opposés.

L'anneau central de la soufflante agit comme précompresseur pour le compresseur lui-même comme dans n'importe quel réacteur à double flux. L'anneau extérieur aspire un énorme volume d'air, éjecté par deux tuyères latérales. Les gaz chauds sont de même éjectés par des tuyères latérales à l'arrière du moteur.

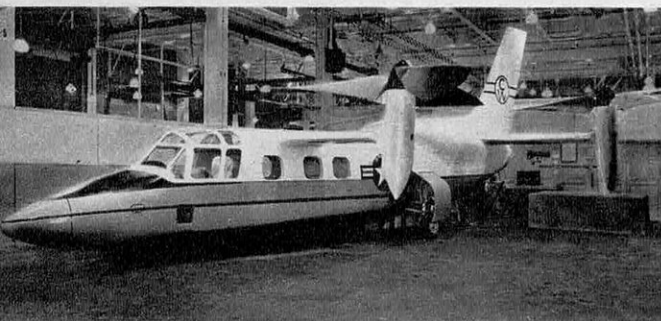
Ces quatre tuyères peuvent pivoter de 95°, les 5° au delà de la verticale permettant de freiner l'avion en vol avant la translation et de rester en vol stationnaire même par vent arrière. Ce type de moteur autorise la conception de VTOL monomoteurs ou multimoteurs n'utilisant qu'un seul modèle de propulseur.



LE BALZAC, MONOPLACE EXPÉRIMENTAL, OUVRE LA ROUTE AU FUTUR MIRAGE III V.



UNE ÉTRANGE MACHINE DONT LE RENDEMENT RESTE A PROUVER, LE BELL « TRI-SERVICE ».



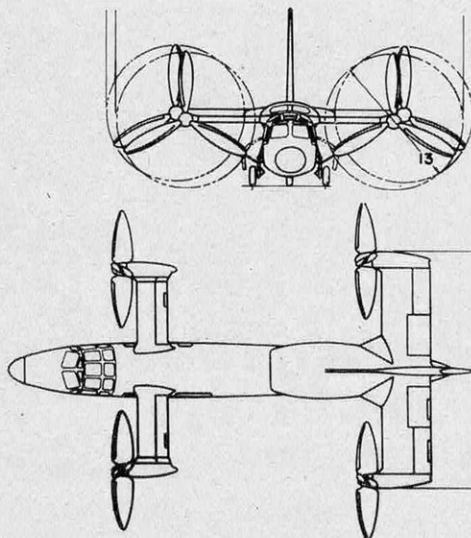
La formule du Pégasus présente des avantages certains, encore que les promoteurs de la formule Rolls-Royce les contestent avec des arguments parfois difficilement réfutables.

L'un des problèmes des VTOL à réaction est celui de la recirculation des gaz brûlés, de la réingestion des débris projetés par le flux et de l'érosion du sol, notamment lors des points fixes précédant le vol.

### Du Hawker P. 1127 au P. 1154

Autour du Bristol Siddeley Pegasus, Hawker, sous sa propre responsabilité d'abord, puis aux frais de la Couronne, a conçu un petit chasseur expérimental, le P.1127, dont une douzaine d'exemplaires au moins doivent être construits, 6 étant financés par moitié par l'U.S. Air Force et l'Allemagne.

Subsonique, il pourrait néanmoins connaître une carrière opérationnelle car l'US Army s'y intéresse fort comme appareil d'appui rapproché. Avec un BS-53-3 de 8 350 kg de poussée, il pourrait décoller verticalement au poids de 7 tonnes avec 900 kg de charge offensive. Mais il serait sans doute alors au



Curtiss-Wright X-19 à quatre hélices-rotors combinant propulsion et sustentation. Le prototype est en construction.

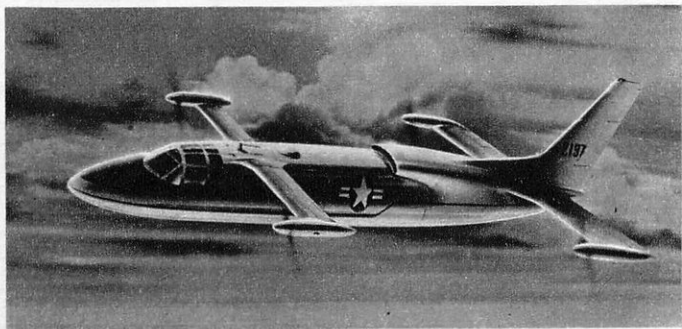


LE BELL XV-3 A ROTORS BASCULANTS POURSUIT SES ESSAIS DEPUIS CINQ ANS.

bout de ses possibilités, ne pouvant sans modification intensive recevoir le BS-53-5 de 8 180 kg de poussée donnant 1 044 kg avec réchauffe du flux froid.

Le P.1154 est conçu autour d'un nouveau Bristol Siddeley, qui sera à l'Olympus ce que le Pegasus est à l'Orpheus, c'est-à-dire une adaptation très large. Ce BS-100, actuellement en cours de construction, bénéficie évidemment des enseignements du BS-53. Ses tuyères, notamment, sont beaucoup moins proéminentes et débouchent au-dessous du fuselage au lieu de latéralement, ce qui diminue la dissymétrie de poussée en cas d'avarie d'une des parties orientables.

Il est muni d'un système de réchauffe du flux secondaire, c'est-à-dire que l'air froid fourni par la soufflante avant est chauffé à la température d'éjection normale. Par application de ce procédé, et en utilisant l'injection d'eau dans la chambre de combustion, on pense parvenir à une poussée totale de 16 tonnes, permettant de décoller verticalement un avion de plus de 14 tonnes. Le revers de la médaille est un moteur complexe, pesant au moins 2 700 kg.



Précurseur du Model 200 de Curtiss-Wright (X-19), en haut à droite, le Model 100 qui a éprouvé la formule en vol.

Pour l'équipement de son Armée de l'Air, la France a porté son choix sur la formule développée par Rolls-Royce, celle des réacteurs spécialisés.

C'est seulement après avoir calculé plusieurs projets basés sur les autres solutions possibles que les ingénieurs de Dassault en sont venus à préférer cette formule qui aboutit au paradoxe apparent d'un monoplace de combat à neuf réacteurs. Leur choix fut donc objectif et influencé par deux éléments essentiels :

— d'une part cette formule, plus souple sur le plan de la structure de l'avion, pouvait s'adapter directement à la cellule éprouvée des Mirage, à une extrapolation géométrique près. C'était l'assurance de gagner un temps précieux en n'ayant pas à mettre au point une aérodynamique nouvelle;

— d'autre part, Rolls-Royce annonçait l'existence prochaine d'une extraordinaire petite mécanique, son réacteur simplifié RB-162, de poussée équivalant à 16 fois son poids.

C'est sur le projet MD.610 Cavalier, dérivé de l'Étendard et dessiné autour d'un BS-53, que les ingénieurs de Dassault furent à même de découvrir les inconvénients de la formule, en ce qui concerne le volume du réacteur, sa position obligatoire au centre de gravité, l'accessibilité et le démontage, l'architecture générale de la cellule. Ils avaient espéré, en entreprenant l'étude du MD.610, que ces inconvénients seraient compensés par des

gains de poids, de prix et de simplicité. Il n'en fut rien. Par exemple, le Mirage-III V emportera un peu plus de deux tonnes de moteurs contre 2 700 kg pour le P.1154.

Enfin, l'État-major français exigeait un degré de sécurité en cas de panne de moteur que seule la formule multiréacteurs semblait en mesure d'assurer, quand bien même l'on peut rétorquer que les risques de pannes sont d'autant plus grands que les moteurs sont plus nombreux. C'est oublier qu'il s'agit de réacteurs simples, donc moins délicats.

## Du Balzac au Mirage III V

En tout état de cause, la formule Rolls-Royce fut choisie. Les réacteurs définitifs ne pouvant être disponibles avant la fin de 1963, il fut décidé de dégrossir certains problèmes (alimentation en air des réacteurs verticaux, systèmes de stabilisation, gouvernes par jets d'air comprimé) à l'aide d'un banc d'essais, le Balzac V, qui n'est autre que le tout premier prototype du « Mirage », adapté à sa nouvelle mission par la transformation du fuselage.

Grâce aux essais effectués pendant de longs mois par Rolls-Royce avec le Short SC-1, les essais du Balzac ont été extrêmement rapides. Après quelques vols libres verticaux, l'appareil fut modifié et a effectué sa première transition à la mi-mars. Sans aucune prétention de vi-



Piasecki 16-H, mi-avion, mi-hélicoptère.

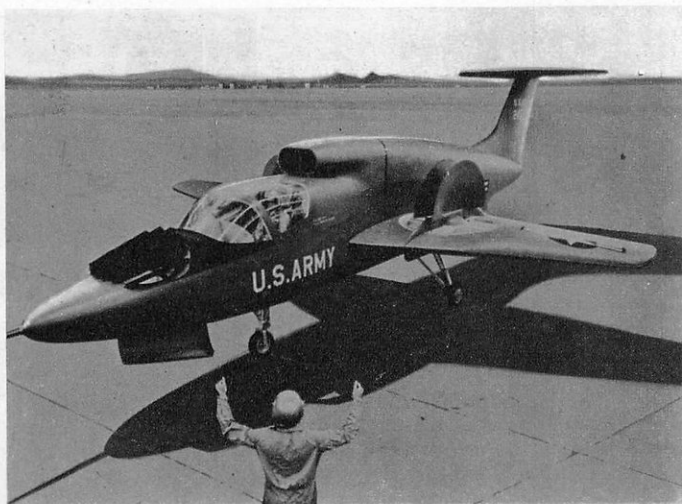
tesse, il préfigure cependant le futur Mirage-III V d'une façon très fidèle.

Les deux prototypes du Mirage-III V que construisent Dassault et Sud-Aviation, seront terminés, le premier à la fin de 1963, le second quelques mois plus tard. Ils seront les premiers VTOL Mach 2 du monde occidental, si ce n'est du monde entier.

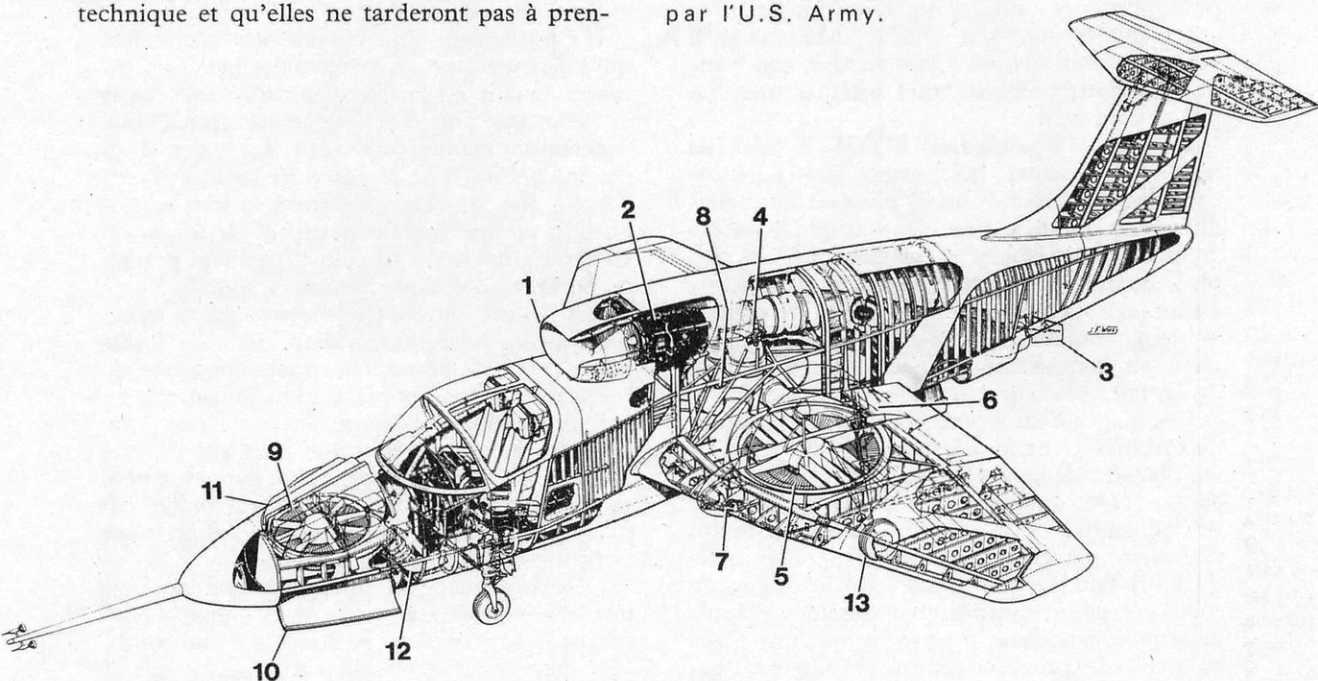
Bien que 15% plus lourd que le Mirage-III E de série et comportant un fuselage de conception nouvelle, le III V sera directement dérivé des types actuels. Il n'est pas impossible d'ailleurs qu'une partie des outillages de série puisse être réutilisée, pour la voilure notamment. Avec 5 000 litres de carburant dans les réservoirs internes, le Mirage-III V pèsera environ 14 tonnes. Il sera muni d'un atterrisseur tous-terrains, chaussé de pneus spéciaux pouvant supporter des températures de 250°.

La sustentation sera assurée par 8 réacteurs Rolls-Royce RB-162 de 2 tonnes de poussée, qui doit être augmentée de 20 % par la suite. La propulsion sera le fait d'un SNECMA TF-106, construit sous licence Pratt et Whitney, réacteur à double flux et postcombustion, économique en croisière mais « poussant » suffisamment à pleins gaz pour assurer au III V des performances supérieures à celles des Mirage actuels, sans fusée d'appoint.

Ayant consacré à ces quatre machines la place qu'elles méritent du point de vue technique et qu'elles ne tarderont pas à pren-



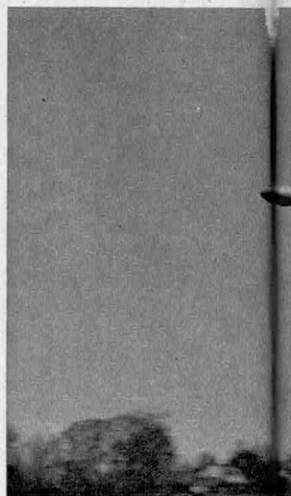
Parmi la gamme des appareils de conception nouvelle l'un des plus intéressants V.T.O.L. du moment, le Ryan XV-5A à turbosoufflantes qui volera d'ici peu. Il apparaît dès l'abord sous une forme opérationnelle et sera probablement commandé par l'U.S. Army.



### RYAN XV-5A (VZ-11)

1 — Entrée d'air. 2 — Générateur de gaz GE J 85. 3 — Déviateur de poussée. 4 — Vanne de diversion des gaz. 5 — Soufflante principale gauche. 6 — Couvercle de la soufflante. 7 — Vérin des persiennes d'éjection. 8 — Alimentation soufflantes principales. 9 — Soufflante auxiliaire de stabilisation. 10 — Porte d'éjection. 11 — Persiennes de carénage. 12 — Alimentation soufflante avant. 13 — Atterrisseur à deux positions.

Hélicoptère au décollage, puis avion, le Hiller « Storc » formule de grue volante pour transports à grande distance.



dre dans l'actualité, venons-en à quatre autres projets ou prototypes, tous d'origine américaine, qui représentent autant de formules particulières. Il s'agit en général de bancs d'essais semi-opérationnels, d'un tonnage limité, destinés à éprouver certains dispositifs prometteurs.

### Bell « Tri-service » X-22A

Bell, qui n'avait pas construit d'avions depuis plusieurs années, va faire une rentrée spectaculaire avec son D 2127. Mais s'agit-il vraiment d'un avion? C'est en tout cas l'un des plus curieuses machines volantes que l'on puisse concevoir.

Il s'agit d'un appareil VTOL à ailes en tandem, pivotantes, qui portent quatre hélices carénées (deux par voilure) pivotant avec elles d'une centaine de degrés. On sait que le rendement de telles hélices a été très amélioré. De plus, quand elles agissent en hélices — c'est-à-dire lorsque leur plan de rotation est vertical — leur anneau engendre une portance qui vient en complément de celle des ailes qui, de ce fait, peuvent être de surface réduite.

Les quatre hélices sont entraînées par autant de turbines General Electric T 58 de 1 250 ch sur l'arbre, groupées à l'implanture de l'aile arrière. On imagine sans peine le système de transmissions et d'interconnexions rendu nécessaire par cette formule lourde et compliquée. Il faut bien convenir que le besoin de 5 000 ch pour transporter 2 hommes d'équipage et 6 passagers (ou 550 kg de fret) n'apparaît pas des plus économiques. D'ailleurs, l'appareil pèsera près de 7 tonnes au décollage, chiffre qui, pour n'être pas étonnant, est néanmoins prohibitif.

La stabilisation et le pilotage durant la phase verticale du vol sont assurées par la variation

de pas différentielle des hélices : entre les hélices antérieures et postérieures pour le tangage, de droite et de gauche pour le roulis et celles diagonalement opposées pour le lacet.

Le Bell, qui a reçu le numéro X-22 A, doit atteindre 560 km/h. Premier vol prévu en 1964.

### Le Curtiss-Wright X-19 A

Le Curtiss-Wright X-19 A, qui n'est pas sans rappeler le Bell, est comme lui un appareil avide de puissance.

Il s'agit encore d'un avion à ailes en tandem qui portent à leurs extrémités des hélices pivotantes jouant alternativement le rôle de rotors au décollage, puis d'hélices en croisière. D'une conception inédite, elles ont des pales d'un dessin spécial, dont le pas varie cycliquement. C'est-à-dire qu'elles assurent à la fois la propulsion et une grande partie de la portance. Cette originalité du Curtiss-Wright lui permet de posséder des ailes de surface réduite.

Les hélices sont interconnectées par la transmission qui les relie aux deux turbines Lycoming T 55-L-5 de 220 ch, situées au-dessus du fuselage. Les hélices permettent le contrôle en vol stationnaire par le même jeu de pas différentiels que pour le Bell. Pas plus que pour ce dernier, il n'est précisé comment l'appareil peut se poser en cas de panne de moteur totale, pas plus l'autorotation des hélices que l'atterrissage horizontal ne semblant praticable.

Décollant au poids total de 5 580 kg, avec une charge maximale de 910 kg (charge normale 300 kg), le X 19-A croisera à 740 km/h. Les distances franchissables annoncées sont de 790 km avec la charge maximale, 1 350 km avec la charge normale et 3 200 km en voyage, certainement à vitesse économique.

Développé selon un programme commun des trois armes, le X-19 A pourrait remplir de



Le Hunting 126 expérimente une nouvelle formule de S.T.O.L. avec éjection des gaz au bord de fuite de l'aile.

nombreuses missions : attaque au sol, liaisons, lutte anti-sous-marins, etc.

Curtiss-Wright a préparé le projet d'un avion cargo beaucoup plus important, le LT-1, qui serait équipé de quatre turbines de 2 200 à 3 000 ch. Il pourrait transporter environ 4 tonnes sur 2 300 à 3 000 km.

Séduisante à plus d'un titre, la formule Curtiss-Wright souffrira certainement de sa complication et de ses exigences considérables en puissance installée.

### Le Ryan XV-5A

Avec le Ryan XV-5 A, nous en arrivons à l'une des deux formules de VTOL actuellement en développement les plus intéressantes.

Mis au point par le Transportation Research Command de l'US Army, le programme du XV-5 A a été confié à General Electric qui a sous-traité à Ryan la fabrication de l'avion lui-même et l'installation des dispositifs de sa conception.

Le système General Electric est basé sur l'utilisation de deux turbo-soufflantes de large diamètre noyées dans l'épaisseur de l'aile et entraînées par le jet dévié des réacteurs de propulsion. La partie turbine, périphérique, comprend 324 aubes qui reçoivent le flux des réacteurs. Les aubes de la soufflante elle-même sont en nombre beaucoup plus réduit. Chaque soufflante fournit une poussée de 10 kg par kilogramme de poids. Si l'on tient compte de la soufflante auxiliaire avant de stabilisation en tangage, on obtient des trois turbo-soufflantes une poussée totale de 6 350 kg pour une poussée totale des réacteurs de 2 400 kg. C'est évidemment là un résultat très séduisant.

Le XV-5 A est un biplace de coopération, qui pourrait évoluer sous des formes diverses. Sa vocation présente est principalement expé-

rimentale mais, dans sa forme première, il pourra déjà emporter 750 kg de charge utile à 740 km de sa base, avec atterrissage et décollage verticaux aux deux extrémités. Le Ryan croisera à Mach 0,7, pouvant parcourir plus de 3 300 km en convoyage. Il s'agit donc déjà d'une machine aux performances intéressantes.

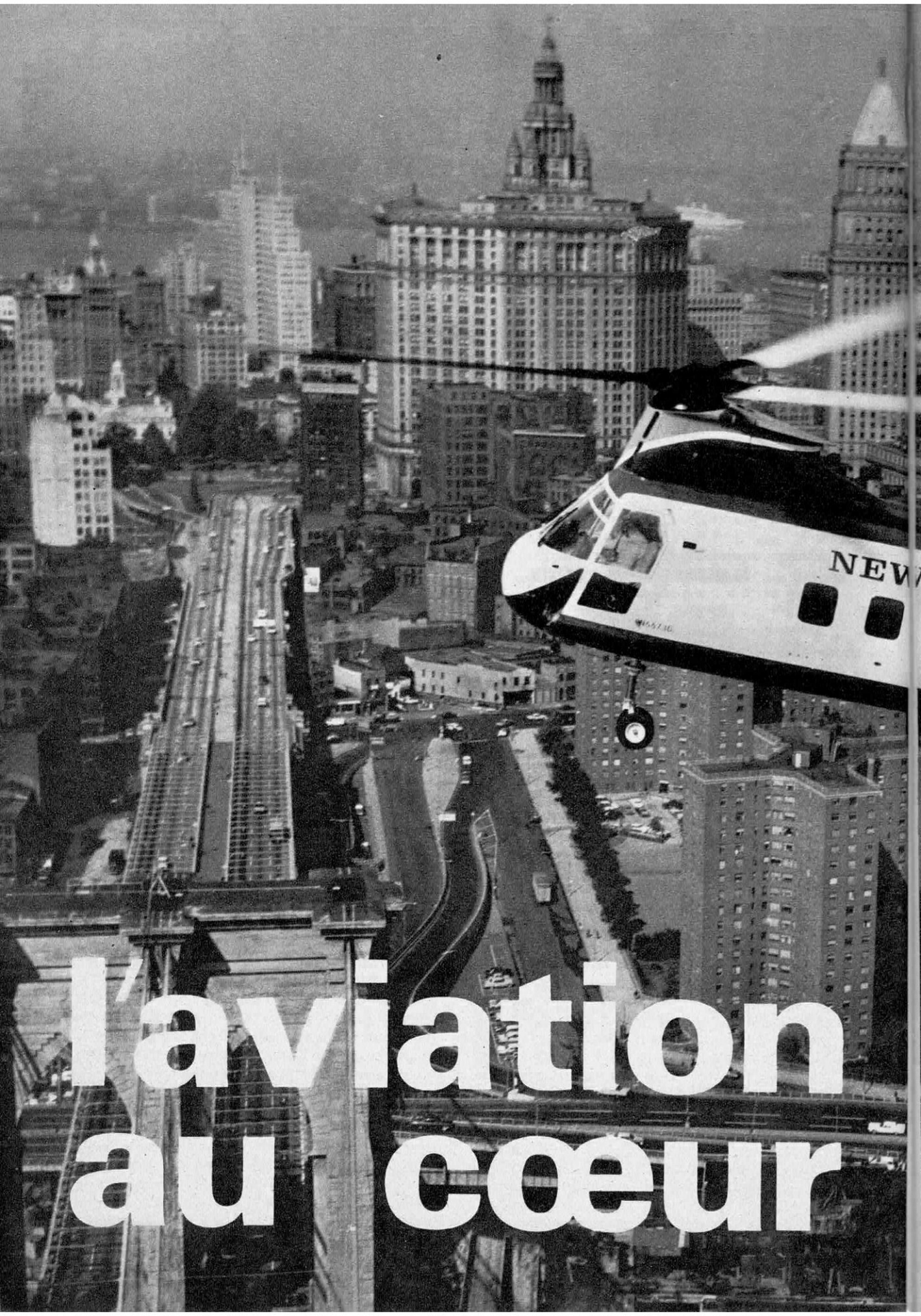
General Electric a d'ailleurs effectué les calculs préliminaires d'un cargo de 7 tonnes pouvant transporter 1 350 kg sur 780 km.

### Le Lockheed XV-4

Enfin la division de Georgie de Lockheed a étudié depuis cinq ans le principe d'augmentation de la poussée des turboréacteurs par des chambres de mélange. L'aboutissement de ces travaux est le XV-4 A, équipé de deux Pratt et Whitney JT 12 A-3. Leurs gaz d'éjection, qui, durant la phase de vol vertical sont déviés à travers un conduit spécial, sont amenés par de nombreux canaux dans les chambres de mélange installées dans la partie médiane du fuselage. En s'échappant de ces chambres vers le bas, les gaz entraînent avec eux un important volume d'air ambiant, d'où augmentation de la poussée. Celle des deux JT 12 — soit 2 600 kg — est ainsi portée à 3 600 kg par cet effet de trompe. Un autre avantage est la réduction de la vitesse, de la pression et de la température de la masse gazeuse, d'où diminution des phénomènes d'érosion du sol.

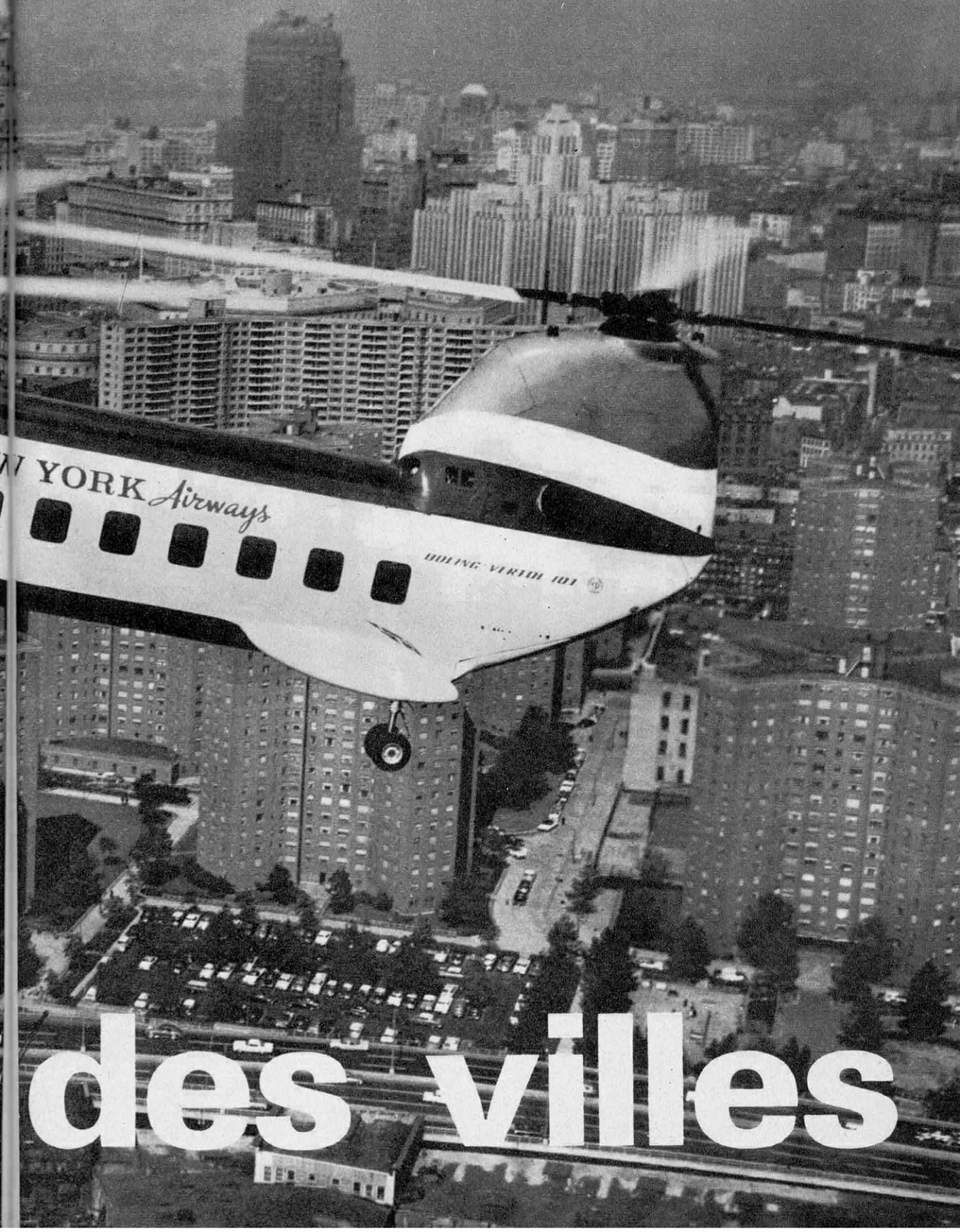
La transition est aussi très simple : les éjecteurs étant légèrement inclinés, la composante horizontale de la poussée suffit à donner une certaine vitesse à l'avion, à partir de laquelle l'un des réacteurs est utilisé pour la propulsion. A 300 km/h, l'alimentation des chambres de mélange est coupée et l'avion poursuit son vol normalement.

**R. RAMEAU**



# l'aviation au cœur

Un Vertol 107 au-dessus de Manhattan



des villes



## l'aviation au cœur des villes

**L**es exploitations commerciales par hélicoptère semblent être arrivées à un tournant décisif de leur développement.

En Europe, on enregistre une stabilisation, voir un recul, dans la progression de ce genre d'opération tandis qu'aux États-Unis l'expansion des sociétés spécialisées est sérieusement ralentie par la réduction des subsides officiels.

Que s'est-il passé? Il faut bien reconnaître qu'après un départ assez spectaculaire les transporteurs n'ont pu consolider leurs succès initiaux et les résultats enregistrés sont bien loin d'avoir atteint les belles estimations qui avaient été faites en 1954 lors de l'introduction de services réguliers par hélicoptères. Rappelons

qu'aux U.S.A. l'Air Transport Association n'hésitait pas à prédire le transport de 6 millions de passagers pour l'année 1960, 22 millions pour 1970... En réalité, le total des trois sociétés principales américaines exploitant les réseaux desservant New York, Chicago et Los Angeles atteint environ le million de passagers par an.

Le plus vexant est que le potentiel du trafic est là, énorme et à peine touché. Non seulement un immense potentiel, mais encore un besoin certain dont l'importance et l'urgence varient selon les conditions locales.

Le drame du développement de ce genre très particulier de transport aérien est la terrible limitation du matériel.



**Sikorsky S-64, 60 places**

Il n'est pas exagéré de dire que les transporteurs ont été trahis par l'industrie qui, jusqu'à présent, n'a pu construire une ou plusieurs machines à voilure tournante offrant suffisamment de charge payante pour rendre son exploitation rentable. Et ceci malgré d'innombrables promesses qui ont aidé à convaincre certains transporteurs à débiter des exploitations ingrates avec un matériel mal adapté.

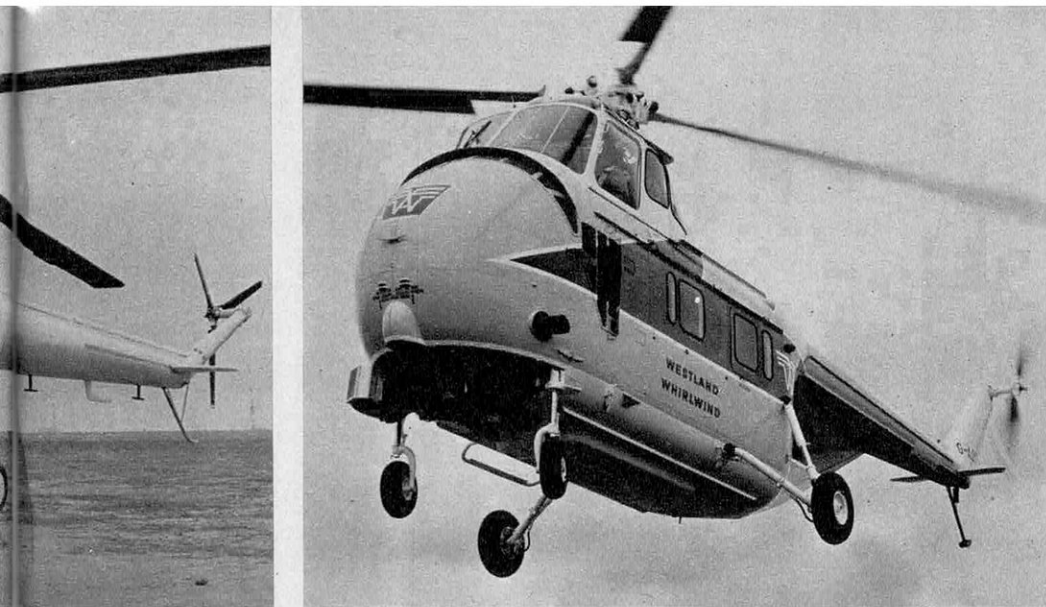
Précisons pour la bonne forme les étroites limitations du sujet. Le transport régulier de passagers par hélicoptère s'indique pour les distances allant de quelques kilomètres jusqu'à un maximum de 400 km environ. La concurrence est variée et s'étale du taxi à l'avion à

aile fixe (à l'extrémité de l'échelle des distances) en passant par l'éventail des transports terrestres. Les avantages de l'hélicoptère sont évidents et varient suivant son utilisation et les conditions locales, géographiques et autres. Le gros problème est celui du prix de revient, de trois à quatre fois plus élevé par siège que l'avion à aile fixe, alors que la concurrence terrestre offre souvent des coûts et tarifs particulièrement modestes. L'hélicoptère multimoteur à 50/60 places, la solution intérimaire que l'industrie avait promise pour 1957/1958, ne s'est jamais matérialisée et le transport régulier par hélicoptère n'est rendu accessible que par de larges subsides aux États-Unis, par l'amortisse-



# Hélicoptères (voir pour la France page 16)

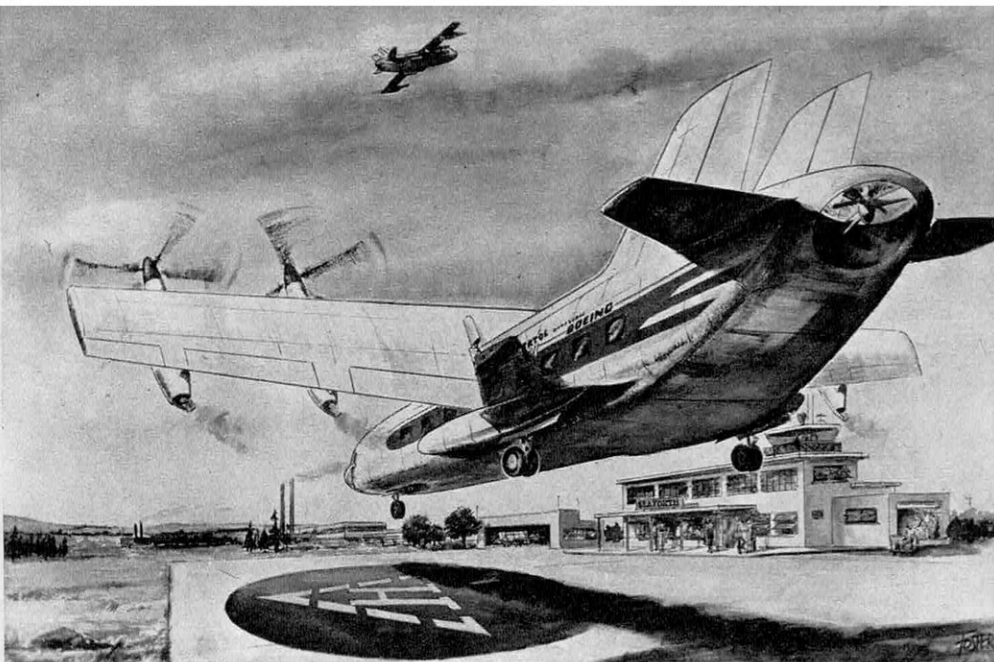
Constructeur	Type	Nombre de rotors	Nombre de pales par rotor	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur	Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
<b>ALLEMAGNE FÉDÉRALE</b>										
BÖLKOW	Bo-103	1	1	6,66	1 moteur Agusta G.A.70/V de 82 ch	1	390	120	100	Hélicoptère ultra-léger. Modèles 103 B avec turbine à arbre BMW de 90 ch, et 103 C avec moteur NSU-Wankel de 100 ch.
	Bo-104	1	3	7,50	2 moteurs NSU-Wankel de 120 ch	2	880		180	Hélicoptère ultra-léger. Autonomie 2 h.
KINDERMANN		1	3	5,20	1 moteur de 90 ch	2	430	200	160	Hélicoptère léger. Contrôle du couple par rotor bipale coaxial au rotor principal et tournant en sens inverse. Autonomie 3 h.
MERCKLE	S-M-67	1	3	10,50	1 turbine à arbre Turboméca Artouste II C de 406 ch	5	1 700	500	200	Hélicoptère. Double commande. Autonomie 300 km. Prototypes.
SIEMETZKI	ASRO 3-T	1	2	6,50	1 turbine à arbre BMW-6002 de 65 ch	1	240 (à vide)		105	Hélicoptère léger. Autonomie 1 h.
BRÉSIL										
BAUMGARTL	PB 64	1	2	6,40	2 pulsoréacteurs ITA de 13,6 kg	1	225	115	130	Hélicoptère ultra-léger. Pulsoréacteurs montés sur des bras faisant fonction de stabilisateurs à 90° des pales de sustentation. Pas de rotor de queue.
I.P.D.	Beija-Flor	1	3	9	1 moteur Continental E-225 de 225 ch	2	950		140	Autonomie 270 km.
<b>CANADA</b>										
AVIAN	2/180 Gyroplane	1	3	10,06	1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch	2	780	275	160	Autogire avec hélice propulsive arrière carénée. Autonomie 770 km.
<b>ESPAGNE</b>										
AEROTECNICA	AC-12	1	3	8,50	1 moteur Lycoming O-360 de 168 ch	2	820	300	115	Hélicoptère léger. Double commande. Autonomie 2 h.
	AC-14	1	4	9,65	1 turbine à arbre Turboméca Artouste II B de 400 ch	5	1 350	700	150	Hélicoptère léger de transport. Versions ambulance et agriculture. Autonomie 300 km.
<b>ÉTATS-UNIS</b>										
ADAMS-WILSON	Model 101 Hobbycopter	1	2	6,55	1 moteur Triumph de 40 ch	1	252	100	72	Hélicoptère léger pour construction par amateurs. Autonomie 195 km.
BELL	47 G	1	2	11,32	1 moteur Lycoming VO-435 de 280 ch	3	1 290	500	145	Versions nombreuses. Toutes applications civiles et militaires (UH-1 Iroquois). Le modèle commercial est aussi fabriqué en Italie et au Japon. Le modèle UH-1E est destiné à opérer à partir de porte-avions. Autonomie 405 km.
	Model 204	1	2	13,40	1 turbine à arbre Lycoming T 53 de 1 100 ch	12	3 855	1 300	200	



La majorité des hélicoptères utilisés commercialement sont encore de petit tonnage, mais presque tous à turbine. Tels sont de gauche à droite, les Mil V8 et V2 soviétiques pour 24 et 8 passagers respectivement. Le Westland Whirlwind série 2 ci-contre, dérivé du S-58 américain, est à moteur à pistons, mais la série 3 est équipée d'une turbine BS Gnome.

Constructeur	Type	Nombre de rotors	Nombre de pales par rotor	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur	Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
BENSEN	Model 206	1	2		1 turbine à arbre Allison T 63 de 250 ch	4			185	Hélicoptère militaire d'observation.
	Model B-8M Gyro-Copter	1	2	6,10	1 Moteur McCulloch 4318 E de 72 ch	1	227	110	97	Autogire léger pour construction par amateurs. Le rotor est lancé à l'arrêt par un moteur qui actionne ensuite une hélice propulsive. Décollage en 15,25 m. Autonomie 160 km.
BOEING-VERTOL	Model B-9 Zipster	2 co-axiaux	2	6,71 6,10	1 moteur Mercury de 60 ch	1	408	190	96	Hélicoptère léger. Autonomie 160 km.
	107 Model II	2 en tandem	3	15,24	2 turbines à arbre General-Electric CT-58 de 1 250 ch	25	8 620	4 600	250	Hélicoptère de transport civil avec rampe de chargement arrière, fabriqué aussi en Grande-Bretagne par Westland. Autonomie 185 km.
	Model 114 Chinook	2 en tandem	3	18	2 turbines à arbre Lycoming T 55 de 2 200 ch	33	14 950	3 000	240	Hélicoptère militaire dérivant du précédent. Autonomie 320 km. Sera équipé de turbines à arbre Lycoming T 55-L-5 de 2 280 ch.
BRANTLY	Model B-2	1	3	7,26	1 moteur Lycoming VO-360 de 180 ch	2	725	250	155	Hélicoptère léger. Double commande. Autonomie 480 km.
CESSNA	Skyhook	1	2	10,67	1 moteur Continental FSO-526 de 270 ch	4	1 405	450	175	Hélicoptère léger de transport civil type affaires. Autonomie 415 km.
DEL MAR	Whirlymite	1	3	4,88	1 moteur Kiekhæfer-Mercury 800 de 80 ch ou 1 turbine à arbre Solar T 62 Titan de 80 ch	1	272	100	90	Hélicoptère léger à usages multiples. Existe en version télécommandée sans pilote. Autonomie 145 km.
DOMAN	D-10B	1	4	14,63	1 moteur Lycoming H10-720 de 400 ch	8	2 500	825	153	Hélicoptère toutes missions. Cellule construite en Italie. Autonomie 520 km.
ENSTROM	F-28	1	3	9,75	1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch	3	885	320	153	Hélicoptère ultra-léger. Autonomie 380 km.
GYRODYNE	Rotorcycle	2 co-axiaux	2	6,10	1 moteur Porsche YO-95 de 72 ch	1	377	110	95	Hélicoptère ultra-léger pour missions militaires tactiques. Autonomie 90 km.
HELICOM	Commuter Junior	1	2	6,40	1 moteur Continental C 90 de 90 ch	1	430	150	120	Hélicoptère léger pour construction par amateurs. Autonomie 240 km.
HILLER	UH-12 Raven	1	2	10,67	1 moteur Lycoming VO-540 de 325 ch	3 à 4	1 250	325	155	Hélicoptère léger. Versions nombreuses pour l'armée et la marine. Version civile 12-E. Autonomie 360 km. Version L-4 avec nouveau système de stabilisation automatique du rotor.
	Ten-99	1	2		1 turbine à arbre Canadian Pratt et Whitney de 500 ch	6	1 588	700		Hélicoptère léger, passagers et fret.
	Model 100	1	2		1 turbine à arbre Allison T 63 de 250 ch	4			204	Hélicoptère léger d'observation. Prototypes.
HUGHES	Model 269-A	1	3	7,62	1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch	2	705	280	138	Hélicoptère ultra-léger. Autonomie 3 h.
KAMAN	Huskie	2 engrainants	2	14,33	1 turbine à arbre Lycoming T 53 de 860 ch	12	4 000	1 250	175	Sauvetage et autres missions. Autonomie 370 km. La version Huskiell a 2 turbines à arbre Boeing T-60 de 600 ch, poids 4 770 kg, autonomie 630 km.
	Seasprite	1	4	13,41	1 turbine à arbre General Electric T 58 de 1 250 ch	13	5 000	2 500	235	Hélicoptère toutes missions, tous temps pour la marine. Autonomie 900 km.

Anticipation : un projet Vertol à décollage vertical avec voilure basculante, qui pourrait faire une réalité de l'atterrissage au cœur des villes, sur le toit des maisons.



## Hélicoptères (suite)

Constructeur	Type	Nombre de rotors	Nombre de pales par rotor	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur	Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
<b>MONTE-COPTER</b>	<b>Model 15 Triphibian</b>	1	2	10,97	1 compresseur d'air Continental 143 de 200 ch	3	907	350	120	Hélicoptère amphibie léger. Rotor entraîné par air comprimé éjecté en bout de pales, sans combustion. Autonomie 160 km.
<b>PIASECKI</b>	<b>16-H</b>	1	3	12,50	1 turbine à arbre Canadian Pratt et Whitney PT6-B de 500 ch	5	2 580		260	Hélicoptère rapide. Décolle en hélicoptère. La propulsion en vol horizontal est assurée par une hélice propulsive carénée à l'arrière du fuselage.
<b>SIKORSKY</b>	<b>S-58</b>	1	4	17,07	1 moteur Wright R-1820 de 1 525 ch	12 à 18	5 900	2 315	156	Hélicoptère toutes missions, civiles et militaires, armée et marine. Autonomie 400 km.
	<b>S-61</b>	1	5	18,90	2 turbines à arbre General Electric CT-58 de 1 250 ch	25 à 28	8 620	3 500	225	Hélicoptère amphibie de transport commercial. Construit aussi au Japon. Autonomie 400 km. Version militaire CH-3C avec rampe de chargement arrière. Version SH-3A anti-sous-marins.
	<b>S-62</b>	1	3	16,15	1 turbine à arbre General Electric T58-GE-6 de 1 250 ch	11	3 675	1 200	157	Hélicoptère amphibie civil et militaire. Autonomie 725 km.
	<b>S-64</b>	1	6	21,95	2 turbines à arbre Pratt et Whitney JFTD-12A de 4 050 ch	60	17 250	9 400	176	Transport militaire ou grue volante. Autonomie 300 km. Doivent en dériver le transport d'assaut CH-53A pour la marine (63 hommes) avec rampe de chargement arrière et 2 turbines à arbre General Electric T-64, et une grue volante avec rotor à 10 pales pouvant soulever 37 tonnes.
<b>SKYWAY</b>	<b>AC-35</b>	1	3	11,58	1 moteur Continental 10-360 de 210 ch	2	800	200	200	Autogire.
<b>UMBAUGH</b>	<b>18-A</b>	1	3	10,67	1 moteur Lycoming O-360 de 180 ch	2	816	250	160	Autogire léger. Double commande. Autonomie 480 km.
<b>GRANDE-BRETAGNE</b>										
<b>BEAGLE</b>	<b>NA-116</b>	1	2	6,10	1 moteur Enfield McCulloch 4318-A de 72 ch	1	250	130	72	Autogire ultra-léger. Hélice propulsive. Autonomie 160 km.
<b>ROTORCRAFT</b>	<b>Grasshopper</b>	2 coaxiaux	2	7,62	2 moteurs Rolls-Royce Continental O-200 de 100 ch	2	905	400	169	Hélicoptère léger. Autonomie 425 km. Prototypes.
<b>WESTLAND</b>	<b>Wasp Scout</b>	1	4	9,85	1 turbine à arbre Bristol Siddeley Nimbus de 1 050 ch	5 à 6	2 400	1 000	178	Hélicoptère toutes missions civiles et militaires. Autonomie 480 km.
	<b>Whirlwind Series 3</b>	1	3	16,20	1 turbine à arbre Bristol Siddeley Gnome H-1000 de 1050 ch.	jusqu'à 12	3 630	1 250	165	Dérive du Sikorsky S-55. Versions civiles et militaires. Autonomie 480 km. La Série S-1 était équipée du moteur Pratt et Whitney R-1340 de 600 ch et la Série S-2 du moteur Alvis Leonides Major 755 de 750 ch.
	<b>Wessex</b>	1	4	17,07	1 turbine à arbre Napier Gazelle NGa 13 de 1 450 ch	jusqu'à 16	5 715	2 300	204	Dérive du Sikorsky S-58. Versions civiles et militaires. Autonomie 630 km. La version Mk2 sera équipée de 2 turbines à arbre Bristol Siddeley Gnome de 1 350 ch.
	<b>Belvedere</b>	2 en tandem	4	14,91	2 turbines à arbre Napier Gazelle NGa 2 de 1 650 ch	jusqu'à 30	8 620	3 600	222	Transport militaire toutes missions. Autonomie 740 km.



Les constructeurs d'hélicoptères cherchent à augmenter la capacité de transport et la sécurité de leurs machines. Ici le Kaman Huskie à 12 places, 2 turbines.

Constructeur	Type	Nombre de rotors	Nombre de pales par rotor	Diamètre du rotor (m)	Groupe moteur	Nombre de places	Poids en charge (kg)	Charge utile (kg)	Vitesse de croisière (km/h)	Observations
<b>ITALIE</b>										
<b>AGUSTA</b>	<b>AZ-101 G</b>	1	5	19,80	3 turbines libres Bristol Siddeley Gnome de 1 250 ch	30	11 300		225	Hélicoptère civil et militaire à missions diverses. Rampe de chargement arrière.
	<b>AB-102</b>	1	2	14,50	1 moteur Pratt et Whitney R-1340 de 600 ch	10	3 025		160	Hélicoptère civil et militaire à rotor système Bell.
	<b>A-104 Helicar</b>	1	2	7,95	1 moteur Agusta MVA de 140 ch	2	640	260	135	Hélicoptère léger à rotor système Bell pouvant être monté et démonté par une seule personne. Autonomie 330 km.
	<b>115</b>	1	2	11,33	1 turbine à arbre Turboméca Astazou II de 480 ch	4	1 350	620	150	Hélicoptère civil et militaire à missions diverses. Rotor système Bell. Autonomie 280 km.
<b>FIAT</b>	<b>7002</b>	1	2	12	1 turbogénérateur Fiat 4700 de 542 ch	7	1 400		145	Hélicoptère de transport, passagers et fret. Ejection d'air comprimé en bouts de pales sans combustion. Autonomie 300 km.
<b>LUALDI</b>	<b>L-59</b>	1	2	10,60	1 moteur Continental I O-470 de 260 ch	4	1 200		140	Hélicoptère léger toutes missions. Rotor système Hiller. Double commande. Autonomie 3 h 30 min.
<b>MANZOLINI</b>	<b>Libellula II</b>	2 co-axiaux	2	9	1 moteur Walter Minor 4-III de 101 ch	1 à 2	650	150	75	Hélicoptère léger. Autonomie 200 km.
<b>TCHÉCOSLOVAQUIE</b>										
	<b>HC-3</b>	1	3	11,60	1 moteur M 108 H de 270 ch	4 à 5	1 420	330	140	Hélicoptère toutes missions.
<b>U.R.S.S.</b>										
<b>GASHULYAK</b>	<b>G-1</b>				1 moteur Irbit 2 cyl.	1	200		90	Hélicoptère ultra-léger pour aéroclubs.
<b>KAMOV</b>	<b>KA-15</b>	2 co-axiaux	3	9,97	1 moteur AI-14V de 275 ch	2			125	Hélicoptère toutes missions. Autonomie 4 heures. Version KA-18 à fuselage allongé, 4 places.
<b>MIL</b>	<b>Mi-1 Moskvitch</b>	1	3	14	1 moteur Ivchenko AI-26V de 575 ch	4	2 250	450	140	Hélicoptère toutes missions construit aussi en Pologne. Autonomie 600 km. Version Mi-3 avec rotor à 4 pales. Version Mi-V2 pour 8 passagers avec 2 turbines à arbre.
	<b>Mi-4</b>	1	4	21	1 moteur ASH-82-V de 1 700 ch	8 à 11	7 200	1 500	160	Hélicoptère de transport, agriculture, etc. En version militaire pour 14 hommes ou transport de véhicules divers et canons anti-chars. Autonomie 400 km. Lui est apparenté le modèle Mi-V8 à charge utile accrue (3 000 kg) pour 24 passagers.
	<b>Mi-6</b>	1	5	35	2 turbines à arbre Soloviev TB-2BM de 4 635 ch	jusqu'à 120	39 000		270	Hélicoptère le plus grand et le plus lourd du monde. Autonomie 500 km. Existe en version grue volante.
<b>YAKOVLEV</b>	<b>Yak-24</b>	2 en tandem	4	24		30 à 39	16 000	4 500	155	Transport militaire. Peut emporter des véhicules divers et canons anti-chars. Rampe de chargement arrière. Autonomie 400 km. Existe en version de luxe pour 9 passagers.



## **l'aviation au cœur des villes**

ment sur les activités des transports à ailes fixes en Europe.

Malgré d'innombrables possibilités, le transport régulier de passagers par hélicoptère s'est borné aux rôles principaux :

— le transport de ville à ville, centre à centre ;

— la liaison de l'aéroport au centre de la ville.

Naturellement de nombreuses variations viennent se greffer sur ces rôles principaux suivant les besoins et les conditions locales. Un exemple extrême est la future exploitation d'un important réseau dans le Pakistan Oriental. Ce territoire, qui n'est pas tellement étendu, est géographiquement ravagé et les transports terrestres n'y sont pratiquement pas développés. Pakistan International Airlines vient d'acquérir trois hélicoptères Sikorsky S-61 N et va bientôt inaugurer des services réguliers à partir de Dacca, la capitale. Des trajets de 21 jours par sentiers de montagne seront ainsi ramenés à quelques heures.

Naturellement, ici, l'hélicoptère n'a pas eu guère de concurrence ni des transports terrestres ni des avions à aile fixe. Mais ceci nous éloigne de la notion transport aérien au cœur des villes.

### **L'expérience de la Sabena**

En Europe, la Sabena reste la société pionnière du transport régulier par hélicoptère. La motivation de cette activité, complémentaire à un vaste réseau à aile fixe, a été exposée maintes fois. La circonférence qui a Bruxelles comme centre et s'étend sur un rayon d'environ 350 km enferme une population de 74 millions d'habitants répartis principalement dans 140 villes allant de 50 000 à 7 millions de personnes. Une telle densité de population, malgré l'existence de quelques axes déjà sillonnées par des services aériens classiques, présentait et présente toujours un potentiel inégalé pour les liaisons par hélicoptère de centre à centre. Après avoir « fait » la poste pendant 3 ans, Sabena inaugura les services réguliers de passagers en août 1953 et bientôt ses six Sikorsky S-55 reliaient quotidiennement Bruxelles à Anvers, Rotterdam, Lille, Liège, Maestricht, Cologne et Bonn. Le succès rencontré justifiait l'expérience et permettait d'espérer la réalisation de plans assez grandioses qui devaient pour 1957 voir l'éclosion de lignes vers Paris, Londres, Luxembourg, Francfort, en concurrence d'abord, en remplacement ensuite des services à voilure fixe. Cela valait bien la peine de supporter les énormes limitations techniques et économiques du S-55 pendant quelques années. Hélas, nous l'avons déjà vu, ce nou-

veau matériel tant espéré et tant promis ne se matérialisa pas et, en perspective de l'exposition internationale de Bruxelles, en 1958, la Sabena dut se contenter de rééquiper sa flotte avec huit Sikorsky S-58, appareil essentiellement militaire transformé pour emporter un maximum de 12 passagers. Cet hélicoptère était encore un monomoteur, donc peu indiqué pour le vol de nuit ou au P.S.V. ; comme le S-55, le S-58 fut donc limité au vol de jour et à vue avec les conséquences de faible utilisation et de mauvais rendement que cela entraîne. Avec le S-58, Paris, Dortmund et Duisbourg s'ajoutèrent au réseau. 1958 fut une excellente année pour les hélicoptères, les huit S-58 augmentés de deux Vertol 44 loués pour la durée de l'exposition totalisèrent 105 397 passagers dont 50 715 sur les services réguliers et 54 682 profitant d'excursions au-dessus de l'enceinte de l'exposition.

Après, la Sabena, comme la plupart des sociétés de transport aérien, devint victime de la tragique coïncidence de l'introduction des quadriréacteurs et de la récession du trafic. Les bilans devenant négatifs, la rentabilité particulière aux activités des hélicoptères, malgré le pourcentage infime qu'elles représentaient dans la production totale de la société, fut revue.

Différents projets, dont l'exploitation en collaboration avec la B.E.A. du triangle Paris-Londres-Bruxelles, furent envisagés mais sacrifiés sur l'autel des économies. L'usure du matériel entraîna une réduction sensible du réseau qui aurait même été abandonné complètement si l'intervention du gouvernement et de certaines autorités municipales n'étaient venues garantir un minimum d'activité. L'avenir dépend encore de la naissance d'un matériel adéquat, mais ce dernier n'est plus espéré avant une dizaine d'années. Peut-être la Sabena, sous réserve de la bénédiction gouvernementale, décidera-t-elle d'acquérir des Vertol 107 ou Sikorsky S-61 dans l'espoir de faire la soudure.

Avant tout, le réseau des hélicoptères de la Sabena était et est encore complémentaire des services moyen- et long-courriers à aile fixe. L'hélicoptère a permis d'augmenter considérablement l'hinterland de l'aérodrome de Bruxelles en allant chercher la clientèle bien au-delà de la zone normale d'influence. Cet apport appréciable au réseau à aile fixe compensait les frais relativement élevés de cette exploitation. Toutefois, les fréquences et les horaires des services par hélicoptères furent établis en fonction de cet apport au réseau à aile fixe, dont les besoins ne coïncidaient pas avec ceux du ville à ville pur. De plus, l'étendue du réseau exploité par les hélicoptères entraînait une réduction sérieuse de la fréquence quotidienne. Tous ces éléments contribuèrent à gêner le développe-



Voici, parmi la  
gamme extrême-  
ment variée des  
hélicoptères pro-  
posés, de haut  
en bas, le Doman  
D-10 B (8 pla-  
ces), la Libellula  
II italienne (2  
places) et le ré-  
cent Hiller type  
L 4 (5 places).



## **l'aviation au cœur des villes**

ment du trafic de ville à ville, la clientèle ne pouvant réellement profiter de ce réseau à des heures convenables dans les deux sens. D'autant plus que la concurrence des transports de surface, très développés et relativement bon marché, était énorme.

### **New York, Chicago, Los Angeles et San Francisco**

Aux États-Unis, quatre sociétés se sont attachées au développement du transport régulier de passagers par hélicoptères. Trois profitent de larges subsides gouvernementaux, New York Airways, Chicago Airways et Los Angeles Airways, tandis que la plus récente et aussi la plus modeste, San Francisco & Oakland Airlines Inc. ne reçoit encore aucune aide officielle.

Comme en Europe, le transport par hélicoptère aux États-Unis est largement complémentaire des différents réseaux à aile fixe. Malgré les énormes possibilités du ville à ville ou même du développement d'un transport aérien intra-urbain, l'expérience américaine est limitée aux liaisons aéroport-ville et inter-aéroports, prolongeant et complétant le transport aérien classique. Les réseaux sont très modestes mais les fréquences sont très nombreuses, allant jusqu'à 30 et plus par jour sur certains trajets.

Assez récemment, les exploitants américains ont acquis du matériel moderne, des Vertol 107 et Sikorsky S-61 à turbines et à plus grande capacité, doublant pratiquement l'offre. En 1962, les trois sociétés recevant des subsides, ont offert plus de 16 millions et demi de sièges-kilomètres mais le coefficient d'occupation est tombé à une moyenne de 40 %, la demande n'ayant pas suivi une telle augmentation de l'offre. Le Civil Aeronautic Board s'est ému de cette situation et de la mégalomanie de certains dirigeants de ce transport spécialisé. Le C.A.B., dont les crédits ont été d'ailleurs réduits par le Congrès, amputa à son tour l'aide financière apportée aux exploitations par hélicoptères.

C'est ainsi que New York, Chicago et Los Angeles Airways ne recevront au total que 5 millions de dollars pour la prochaine année fiscale alors que ces sociétés fixent le minimum indispensable à 6 300 000 dollars.

Cette réduction ne signifie nullement une tentative de désengagement progressif du C.A.B. qui confirme sa foi dans l'avenir de ce genre de transport aérien. Toutefois, après ces neuf années d'exploitation, le C.A.B. reconnaît que ces activités appartiennent encore au do-

maine expérimental et que la seule justification des engagements financiers reste le potentiel futur qui est illimité, mais dont il est encore malheureusement difficile de prédire la forme. En attendant la révolution technique qui permettra le véritable démarrage, le C.A.B. engage les intéressés à limiter sérieusement l'expansion des activités présentes, et surtout l'acquisition de matériel moderne qui ne semble guère mieux adapté aux exploitations commerciales.

New York Airways est probablement la mieux connue et peut-être la plus représentative des sociétés américaines spécialisées dans le transport régulier par hélicoptère. N.Y.A. débuta modestement en 1953 avec un seul Sikorsky S-55, mais passa rapidement au stade des cinq Sikorsky S-58, bientôt remplacés par cinq Vertol 44, et maintenant suivis par plusieurs Vertol 107 à turbines emportant 25 passagers. Le réseau est centré sur l'aérodrome international d'Idlewild et offre quotidiennement 33 circuits vers les aéroports nationaux de La Guardia et Newark avec arrêt au Wall Street Heliport, au centre de Manhattan. Environ 200 passagers sont transportés quotidiennement plus une certaine quantité de poste. Le trafic « interline » entre les trois principaux aéroports de New York est très important et le succès de l'hélicoptère est aisé à imaginer puisqu'il permet de relier ces aérodromes en quelques minutes au lieu de quelques heures en période de pointe par taxi ou transport public. De plus, par accord avec les principales sociétés aériennes, N.Y.A. peut concurrencer aisément les transports de surface en offrant des tarifs

L'hélicoptère monoplace Del Mar Whirlymite préfigure-t-il le scooter de l'avenir?



## **l'aviation au cœur des villes**

très accessibles. Les nouveaux Vertol ayant une plus grande charge payante et une vitesse de croisière bien plus élevée que le matériel précédent, N.Y.A. se retrouve avec un excédent de capacité momentanée. Cette société envisage pour l'utilisation de cette capacité excédentaire le développement de liaisons interurbaines. Ce sera d'abord la banlieue New-Yorkaise, reliant Manhattan aux centres de Bridgeport, New Haven, Patterson, Danbury, etc.; ensuite, à titre expérimental, New York-Washington avec plusieurs arrêts facultatifs en cours de route. Mais la préoccupation principale de New York Airways est la préparation de son rôle lors de l'importante exposition internationale qui se tiendra à New York en 1964/1965 et aussi l'installation de plusieurs nouveaux héliports au cœur de la ville et dont le principal sera certainement celui situé au sommet du nouveau building Pan Am actuellement en construction.

### **Du nouveau matériel et une nouvelle politique**

Quels que soient les efforts des dirigeants de ce transport et les larges ses du C.A.B., le développement économique et massif est impossible avec le matériel actuel. Nous répétons que le potentiel tout comme le besoin sont là, attendant impatiemment d'être développés, mais le véritable départ est tributaire de la technique.

Il est certain que l'hélicoptère tel qu'il est conçu actuellement ne peut être la réponse à ce problème. Certes l'hélicoptère restera encore longtemps une machine idéale pour les militaires et certaines exploitations civiles, mais assurément pas pour le transport régulier de passagers. Nous ferons peut-être une exception pour la conception présentée par Sikorsky avec son projet S-65, c'est-à-dire une grue volante qui viendrait déposer et reprendre des cabines détachables pouvant accueillir un nombre appréciable de passagers. Cette solution pourrait avoir un avenir dans une exploitation intra-urbaine, en autobus aérien, mais il serait prématuré de l'assurer avant d'avoir eu l'occasion d'étudier en détail les paramètres économiques de cette proposition.

Nous voyons mal la réconciliation du rotor et de la rentabilité. Le rotor a ses limitations : vitesse réduite, faible charge, fatigue, entretien délicat, fréquent et coûteux. Les constructeurs nous proposent maintenant une gamme particulièrement variée de projets et, pour la première fois, on entrevoit des conceptions révolutionnaires totalement dégagées de la notion de l'hélicoptère. Les motoristes, en effet, peuvent espérer développer bientôt des réacteurs dont le rapport poussée/poids atteindra quel-

que 20/1. Ceci permet d'envisager des techniques nouvelles de décollage et atterrissage à la verticale sans pour cela limiter les évolutions en translation.

D'autres techniciens préconisent la solution des combinés, hélicoptère-autogire-avion; on y gagne en rendement puisqu'il faut moins de puissance, mais cet avantage est rapidement perdu par l'augmentation sensible de la complexité. Le Fairey « Rotodyne » qui fut longtemps un des grands espoirs dans ce domaine en est un exemple quoique sa version finale, sur le papier au moins, était économiquement valable. Hélas, après des dépenses de plusieurs millions de livres son développement fut abandonné par le gouvernement britannique.

D'autres spécialistes préfèrent alors le décollage court, manifestement plus abordable techniquement et économiquement que le décollage vertical, mais ici les frais d'infrastructure interviennent de même que de sérieuses limitations aux exploitations au cœur des villes.

Il y a encore la formule étudiée par Convair, le GETOL ou Ground Effect Take Off and Landing, c'est-à-dire le remplacement de l'atterrisseur par un dispositif utilisant l'effet de sol. Il est trop tôt pour juger de l'éventuel succès de cette solution. De toute façon, elle ne permettra jamais le décollage vertical. Quelle que soit la solution technique, elle est encore tributaire d'une implacable limitation, le bruit qui se révèle extrêmement difficile à réduire et qui deviendra peut-être la condition principale de l'acceptation de telle ou telle formule pour le transport au cœur des villes.

Bref, si on se rapproche d'une solution technique, elle n'est pas encore prête pour une application pratique. De plus, même en supposant la production prochaine d'une machine bien adaptée à ce genre d'exploitation, il faudra encore une révision intégrale de la politique du développement de ce transport aérien intra ou interurbain. Jusqu'à présent, ce dernier a été entièrement lié, sinon assujéti au transport aérien classique sur moyenne et longue distance. C'est à notre avis une erreur; évoluant dans des conditions totalement différentes de celles qui régissent le transport aérien normal, l'exploitation par hélicoptère ou V.T.O.L. au cœur des villes devrait être dégagée de ces servitudes et redéveloppée selon les nécessités du trafic purement urbain.

Nous ne savons comment, ni quand, le transport aérien au cœur des villes prendra sa véritable expansion. Nous ne pouvons qu'affirmer que lorsqu'il sera techniquement, économiquement et politiquement permis, il prendra une importance qu'il est difficile d'envisager aujourd'hui.

**R. GEORGES**



**Bell 47 J-2 Ranger quadriplace**



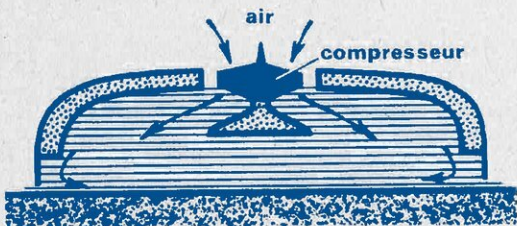
**Bell Model 204 B, 12 passagers**



1. Appareil à jet périphérique



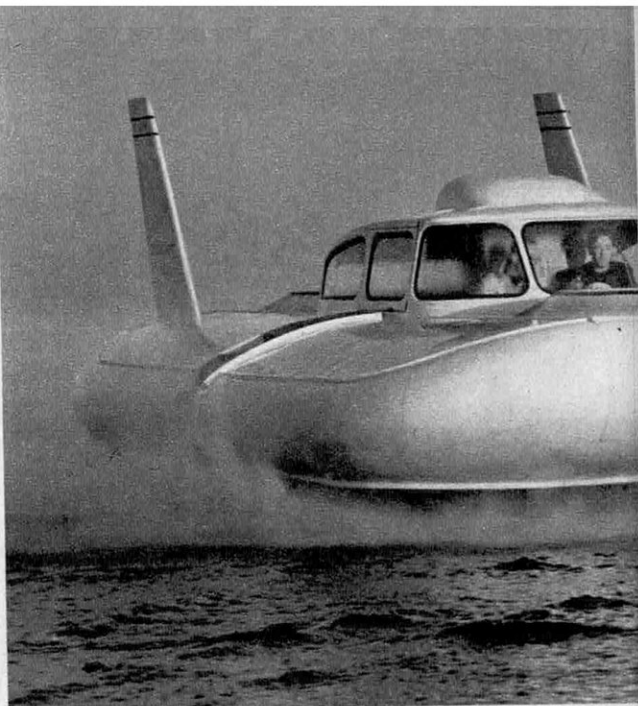
2. Appareil à jet périphérique avec recirculation d'air



3. Appareil à jet plein et à parois rigides

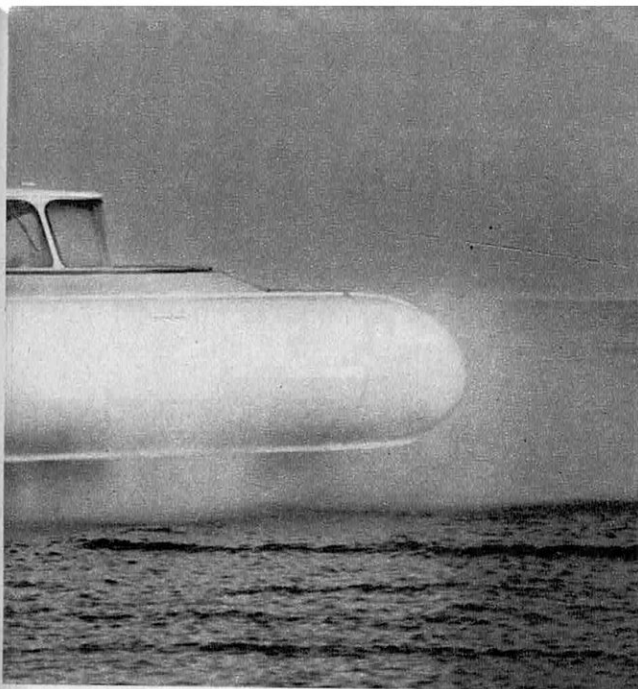


4. Appareil à rideau d'air (à double effet)

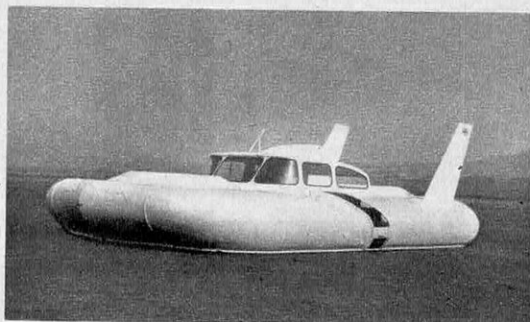


# l'ef

Avions, bateaux ou automobiles ? Ces étranges machines qui ressemblent plus à des véhicules extra-terrestres qu'à nos classiques moyens de locomotion ne quittent pourtant pas les limites de la stratosphère et même de la troposphère, puisqu'elles glissent à quelques centimètres seulement de la surface du sol ou d'une étendue d'eau, sur un mince coussin fluide apparaissant comme une sorte de vapeur. Si l'aspect surprenant de ces conceptions peut dérouter les uns et rendre sceptiques les autres, il n'en est pas moins vrai que leur apparition marque le début d'un mode opérationnel de transport possédant des avantages certains. Déjà plusieurs grandes firmes sont en concurrence et peut-être verrons-nous dans un avenir proche organiser sur le plan commercial les transports par « Hovercrafts » appelés plus généralement en France « appareils à effet de sol ».



Le Cushioncraft CC 2 de Britten-Norman remplacera peut-être nos automobiles. Son moteur Rolls-Royce LV 8 lui permet 90 km/h.



# fet de sol

**E**n 1959, au meeting aéronautique de Farnborough, une étrange machine évolua pour la première fois en public. Elle avait été construite par Saunders-Roe d'après les conceptions de l'ingénieur anglais C.S. Cockerell et elle suscita une vive curiosité. De cette première apparition du « Hovercraft » date l'intérêt que de nombreux constructeurs portèrent bientôt à cette formule. Ce mode de transport nouveau apparaissait susceptible d'applications variées, avec des avantages évidents.

L'appareil à effet de sol, en effet, réunit plusieurs caractéristiques empruntées à l'avion, à l'automobile et au bateau, qui en font un véhicule susceptible d'évoluer aisément à quelques centimètres du sol, au-dessus de n'importe quel terrain ou de la surface de l'eau. La théorie en avait été faite avant la mise en chantier du « Hovercraft » (en 1930, le Finlandais J. Kaario avait déjà fabriqué une machine basée sur ce principe), mais cette démonstration publique marquait vraiment le début de son exploitation pratique. Aujourd'hui les modèles se sont multipliés dans de nombreux pays.

## Qu'est-ce que l'effet de sol ?

C'est un phénomène aérodynamique bien connu des pilotes d'hélicoptères : lorsqu'un appareil à rotor horizontal est en vol rasant, la

veine d'air chassée vers le bas par les pales est gênée dans son écoulement par la proximité du sol. Un « coussin » d'air se forme et facilite le maintien du véhicule en augmentant la poussée de sustentation.

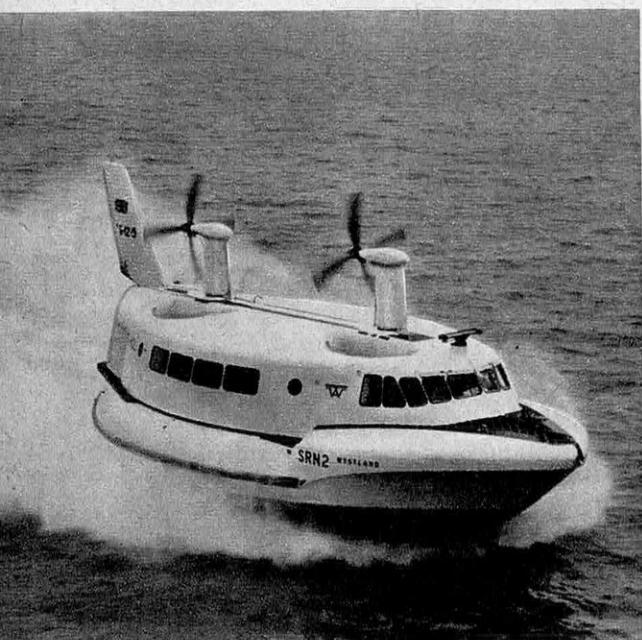
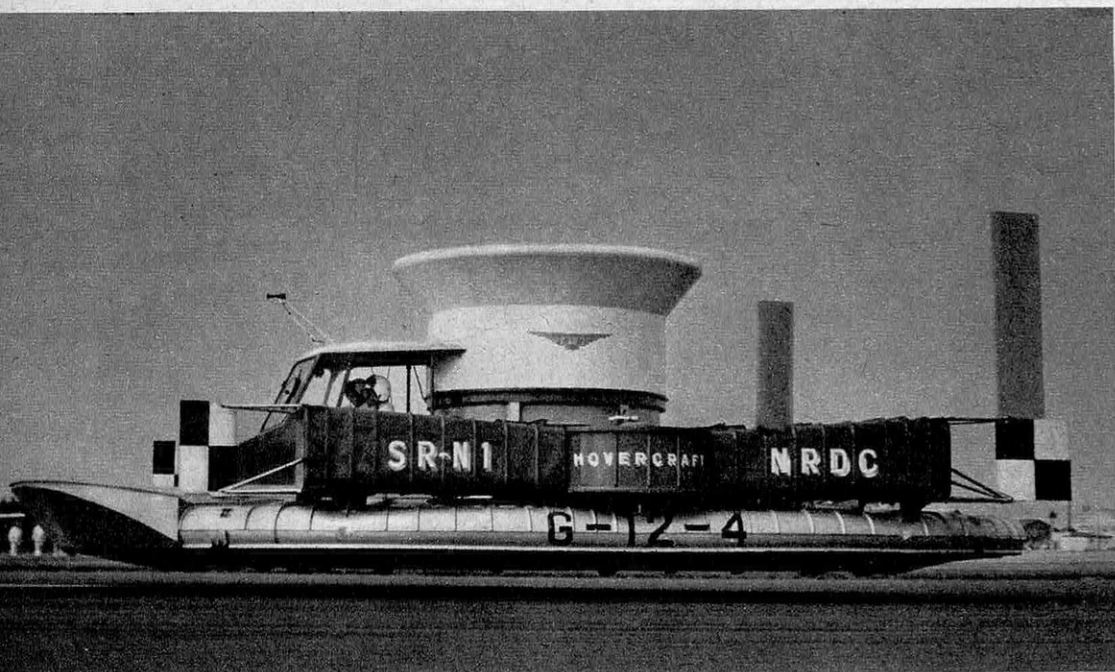
Pour les appareils qui nous occupent, le principe est le même, compte tenu de ce que la distance entre le plancher du mobile et le sol est très faible et que sa surface inférieure importante joue un rôle de cloche, ne laissant qu'un espacement périphérique réduit pour la fuite de l'air comprimé en permanence par un moteur. De ce fait, la surpression nécessaire à l'entretien du matelas d'air n'a pas à être considérable.

Plus l'engin évolue près du sol, moins l'échappement de l'air est important. Le rendement serait optimum pour une élévation de l'ordre de quelques centimètres seulement. Mais, pour des raisons de sécurité évidentes, on a été amené à porter cette distance à plusieurs décimètres dans de nombreux cas en adjoignant différents dispositifs pour que la dépense d'énergie reste acceptable.

Quant au système propulsif, il peut-être constitué par une simple hélice convenablement orientée, par un turboréacteur, ou en défléchissant vers l'arrière de l'appareil une certaine quantité d'air prélevé dans la veine principale assurant la sustentation.

Dès à présent, on peut donc définir sommairement l'appareil à effet de sol comme un véhi-

## l'effet de sol



Le SR-N2 (Saunders-Roe) préfigure le futur navire sur coussin d'air, permettant de transporter des passagers à 120 km/h. Poids 27 tonnes. Long. 20 m. Auton. 370 km.

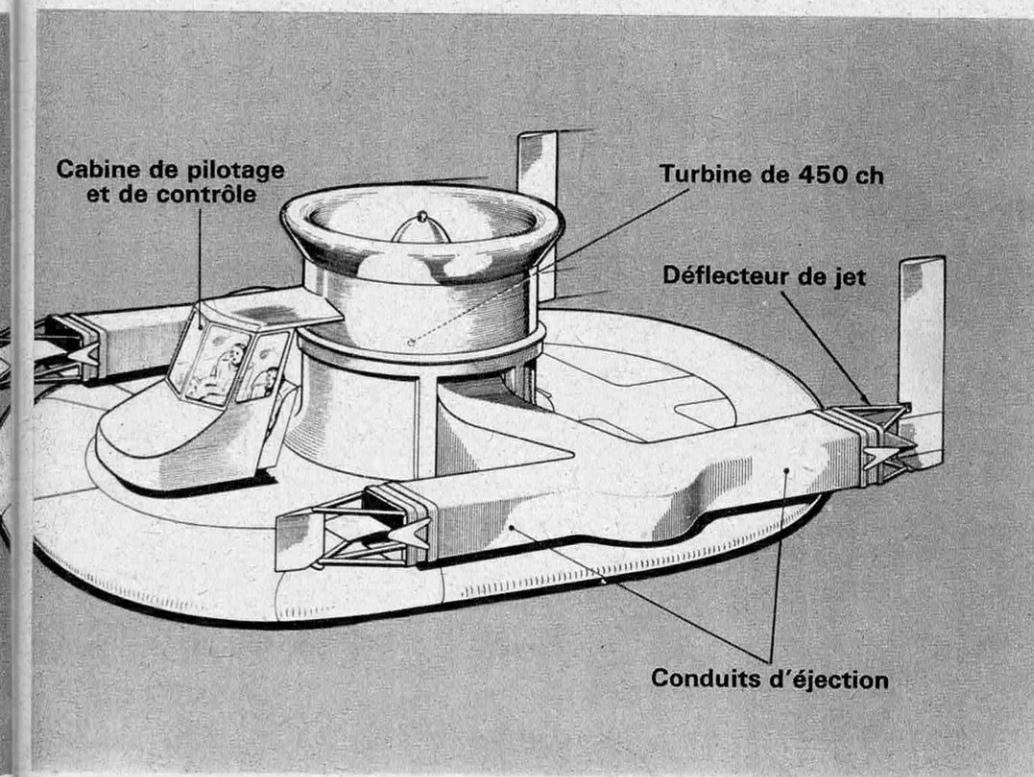
cule se déplaçant sur une masse d'air comprimé, adaptable sans modification à la nature du milieu ou du terrain.

### Plusieurs formules

Il existe actuellement un nombre important de modèles répondant aux divers impératifs de l'usage prévu. Parmi les plus simples se trouve l'appareil à jet périphérique.

Dans ce système, une simple sortie annulaire évacue l'air devant constituer le « matelas porteur ». Depuis les premiers essais, une nette amélioration a été apportée en inclinant le jet vers l'intérieur pour l'aspirer une seconde fois et ainsi réaliser un circuit fermé, sans pertes excessives par échappement. Cette recirculation autorise alors des débits plus faibles, d'où une consommation moindre; une fois le matelas en pression, il suffit, en effet, de l'entretenir avec une puissance réduite.

Tout au début, et notamment sur le SRN-1 de Saunders-Roe, destiné principalement à l'évolution aquatique, la forme non profilée du disque limitait la vitesse à 15 nœuds (28 km/h). Le bourrage causé par les vagues à l'avant augmentant considérablement la résistance à l'avancement, il fallut avoir recours à des moteurs plus puissants. Sur le SRN-2, un carénage a éliminé partiellement cet inconvénient et il a



Premier prototype de la firme Saunders-Roe, le SR-N1 sert de banc d'essai mobile pour étudier les possibilités du coussin d'air. Vitesse maximale : environ 45 km/h.

été possible d'atteindre 50 nœuds (93 km/h).

Dans les appareils à jet plein et à parois rigides, le matelas d'air est obtenu en soufflant sur toute la surface du « plancher ». Il est indispensable, dans cette méthode, de renouveler constamment l'air qui s'échappe vers l'extérieur, ou bien d'isoler le coussin à l'aide de « jupes » ou barrières rigides qui descendent très près du sol. L'emploi de cette dernière formule est exclu en terrain accidenté, en dehors des pistes spécialement conçues à cet effet, et l'application en est essentiellement maritime, limitée à des parcours où les vagues peu importantes ne risquent pas d'occasionner de désagréables et dangereux « coups de bélier ».

Les déplacements sont néanmoins possibles sur un milieu solide non aménagé en employant un système de barrières non plus rigides mais élastiques pour suivre la forme du relief.

Le coussin d'air est emprisonné dans un réseau de lamelles déformables ceinturant la surface inférieure de l'engin. Celui-ci peut alors évoluer à près de 65 km/h en se jouant des inégalités du sol.

Les appareils à rideau d'air diffèrent des précédents en ce que la barrière rigide a été remplacée ici par un rideau aérodynamique. Deux systèmes ont été étudiés :

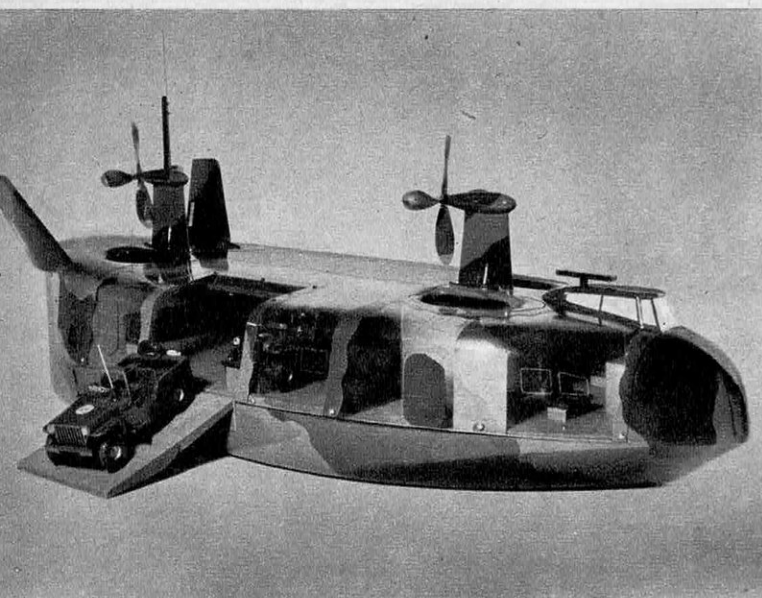
— A double effet : La limitation et la mise en pression de la masse d'air est obtenue par le

même moteur, un prélèvement d'air sur la veine principale étant réparti sur le pourtour du disque afin de constituer le rideau.

— Autonome : Une ou plusieurs soufflantes assurent le gonflement du matelas tandis que son isolement est confié à un autre jet créé par un circuit secondaire.

Il existe d'autres types de ces véhicules révolutionnaires (à rideau hydraulique, à jet oblique, à jet fractionné, etc.) mais qui ne sont que des variantes de la conception primitive, et nous ne citerons qu'une réalisation remarquable en cette matière, le Terraplane, appareil expérimental français construit par la Société Bertin. Huit jupes souples indépendantes maintenant le matelas d'air presque jusqu'au sol lui assurent une grande stabilité et une suspension très souple. Cette solution a permis de dissocier la hauteur de travail de celle des obstacles franchis qui sont contournés en hauteur. Chaque pneumatique s'efface successivement pendant que la plateforme est supportée par ceux qui restent à distance normale du sol, (un peu comme une chenillette) et c'est en quelque sorte, un « char aérodynamique » très maniable que le conducteur pilote à la manière d'un avion à l'aide d'un manche à balai et d'un palonnier qui assurent l'avancement, la direction et la rotation de l'appareil, par inclinaison des jupes montées sur rotules.

## l'effet de sol



Une application militaire possible : le SR-N3 (en projet). Le document montre comment les techniciens de Saunders-Roe comptent résoudre les impératifs du transport de troupe et de matériel.

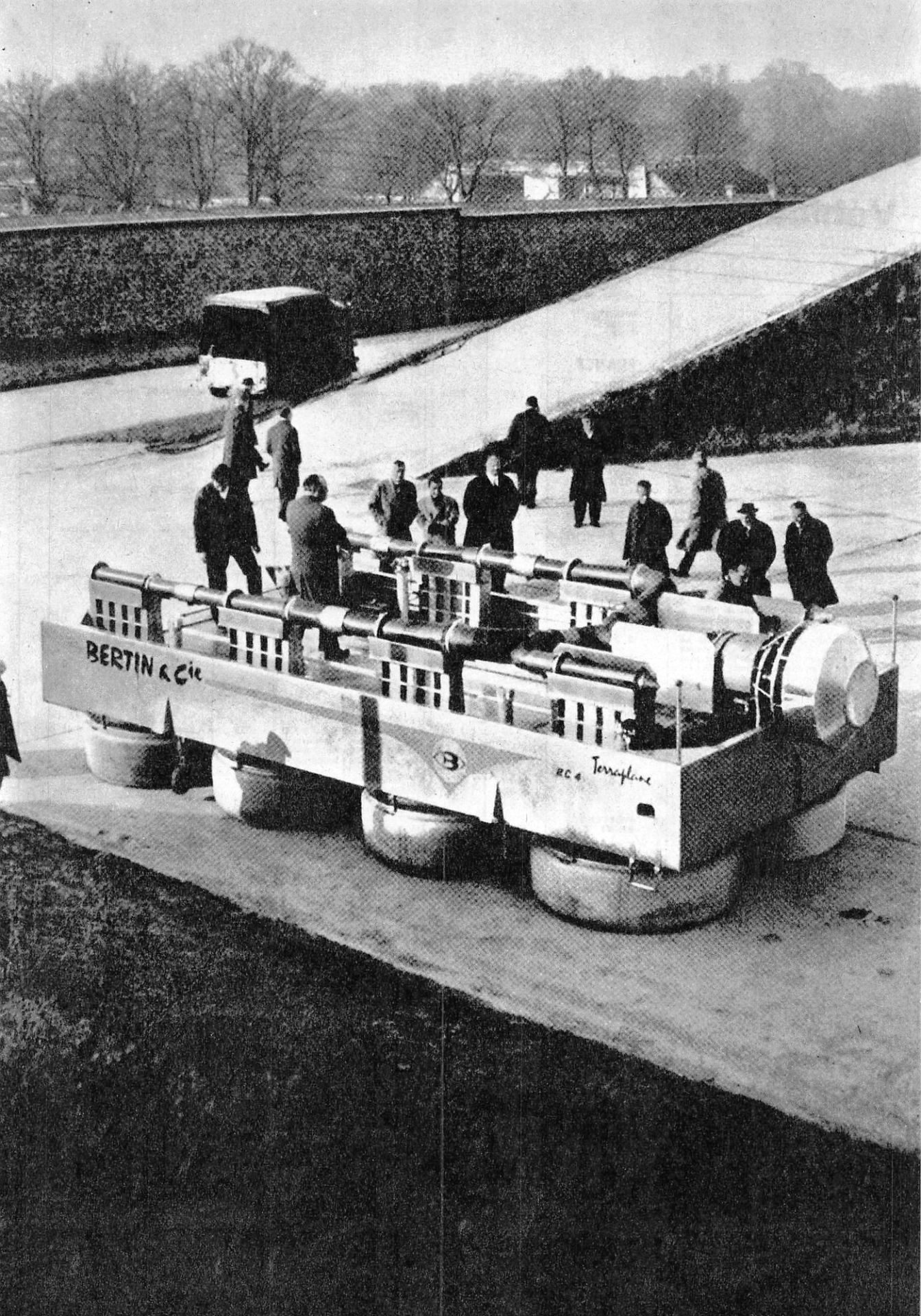


CONSTRUC- TEUR ET TYPE	LON- GUEUR (m)	POIDS EN CHARGE (kg)	MOTEURS
<b>AUSTRALIE</b>			
<b>BON AIR Scooter</b>	3,05	175	2 moteurs légers pour sustentation et 1 moteur pour propulsion, 9 ch au total.
<b>Warana</b>	7,77	1 300	2 moteurs Porsche pour sustentation, 1 pour propulsion.
<b>ÉTATS-UNIS</b>			
<b>AERONU- TRONIC FMC-ACV-1</b>	6,40	3 175	2 moteurs Continental de 310 ch.
<b>BELL Hydroskimmer</b>	5,50	1 200	1 moteur de sustentation, 1 moteur hors-bord Mercury pour propulsion.
<b>SKMR-1</b>	20	20 000	4 turbines à arbre Solar Saturn de 1 080 ch.
—	8,25	2 540	1 moteur de 350 ch pour sustentation, 1 moteur de 180 ch pour propulsion.
<b>BERTELSEN Aeromobile A-200-1</b>	4,90	1 225	1 moteur Franklin 6VA de 200 ch.
<b>Arcopter G-EM-1</b>	4,25	410	1 moteur Continental A 65 de 65 ch.
<b>HUGHES Hydrostreak</b>	6,40	2 000	1 moteur Mercury de 80 ch pour sustentation et 2 autres pour propulsion.
<b>NATIONAL RESEARCH ASSOCIATES GEM-1</b>	4,25	545	2 moteurs Triumph de 40 ch.
<b>GEM-3</b>	6,70	835	2 turbines à arbre Solar Titan de 80 ch.
<b>Aqua-GEM</b>	8,50	1 450	2 moteurs Westbend de 40 ch.
<b>Air Carrier</b>	9,15	770	1 moteur de 40 ch pour sustentation et 1 moteur de 80 ch pour propulsion.
<b>Flying Saucer</b>	2,45 (diamètre)	135	1 moteur Lawson de 5 ch.
<b>PRINCETON X-3B Flying Saucer</b>	6,10 (diamètre)	725	1 moteur Lycoming VO-360 de 180 ch pour sustentation.
<b>X-4 Air Scooter</b>	2,75 (diamètre)	170	1 moteur Yamaha de 15 ch.
<b>WEILAND GEM-2</b>	9,15	6 800	2 moteurs Ford de 270 ch avec complément de propulsion par 2 moteurs Lycoming O-320 de 150 ch.
<b>Everglade</b>		1 815	1 moteur Lycoming de 160 ch pour sustentation et 1 autre pour propulsion.

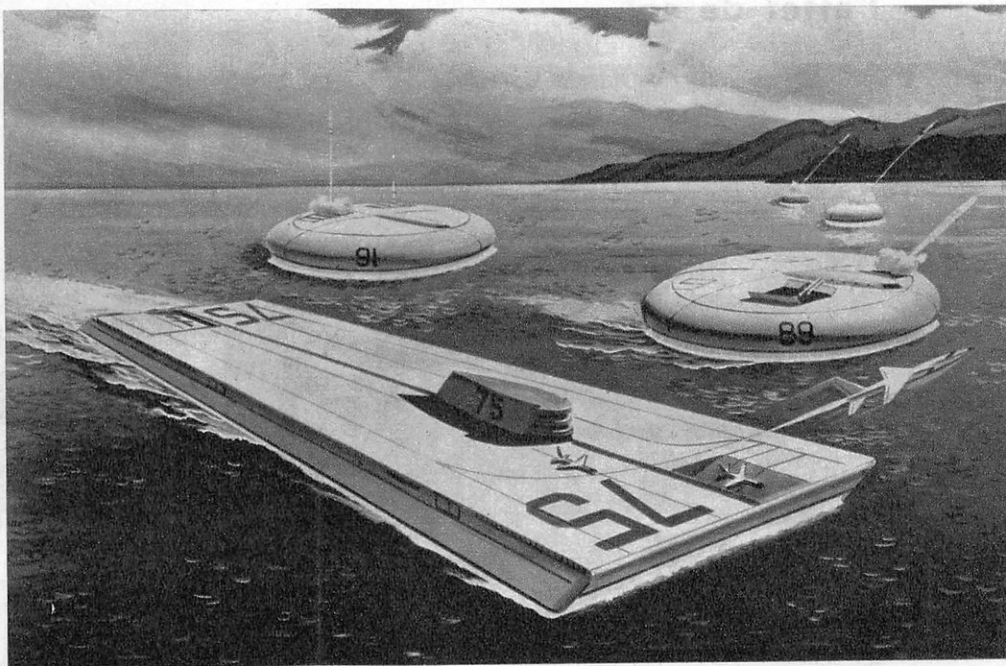
De son côté, la Société Vickers ne reste pas inactive. Avec son VA-3, elle montre (de façon indiscutable) que l'appareil à effet de sol est aussi maniable qu'une voiture. Une turbine de 425 ch suffit pour 110 km/h.

# Véhicules à coussin d'air

VITESSE MAX. (km/h)	OBSERVATIONS	CONSTRUC-TEUR ET TYPE	LON-GUEUR (m)	POIDS EN CHARGE (kg)	MOTEURS	VITESSE MAX. (km/h)	OBSERVATIONS
60	Expérimental. Monoplace.	<b>WOODS-WOLFE</b> <b>N° 3</b>	4	215	1 moteur McCulloch de 72 ch.		Expérimental.
95	Prototype. 8 passagers.	<b>FRANCE</b> <b>BERTIN</b> <b>BC-4 Terra-plane</b>	7,80	3 500	1 turboréacteur Turboméca Marboré II de 400 kg de poussée.		Expérimental. Charge utile 1 500 kg.
65	Amphibie expérimental. Expérimental. Aquatique.	<b>GRANDE-BRETAGNE</b> <b>AIR CUSHION DEVELOPMENT ACD.</b>	7,60	5 900	1 moteur De Havilland Gipsy Queen de 240 ch.		Expérimental. Aquatique.
130	Prototype en construction pour l'U.S. Navy.	<b>BRITTEN-NORMAN</b> <b>CC-2 Cushion-craft</b>	9,15	2 725	1 moteur Rolls-Royce LV8 8 cylindres en V de 250 ch.	80	Prototype. Amphibie. 10 places.
112	Prototype en construction pour l'administration du port de New York. 5 places.	<b>DENNY</b> <b>HOVERCRAFT D. 1</b>	20,10	5 080	2 moteurs Excelsior Seafarer III de 25 ch pour sustentation, 2 moteurs hors-bord Mercury 500 de 50 ch pour propulsion	37	Prototype expérimental. Aquatique.
95	Amphibie expérimental. 4 places. La version A-200-2 monoplace, longueur 5,18 m, pèse en charge 860 kg.	<b>D. 2</b>	25,30	25 000	4 moteurs Diesel Caterpillar de 200 ch.	45	Développement du précédent pour 70 passagers. Charge utile 6 000 kg.
80	Amphibie expérimental monoplace. La version GEM-2 biplace avec moteur Lycoming 0-235 de 115 ch pèse 635 kg en charge et atteint 120 km/h. La version GEM-3 avec moteur Lycoming 0-360 de 180 ch, 4 places, a 7,30 m de long, pèsera 1 135 kg et atteindra 145 km/h.	<b>ENGLISH ELECTRIC</b> <b>Overdraft</b>	1,52 (diamètre)		1 moteur de 500 cm <sup>3</sup>		Monoplace construit par les apprentis de l'usine de Hitchin.
45	Expérimental pour l'U.S. Navy.	<b>VICKERS-ARM-STRONGS</b> <b>VA-2</b>	9,25	2 720	2 moteurs Continental 0-300 de 133 ch pour sustentation, 1 moteur Continental 0-470 de 230 ch pour propulsion.	75	Aquatique. 5 places. Double commande.
60	Expérimental pour l'U.S. Navy et l'U.S. Army.	<b>VA-3</b>	16,70	13 000	2 turbines à arbre Bristol Siddeley Turbo de 425 ch pour sustentation et 2 autres pour propulsion.	115	Développement du précédent pour 24 passagers.
48	Développement du précédent.	<b>WESTLAND</b> <b>SR-N1</b>	12,50	7 000	1 moteur Alvis Leonides de 435 ch.		Expérimental. Aquatique. Équipé par la suite d'un turboréacteur Turboméca Marboré, puis Bristol Siddeley Viper pour améliorer la propulsion (115 km/h). Peut emporter 20 passagers.
55	Expérimental. Aquatique. 6 places.	<b>SR-N2</b>	20	27 000	4 turbines à arbre Bristol Siddeley Nimbus de 815 ch.	130	Développement du précédent pour 66-76 passagers ou 8 t de fret. La version Mk-2 pèsera 37 t (88-150 passagers ou 12 t de fret) et atteindra 137 km-h avec 4 turbines à arbre Gnome de 885 ch.
80	Expérimental. Versions en projet pour 4 et 9 passagers. Pour parcs d'amusement. 1 à 2 places. Expérimental.	<b>SUÈDE</b> <b>SAAB</b> <b>401</b>	7,30	1 650	1 moteur Lycoming 0-360 de 180 ch.	75	Amphibie expérimental. 2-4 places.
33	Expérimental.	<b>URSS</b> <b>Raduga</b>	9,75		2 moteurs.	120	Prototype pour 5 passagers.
70	Expérimental pour l'U.S. Navy.		17	12 000	2 moteurs de 220 ch pour sustentation, 1 autre pour propulsion.	50	Prototype pour 40 passagers. Aquatique.
120	Expérimental. Aquatique.						



Vue futuriste de plates-formes de lancement mobiles d'engins et de porte-avions indifférents au roulis. Autre avantage: la grande rapidité des manœuvres.



### Comment freine-t-on ?

Cette question que l'on se pose avec juste raison, puisqu'il n'existe aucun contact de l'appareil avec le sol, a été résolue de façon simple : que le propulseur soit un moteur à pistons, un turboréacteur ou une tuyère, il suffit d'inverser le pas de l'hélice ou de défléchir le jet dans le sens opposé à la marche, en créant ainsi une contre-poussée.

Le même principe est généralement employé pour diriger l'appareil par orientation du propulseur ou par déviation de la veine gazeuse, en plus des stabilisateurs, dérives et gouvernes aérodynamiques comme pour un avion.

La conduite est cependant encore délicate et demande une certaine adaptation du pilote qui ne retrouve aucune commande classique. Ce n'est pas une voiture; il n'y a pas de volant, pas de pédales d'embrayage et de frein; les commandes sont celles d'un avion mais elles ne répondent pas de la même manière.

Néanmoins, il est possible de rivaliser avec n'importe quel engin terrestre ou marin, tant en rapidité qu'en précision, et de le surclasser sur des parcours difficiles.

### Les possibilités de l'effet du sol

Cet engin hybride a beaucoup de difficulté à se faire admettre dans le domaine de la locomotion

classique. D'inévitables imperfections lui ont été reprochées. Il est assez bruyant, surtout au démarrage; sensible au vent de travers et limité dans son emploi puisqu'il ne peut franchir une réseau serré d'arbres ou un obstacle trop important. Son utilité est pourtant bien réelle.

A l'aise aussi bien dans les campagnes, à travers champs, que sur un plan d'eau même peu profonde, là où une embarcation s'échouerait inmanquablement, il peut transporter des passagers ou du fret lourd sur un marécage ou un terrain bourbeux, où une voiture serait absolument impuissante.

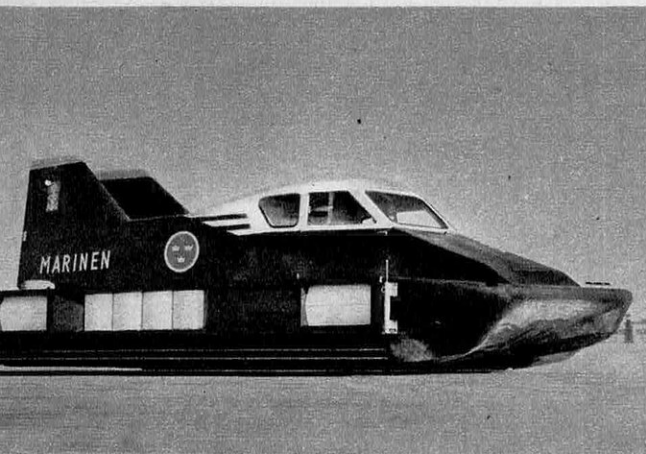
Seul l'avion garde l'avantage de la rapidité mais il ne peut, bien entendu, se poser n'importe où.

Sa suspension pneumatique, la plus efficace qu'il soit possible de réaliser, lui confère une souplesse inégalable et une grande longévité (absence de vibrations et de frottement). De plus, il est auto-stable puisque une élévation dissymétrique par rapport à l'axe du plateau entraîne automatiquement une augmentation des fuites d'air, donc une diminution locale de la portance, et l'appareil est ramené parallèlement au sol.

### Une propulsion économique

La rentabilité est directement fonction du rapport de la charge utile au poids total, qui

## **l'effet de sol**



est de l'ordre de 40 à 45 % pour l'appareil à effet de sol, alors que cette valeur est d'environ 15 % pour l'avion et descend à 5 % pour le paquebot.

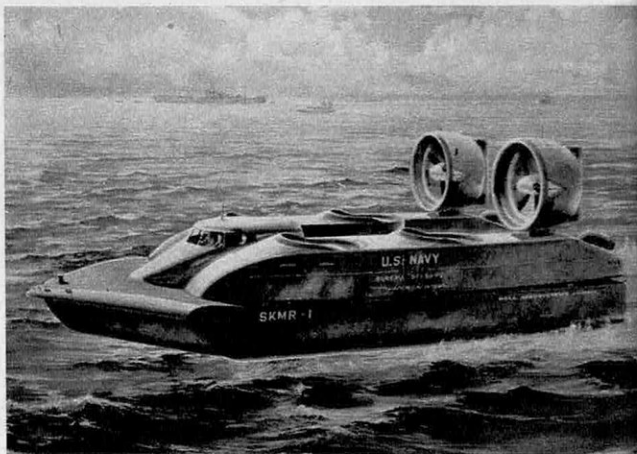
D'autre part, il faut considérer que plus la surface de sustentation est grande, moins les pertes relatives par échappement d'air sont importantes, donc meilleur est le rendement. Un glisseur de 100 tonnes et de 25 mètres de longueur, transportant 400 passagers à 150 km/h entre Calais et Douvres, par exemple, effectuerait le même travail qu'un ferry-boat, beaucoup plus rapidement et d'une manière moins onéreuse, sans faire ressentir aux passagers les effets désagréables du roulis.

### **Applications militaires**

Pendant les opérations militaires, un handicap sérieux est à craindre : celui de voir la route morcelée par les éclats d'obus et de bombes, ou la piste se transformer en bournier où le classique transport de troupes risque à chaque instant de s'enliser. Le coussin d'air apporte une solution adéquate à ce problème, car il peut supporter des charges considérables sans contact avec le sol.

Transformé en engin de débarquement, l'appareil à effet de sol peut emporter une équipe de fantassins ou un commando, atteindre la côte en un temps record et faire franchir la zone dangereuse de la plage aux soldats abrités par les parois du véhicule.

Une autre application possible est à l'étude aux U.S.A. : un char amphibie à coussin d'air équipé de canons et de mitrailleuses, constituant un redoutable engin d'assaut. Beaucoup



plus mobile que les chars à chenillettes, il serait susceptible, en outre, de servir de moyen de liaison entre la marine et les forces terrestres.

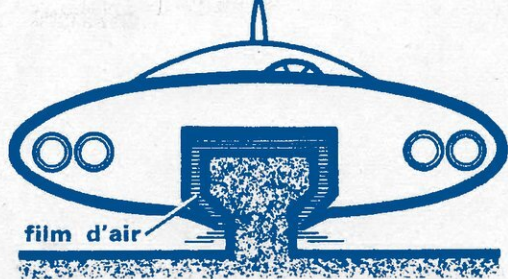
Enfin, il faut envisager l'emploi futur des aéroglisseurs-cargos pour le transport de plusieurs appareils du même type mais de dimensions réduites et à rayon d'action limité, quittant leur « vaisseau-mère » pour une opération rapide.

### **Vers les grandes vitesses**

Il est, bien sûr, impensable de concevoir des appareils ultra-rapides se déplaçant à des vitesses de 300 km/h ou plus dans une cité ou même sur les routes. Par contre le guidage par rail permet d'envisager favorablement l'éventualité de telles prouesses.

Aux U.S.A., Ford a étudié et construit le prototype d'un modèle destiné aux liaisons rapides pour passagers. Un monorail absolument lisse, aux courbes peu accentuées, assurerait le guidage de station en station et le coussin, qui doit être relativement important dans le cas d'un engin tout-terrain, serait réduit à un mince film d'air comprimé entre la base du véhicule et le rail de guidage.

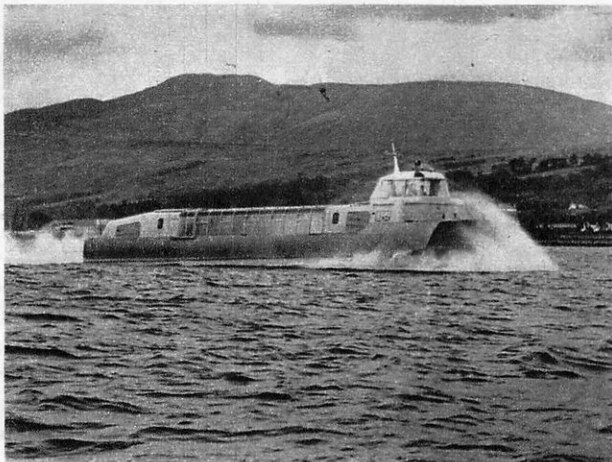
En France, une version pour voyages à grande distance est en projet chez la Société Bertin. Le principe de base est le même : rail directionnel et film d'air comprimé ; propulsion assurée par des moteurs à hélice ou des turbines. 50 à 60 passagers pourront y prendre place et voyager confortablement en l'absence de vibration et de bruit. La vitesse prévue est de 300 à 400 km/h. Peut-être l'autorail sera-t-il détrôné par le véhicule à coussin d'air.



▲ Projet de véhicule à film d'air guidé par un monorail à grande vitesse. Cet appareil serait susceptible de servir de métro, de taxi ou de train, suivant les dimensions.

▼ Trois appareils destinés à évoluer sur l'eau. De gauche à droite: Le Saab 401 (suédois), le SKMR-1 Hydroskimmer (Bell, U.S.A.) et le Denny D 2 anglais.

Après les réalisations importantes, de plus modestes, pour un nombre de passagers réduit. En bas: Un appareil mixte à roues rétractables et un monoplace.



Quoi qu'il en soit, la tendance est à la vitesse et au confort et il n'est pas exclu que dans quelques années ces pseudo-avions atteignent Mach 0,7 ou 0,8.

## L'avenir du coussin d'air

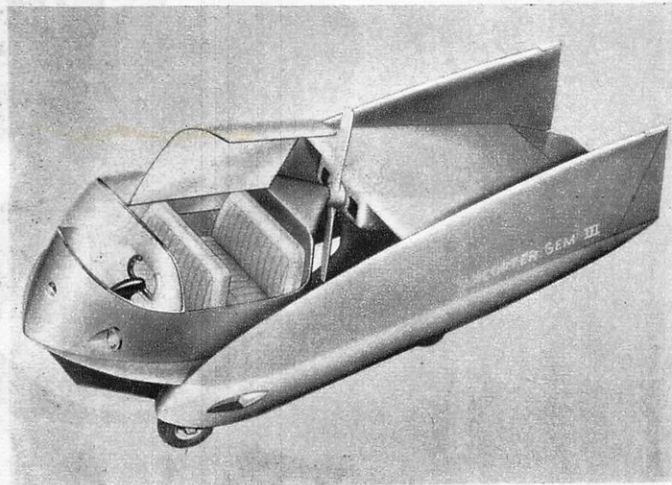
Il n'y a eu jusqu'ici que peu de tentatives d'organiser des exploitations régulières avec les appareils à effet de sol. Cependant, en Angleterre le SRN-2 Hovercraft a effectué un service régulier, en août 1962, entre l'Île de Wight et Southsea; l'engin pesait en charge 27 tonnes et pouvait emporter 66 passagers ou 8 tonnes de fret à 130 km/h. Une version plus puissante, pesant plus de 37 tonnes et pouvant recevoir jusqu'à 150 passagers ou 12 tonnes de fret divers est actuellement en construction.

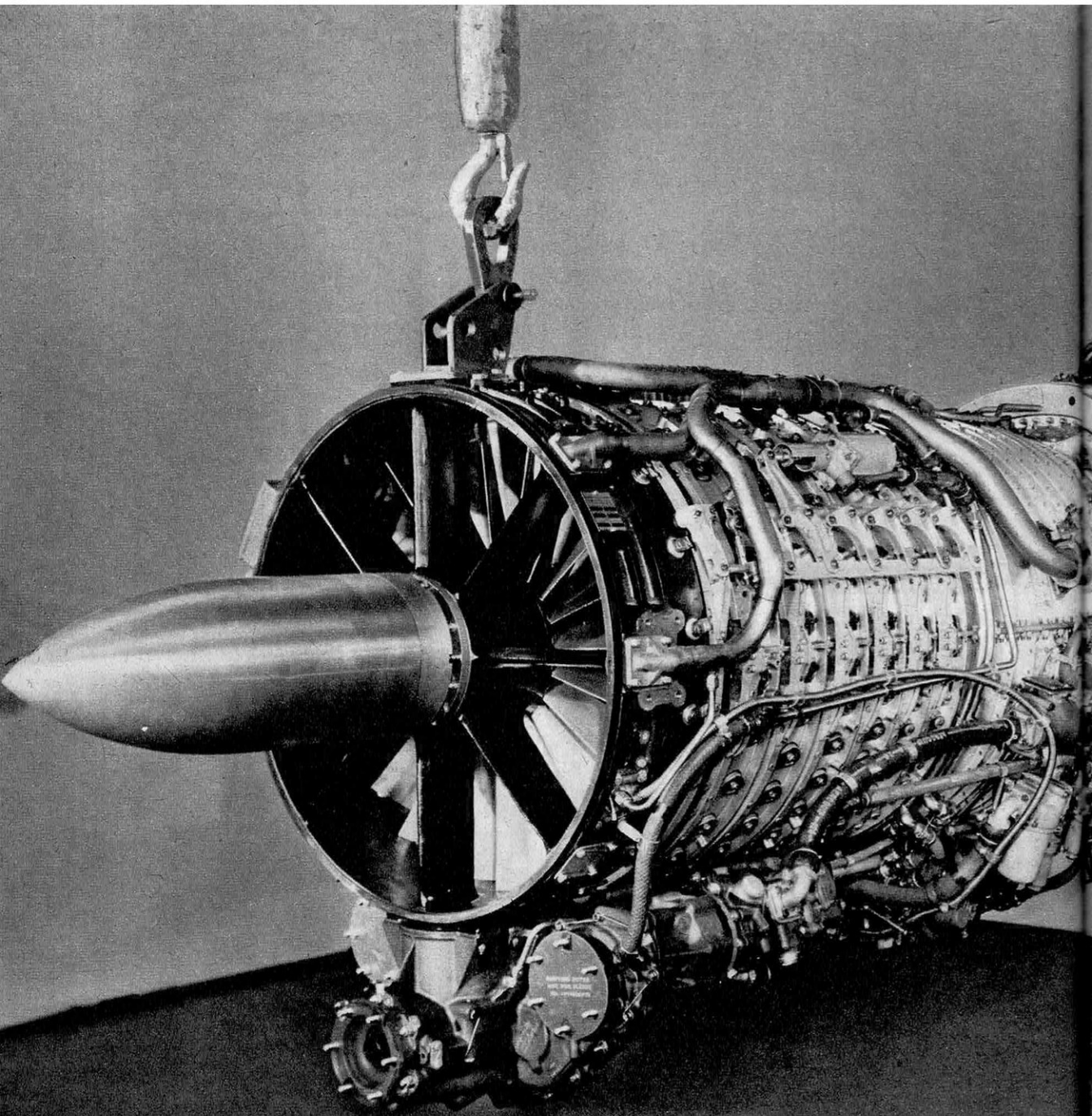
Toujours en Grande-Bretagne, pendant huit semaines de l'été 1962, un Vickers VA-3 a assuré la traversée régulière de l'estuaire de la rivière Dee, entre le Cheshire et le Pays de Galles, couvrant 6 500 km et transportant 3 765 passagers.

On voit que le stade de l'expérimentation pourrait être bientôt dépassé et que la perspective d'établissement de lignes de transport est à considérer très sérieusement. On songe déjà à établir une liaison régulière entre l'Angleterre et la France avec des appareils de fort tonnage.

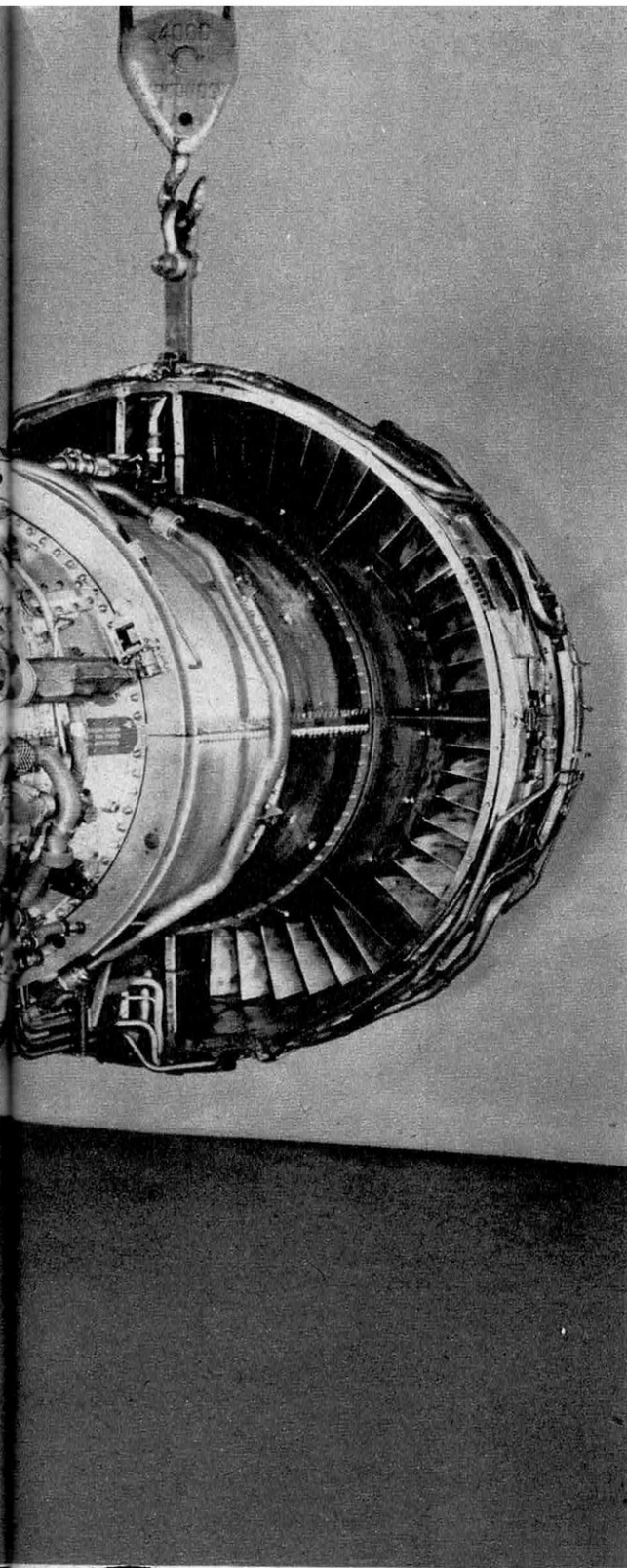
Peut-être verrons-nous dans quelques années de véritables monstres de 500 ou 600 tonnes évoluer légèrement au dessus de la mer, se poser près de la côte pour débarquer leur cargaison de fret, de véhicules et de passagers, puis repartir à vive allure sans le souci des manœuvres d'appareillage.

**G. VENTURINI**





# LES M

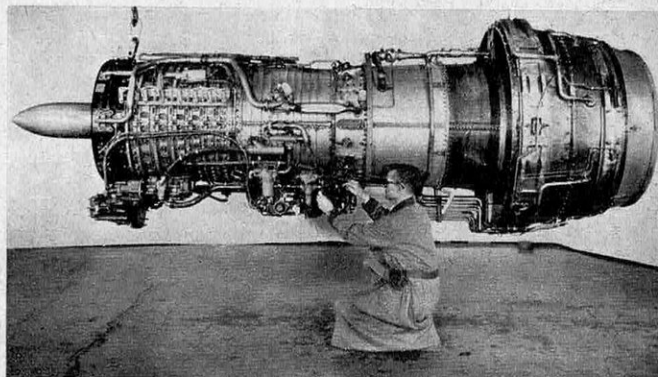


**L**a propulsion classique par turboréacteur ou turbopropulseur a peu évolué au cours des deux dernières années, sauf dans quelques domaines particuliers : propulsion des avions de transports supersoniques et des avions à décollage vertical. Pour le reste, on doit surtout noter une tendance vers une meilleure consommation spécifique et une légèreté accrue.

Parmi les turbopropulseurs, citons le General Electric T64 qui consomme 222 g/ch.h, et surtout le Rolls-Royce « Tyne » qui descend à 180 g/ch.h pour une puissance de 4 785 ch. Ce turbopropulseur, un des plus puissants en cours de fabrication, pourrait être poussé jusqu'à 9 500 ch dans une version améliorée, éventuellement disponible vers 1968.

Pour les turboréacteurs, c'est évidemment dans le domaine des « double-flux » que s'enregistrent les plus faibles consommations. Pour une poussée de 4 468 kg, le récent Rolls-Royce « Spey » destiné au De Havilland Trident et au One-Eleven de la British Aircraft Corporation, consomme seulement 0,545 kg par kg de poussée et par heure, contre 0,80 à 0,90 pour les turboréacteurs classiques. Mentionnons encore le Pratt et Whitney JT-3-D et le General Electric CJ-805-23 qui dépassent de peu 0,53 kg/kg/h. Le premier équipe certaines versions du Boeing 707 intercontinental et le second doit équiper une version de la Caravelle.

Le CJ-805-23 de General Electric, version à double flux (soufflante arrière) du réacteur J79, équipe le Convair 990 et la Caravelle Super A.

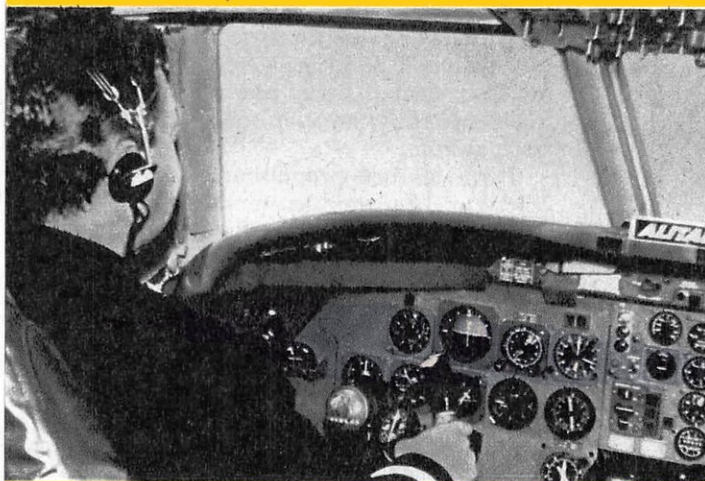


# MOTEURS

# Breitling time

pour l'avion

pour le pilote



Breitling se manifeste dans le monde comme le plus prestigieux producteur d'instruments chronométriques pour l'aéronautique. L'industrie, certains gouvernements (dont celui des U.S.A.) et aujourd'hui la majorité des compagnies aériennes et des fabricants d'avions font confiance à la précision Breitling pour l'équipement des tableaux de bord de leurs appareils.

## **Navitimer le chronographe des cosmonautes**

chronographe exclusif, 17 rubis, doté des échelles logarithmiques d'un computer de navigation aérienne. Lunette tournante; compteur 12 heures; compteur 30 minutes; cadran lumineux. Acier inoxydable, plaqué or ou or 18 ct.

## **Pourquoi pas pour vous?**



## **TransOcean**

Version «civile» de la montre adoptée universellement par les pilotes professionnels. Complètement automatique, anti-choc, anti-magnétique, boîtier super-étanche. Acier, cadran or ou or 18 ct.

**Fournisseur attitré de l'aviation mondiale**

  
**BREITLING**

Breitling Watches - 6, place du Molard, Genève (Suisse)

## Le moteur civil supersonique

La réalisation d'un moteur pour avions de transport supersoniques pose un certain nombre de problèmes dus à ses caractéristiques d'emploi qui le rendent différent des moteurs militaires; les principaux concernent le bruit au décollage et la consommation spécifique. Nous ne considérerons ici que le turboréacteur, le seul moteur qui soit envisagé, du moins pour la première génération de ces avions. Pour réduire la consommation spécifique, on est amené à augmenter le rapport de compression, mais on est limité dans cette voie par l'augmentation concomitante du poids spécifique; pratiquement, la valeur optimale du rapport de compression est de l'ordre de 8.

Quant au bruit, des silencieux particulièrement efficaces devront être utilisés parallèlement à la mise en œuvre de techniques d'exploitation spéciales, comportant notamment le passage du mur du son à haute altitude.

Peu de renseignements sont encore disponibles sur les futurs moteurs civils supersoniques, en dehors de ceux du « Concorde » franco-britannique. Ces derniers seront des dérivés du Bristol Siddeley Olympus 22-R, qui prendra pour la circonstance la dénomination BS 593. Ces moteurs développeront (avec postcombustion) une poussée de plus de 9 tonnes; ils comporteront une entrée d'air à géométrie variable et un dispositif de postcombustion spécialement étudié pour la circonstance. Des matériaux très élaborés seront certainement employés afin de réduire le poids au minimum.

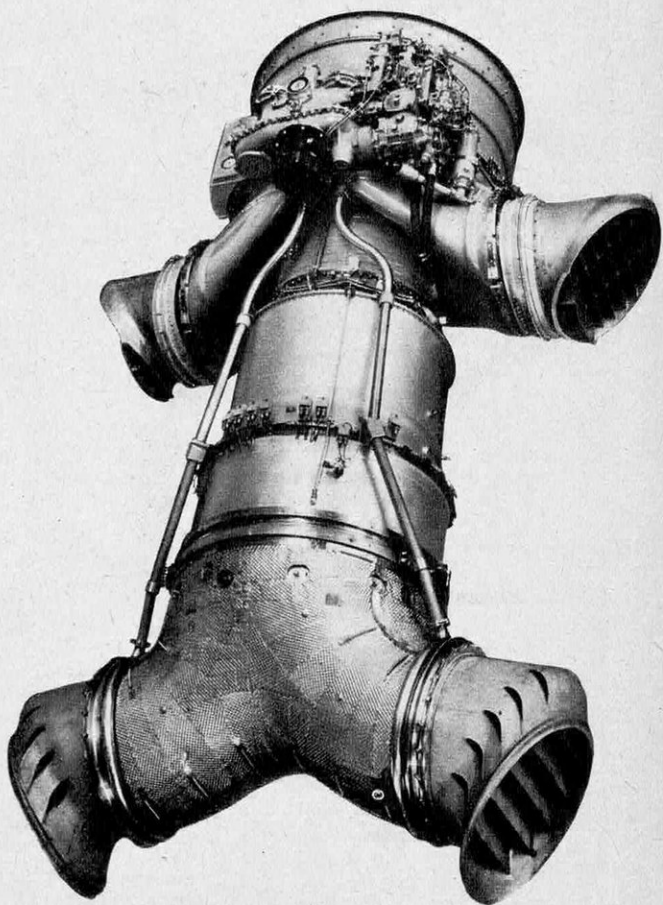
## Le moteur pour le vol vertical

Dans ce domaine, deux tendances s'affrontent : celle qui consiste à utiliser des moteurs différents pour le vol vertical et pour la propulsion en croisière, et celle des moteurs à tuyères orientables lancée par Bristol Siddeley sur des idées de l'ingénieur français Wibault.

Les moteurs de sustentation pure doivent être extrêmement légers. C'est ainsi que le RB-162 de Rolls-Royce, qui doit équiper le Mirage III-V, arrive à un rapport poussée/poids de 16/1 (poussée de 2 000 kg, poids de 120 kg). Ce résultat a été obtenu par l'utilisation de matériaux particuliers; par exemple, le carter et les aubes de compresseurs sont réalisés en matériau stratifié à base de fibre de verre, la roue de turbine étant en alliage au titane. En outre, on a simplifié au maximum les principes de construction, réduisant considérablement les accessoires. Tout ceci tient

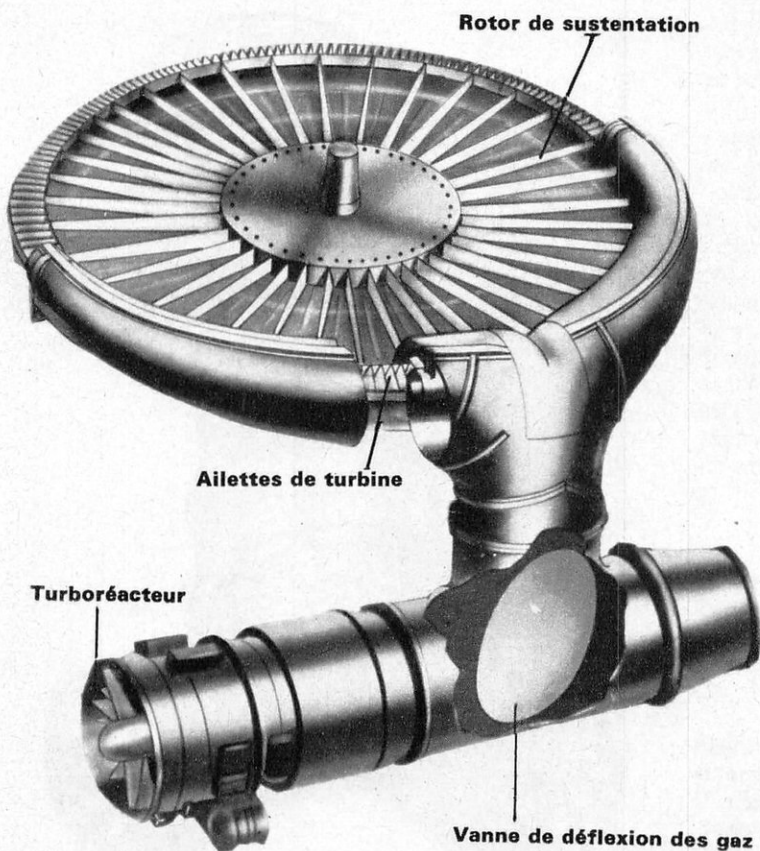
d'ailleurs à ce que les réacteurs de sustentation n'ont qu'une poussée faible et ne fonctionnent qu'une courte partie du temps de vol; parallèlement, d'ailleurs, on peut leur consentir une consommation spécifique plus élevée qu'aux moteurs de croisière.

Rolls-Royce a développé d'une façon relativement profonde l'étude de ces moteurs de sustentation pour lesquels il est pratiquement sans concurrent. Outre le RB-162, dont il est d'ailleurs prévu un dérivé à plus forte poussée, on note encore les RB-108 et RB-145 de 920 et 1 250 kg de poussée respectivement. De son côté, Bristol Siddeley a développé un moteur à double flux, le BS-59 qui, bien qu'ayant un rapport poussée/poids légèrement plus faible que le RB-162 (15/1), possède une consom-



Le BS-53 Pegasus, double-flux dérivé du réacteur Orpheus, avec tuyères orientables pour le décollage vertical ou le vol de croisière.

## les moteurs



Le turbosustentateur pour décollage vertical et propulsion en croisière réalisé par General Electric pour le Ryan XV-5A comporte deux éléments de base: un turboréacteur J 85 (poussée 1 135 kg) et un rotor de sustentation de grand diamètre. Pour le vol vertical, une vanne dirige les gaz du réacteur sur les ailettes du rotor qui fournit alors 3 370 kg de poussée verticale.

CONSTRUCTEUR ET TYPE	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COM- BUSTION	TUR- BINE	POUSSEE (kg) PUISSANCE (ch)
<b>ALLEMAGNE FÉDÉRALE</b>				
<b>BMW 6012</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	100 ch
<b>8026</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	46 kg
<b>DAIMLER-BENZ PTL 6</b>	axial 4 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	1 050 ch
<b>CANADA</b>				
<b>CANADIAN PRATT &amp; WHITNEY PT 6</b>	axial 3 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 1 étages	550 ch
<b>ÉTATS-UNIS</b>				
<b>AIRESEARCH Model 331</b>	centrifuge 2 étages	annulaire	3 étages	455
<b>ALLISON T 56-A-10</b>	axial 14 étages	annulaire 6 « cans »	4 étages	4 500
<b>T 63</b>	axial 6 étages + centrifuge 1 étage	1 chambre	2 + 2 étages	250 ch
<b>BOEING Model 502-10</b>	centrifuge 1 étage	2 chambres	1 + 1 étages	270 ch
<b>Model 520</b>	centrifuge 1 étage	2 chambres	1 + 1 étages	550 ch
<b>CONTINENTAL Model 217-5A</b>	axial 1 étage	annulaire	2 + 1 étages	525 ch
<b>Model 227-4</b>	axial 1 étage + centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 1 étages	250 ch
<b>GENERAL ELECTRIC J 79</b>	axial 17 étages	annulaire 10 « cans »	3 étages	7 170 kg
<b>J 85</b>	axial 8 étages	annulaire	2 étages	1 112 kg
<b>J 93</b>	—	—	—	—
<b>T 58</b>	axial 10 étages	annulaire	2 + 1 étages	1 250 ch
<b>T 64</b>	axial 14 étages	annulaire	2 + 2 étages	2 810 ch
<b>LYCOMING T 53</b>	axial 5 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 1 étages	1 150 ch

# Turboréacteurs et turbopropulseurs

(Voir pour la France page 28)

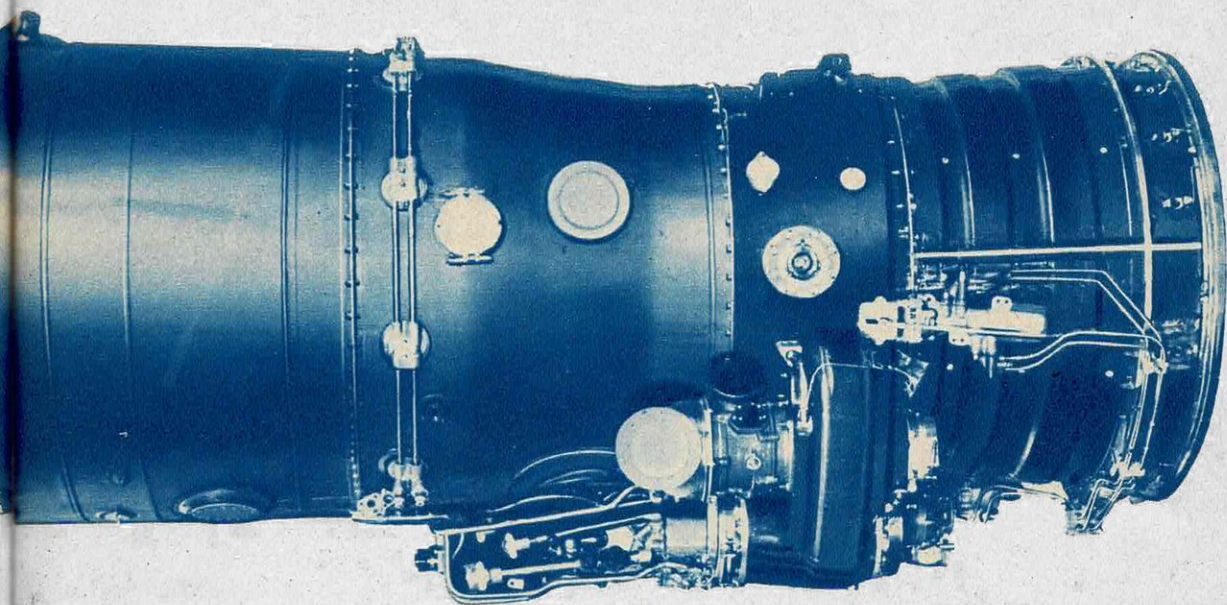
PODIS (kg)	OBSERVATIONS	CONSTRUCTEUR ET TYPE	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COMBUSTION	TURBINE	POUSSEE (kg) PUISSANCE (ch)	POIDS (kg)	OBSERVATIONS
		<b>T 55</b>	axial 7 étages + centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 2 étages	2 200 ch	260	Turbine libre pouvant être équipée en turbopropulseur. Equipe l'hélicoptère Boeing-Vertol Chinook.
45	Turbine à arbre pour avions légers et hélicoptères. Peut être équipée en turbogénérateur.	<b>PRATT ET WHITNEY J 52</b>	axial	annulaire avec « cans »	1 + 1 étages	3 855 kg		Turboréacteur deux-corps. Equipe Grumman A-6 Intruder, Douglas A-4EG Skyhawk et engin North American Hound Dog.
38	Turboréacteur léger dérivé du précédent pour avions-cibles, engins, planeurs motorisés.	<b>J 57</b>	axial 9 étages b.p. + 7 étages h.p.	annulaire 8 « cans »	1 + 2 étages	6 125 kg	1 922	Turboréacteur double-corps. Equipe Boeing B 52, C-135 et KC 135, VC-137, North American F-100, McDonnell F-101, Convair F-102, Douglas F-6A, Chance-Vought F-8, Douglas A-3 (postcombustion sur les chasseurs). La version civile JT3C-8 équipe Boeing 707-120 et Douglas DC-8 (domestique). La version double-flux JT3D des Boeing 720 B et Douglas DC-8 développe 8 175 kg et la version militaire TF-33-P-7 du Lockheed C-141 Starlifter 9 525 kg.
200	Turbine à gaz pouvant être équipée en turbopropulseur.	<b>J 58</b>	—	—	—	13 800 kg	—	Turboréacteur pour Mach 3 et haute altitude.
111	Turbine à gaz en versions turbopropulseur, turbine à arbre, etc. La turbine à arbre équipe les hélicoptères Hiller Ten 99 et Piasecki 16 H.	<b>J 60</b>	axial 9 étages	annulaire 8 « cans »	2 étages	1 360 kg	200	Turboréacteur. La version civile JT 12 équipe Lockheed JetStar, North American Sabreliner et des appareils non pilotés. La version avec postcombustion développe 1 825 kg.
91	Turbine à gaz légère pouvant être montée en turbine à arbre pour hélicoptères ou turbopropulseurs.	<b>J 75</b>	axial 8 étages b.p. + 7 étages h.p.	annulaire 8 « cans »	1 + 2 étages	11 125 kg	2 705	Turboréacteur double-corps avec postcombustion. Equipe Republic F-105 Thunderchief et General Dynamics F-106. La version civile JTA sans postcombustion, poids 2 300 kg, poussée 7 945 kg équipe Boeing 707 et Douglas DC-8 intercontinentaux.
845	Turbopropulseur. Equipe Lockheed Orion. Les versions précédentes équipaient les Lockheed C-130 Hercules et Grumman Hawkeye. La version civile 501 de 3 750 ch équipe le Lockheed Electra.	<b>JT 8D</b>	axial 4 étages b.p. + 7 étages h.p.	annulaire 9 « cans »	1 + 3 étages	6 350 kg	1 360	Turboréacteur double-corps et double-flux. Equipe Boeing 727, Caravelle Super B et Douglas DC-9.
62	Turbine à arbre légère pour hélicoptères et VTOL pouvant être équipée en turbopropulseur. Versions en préparation pour 290 et 350 ch.	<b>JFTD12</b>	axial 9 étages	annulaire 8 « cans »	2 + 2 étages	4 050 ch	400	Turbine à arbre pour hélicoptères. Equipera Sikorsky S-64 Skycrane.
145	Turbine à arbre pour hélicoptères légers sans pilote dont dérivent un turbocompresseur et un turboréacteur léger.	<b>JTFIO</b>	15 étages	annulaire 8 « cans »	4 étages	4 765 kg	960	Turboréacteur double-corps et double-flux. Equipera le chasseur VTOL Mirage III-V.
115	Turbine à arbre ou propulseur.	<b>SOLAR Titan</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	80 ch	28	Turbine à arbre pour hélicoptères monoplaces.
104	Turbine à arbre légère pour hélicoptères.	<b>GRANDE-BRETAGNE</b>						
60	Turbine à arbre légère.	<b>BRISTOL-SIDDELEY Viper II</b>	axial 7 étages	annulaire	1 étage	1 135 kg	250	Turboréacteur construit aussi en France (Dassault) et en Italie (Piaggio). La version Viper 20 de 1 360 kg de poussée équipera les avions d'affaires De Havilland 125 et Piaggio 808, et la version Viper 22 l'appareil d'entraînement Aermacchi 326.
1 581	Turboréacteur à stator du compresseur variable et à postcombustion, fabriqué aussi au Canada (Orenda), au Japon (Ishikawajima), en Allemagne (BMW), en Italie (Fiat) et en Belgique (F.N.). Equipe les Lockheed F-104 Starfighter, General Dynamics B-58 Hustler, North American A-5 Vigilante, McDonnell F-4, Phantom II. La version civile CJ-805 de 5 285 kg de poussée équipe le Convair 880. La version CJ 805-23B à double flux de 7 190 kg de poussée équipe le Convair 990 et la version 23 C de 7 300 kg de poussée équipera la Caravelle Super A.	<b>Orpheus 803</b>	axial 7 étages	annulaire 7 « cans »	1 étage	2 270 kg	379	Turboréacteur construit aussi en France (SNECMA), Allemagne fédérale (Klockner), Italie (Fiat), Inde (Hindustan). Equipe Folland Gnat, Fiat G 91, Versen B0r. 12 avec postcombustion simplifiée de 3 705 kg de poussée.
148	Turboréacteur léger pour engins et VTOL. La version GE-5 développe 1 750 kg avec postcombustion et la version GE-13 du Northrop Freedom Fighter 1852 kg avec postcombustion. Constitue l'élément de base du turbosustentateur X 353-5 pour le VTOL expérimental Ryan VX-5A. En dérive le double-flux basculant CF 700 pour VTOL développant 1 900 kg. La version CJ 610 développe 1 300 kg et équipe certains biréacteurs d'affaires.	<b>Sapphire 7</b>	axial 13 étages	annulaire	2 étages	4 990 kg	1 385	Turboréacteur construit aussi aux U.S.A. (Curtiss-Wright). Avec postcombustion développe 5 620 kg.
—	Turboréacteur léger à stator du compresseur variable en cours de développement pour Mach 3. Equipe North-American B-70 Valkyrie avec postcombustion (poussée 15 000 kg).	<b>Gyron Junior 10</b>	axial 7 étages	annulaire	3 étages	4 535 kg		Turboréacteur. Aubages du 1 <sup>er</sup> étage du stator du compresseur à incidence variable. La version 2 de 2 220 kg de poussée équipe le Blackburn Buccaneer. La version 10 développe avec postcombustion 6 350 kg au niveau de la mer et 9 000 kg à 11 000 m et Mach 2,5; équipe l'avion expérimental Bristol T.188.
130	Turbine à arbre légère pour hélicoptères pouvant être équipée en turbopropulseur. Fabriquée aussi en Grande-Bretagne (Bristol Siddeley Gnome). Equipe les hélicoptères Kaman Seasprite, Sikorsky S-61 et S-62, Boeing-Vertol 107.	<b>Olympus 801-12</b>	axial 6 étages b.p. + 7 étages h.p.	annulaire 10 « cans »	1 + 1 étages	6 125 kg	1 725	Turboréacteur double-corps construit aussi en Allemagne fédérale (Klockner). Equipe le bombardier Avro Vulcan (poussée 7 710 et 9 070 kg avec postcombustion). La version de 15 000 kg de poussée avec postcombustion pour Mach 2,5 équipera le BAC TSR-2.
392	Turbine à arbre pouvant être équipée en turbopropulseur. Equipe De Havilland Caribou, hélicoptère Sikorsky CH-53 A d'assaut.	<b>BS-53 Pegasus</b>	—	—	—	8 350 kg		Turboréacteur double-flux pour appareils à décollage vertical, tel le Hawker P.1 127, avec 4 tuyères d'éjection pivotantes. En dérive le BS-100 à postcombustion développant entre 15 000 et 18 000 kg destiné au Hawker P.1 154 et au Fokker-Republic Alliance.
220	Turbine à arbre pouvant être équipée en turbopropulseur. Equipe Bell Iroquois, Kaman Huskie.	<b>Proteus 765</b>	axial 12 étages + centrifuge 1 étage	8 chambres tubulaires	2 + 2 étages	4 400 ch	1 390	Turbopropulseur. Equipe le Bristol Britannia.
		<b>Thor</b>	—	—	—	9 000 kg à Mach 3		Statoréacteur. Equipe l'engin Bloodhound. En dérive le statoréacteur BSRJ-824 destiné à des engins à longue portée.

# turboréacteurs et turbopropulseurs (fin)

CONSTRUCTEUR ET TYPE	COMPRESSEUR	CHAMBRE DE COM- BUSTION	TUR- BINE	POUSSEE (kg) PUISSANCE (ch)	POIDS (kg)	OBSERVATIONS
<b>NAPIER</b> Gazelle	axial 11 étages	6 chambres tubulaires	2 + 1 étages	1 450 ch	375	Turbine libre pour hélicoptères. équipe Westland Wessex et Belvedere.
<b>ROLLS-ROYCE</b> Avon RA. 29	axial 16 étages	annulaire 8 « cans »	3 étages	5 170 kg	1 510	Turboréacteur. La série 200 à compres- seur à 15 étages, construite aussi en Bel- gique (FN) et en Suède (Svenska), équipe les English Electric Canberra, De Havilland Sea Vixen, Hawker Hunter et Vickers Valiant. La série 300 de 7 420 kg de poussée avec postcombustion équipe le Saab J35D Draken. Le RA-29 équipe les De Havilland Comet 4 et Sud-Aviation Caravelle III. Le RA-29-6 de 5 772 kg avec compresseur à 17 étages équipe la Caravelle VI-R.
<b>Conway RCo-12</b>	axial 7 étages b.p. + 9 étages h.p.	annulaire 10 « cans »	1 + 2 étages			Turboréacteur double-corps et double- flux. Equipe certaines versions des Boeing 707 et Douglas DC-8 (RCo-12), les Vickers VC-10 (RCo-42, 9 240 kg), Super VC-10 (RCo-43, 9 900 kg) et Handley Page Victor Mk 2 (RCo-17, 9 344 kg).
<b>RB. 108</b>	axial 8 étages	annulaire	2 étages	921 kg	122	Turboréacteur léger. Equipe le VTOL expé- rimental Short SC. 1 et le Dassault Balzac. En dérive le RB. 145 de 1 250 kg de poussée, 1 655 kg avec postcombustion.
<b>RB. 162</b>	axial 6 étages	annulaire	1 étage	2 000 kg	118	Turboréacteur ultra-léger en cours de développement. Equipera le chasseur VTOL Dassault Mirage III-V.
<b>RB. 163 Spey</b>	axial 4 étages b.p. + 12 étages h.p.	annulaire 10 « cans »	2 + 2 étages	4 468 kg	1 000	Turboréacteur double-corps à double flux. Equipera De Havilland Trident et BAC One-eleven. Versions RB. 163-2 de 4 722 kg de poussée. La version Spey Junior de 3 924 kg de poussée équipera le Fokker F. 28. La version militaire RB. 168 équipe le Blackburn Buccaneer.
<b>Dart RDa. 7/2</b>	centrifuge 2 étages	7 chambres	3 étages	2 020 ch	557	Turbopropulseur. Equipe Vickers Viscount, Bréguet Alizé, Fokker F. 27, Avro 748, Whitworth-Gloster 650 et 660 Argosy, Handley-Page Herald, Grumman Gulf- stream, NAMCYS II. Versions nom- breuses jusqu'à 3 245 ch (R Da. 12).
<b>Tyne RTy-20</b>	axial 6 étages b.p. + 9 étages h.p.	annulaire 10 « cans »	1 + 3 étages	5 855 ch	1 085	Turbopropulseur deux-corps construit aussi en France (Hispano), en Allemagne (M.A.N.) et en Belgique (F.N.). Equipe les Vickers Vanguard, Canadair CL-44, Short Belfast, Bréguet Atlantic, Transall C-160.
<b>ROVER</b> T. P. 90	centrifuge 1 étage	1 chambre	1 étage	110 ch	90	Turbopropulseur léger dérivant d'une tur- bine à gaz pour auxiliaires.
<b>ITALIE</b> <b>FIAT</b> 4002	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	325 kg	85	Turboréacteur.
<b>4700</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	1 + 1 étages	610 ch	152	Turbine libre montée en turbogénérateur pour hélicoptères.
<b>4004</b>	centrifuge 1 étage	annulaire	1 étage	270 kg	90	Turboréacteur apparenté au précédent.
<b>JAPON</b> <b>ISHIKAWAJIMA</b> J3-3	axial 8 étages	annulaire	1 étage	1 200 kg	370	Turboréacteur. Version dérivée J3-F double-flux, poussée 1 700 kg.
<b>POLOGNE</b> <b>OKL</b>	axial 7 étages	annulaire	1 étage	900 kg		Turboréacteur.
<b>SUÈDE</b> <b>SVENSKA</b> <b>FLYGMATOR</b> RR2	—	—	—	1 225 kg à Mach 2,2	43	Statoréacteur.
<b>U.R.S.S.</b> <b>IVCHENKO</b> AI-20	axial 10 étages	annulaire	3 étages	4 015 ch		Turbopropulseur. Equipe Antonov An-10 et Ilyushin Il-18.
<b>AI-24</b>	—	—	—	2 500 ch		Turbopropulseur. Equipe Antonov An-24
<b>KLIMOV</b> VK-1A	centrifuge 1 étage	9 chambres	1 étage	3 450 kg	950	Turboréacteur avec postcombustion. Equipe MIG-17.
<b>VK-5</b>	—	—	—	4 000 kg		Turboréacteur avec postcombustion. Equipe MIG-19 et Yak 25.
<b>KUZNETSOV</b> NK-12M	axial 14 étages	annulaire avec « cans »	5 étages	12 500 ch	2 300	Turbopropulseur le plus puissant du monde. Equipe le bombardier Tupolev Tu-20 et sa version civile Tu-114.
<b>MIKULIN</b> M-209	axial 8 étages	annulaire avec « cans »	2 étages	9 300 kg	2 500	Turboréacteur. Equipe le bombardier Tu-16. La version civile AM-3M (8 700 kg) équipe le Tupolev 104.
<b>SOLOVIEV</b> TB-2BM	—	—	—	4 635 ch		Turbine à arbre pour hélicoptères. Equipe Mi-6.



Le Rolls-Royce Spey du Trident et du One-Eleven



mation spécifique meilleure; sa poussée atteindrait 3 630 kg.

L'autre classe de moteurs, celle à tuyères orientables, est uniquement représentée à l'heure actuelle par le Bristol Siddeley BS-53, et par son dérivé le BS-100 de poussée plus élevée. Ces moteurs sont munis de quatre tuyères d'échappement, deux à l'avant et deux à l'arrière. En combinant les orientations de ces quatre tuyères, on obtient un vecteur-poussée orientable dans la direction que l'on désire. Les moteurs sont à double flux, et c'est le flux secondaire non brûlé qui est éjecté par les buses avant, alors que le flux principal est éjecté par les buses arrières. Cet artifice permet de garder l'axe de poussée au voisinage du centre de gravité pendant le décollage, condition essentielle pour la stabilité de l'avion. Les quatre tuyères sont reliées mécaniquement et synchronisées; le moteur nécessaire à leur entraînement n'a sur le BS-53 qu'une puissance de 2 ch, ce qui est donc bien faible. La perte de poussée lorsque la déviation atteint 90° n'excède pas 4 %.

Des applications de ces types de moteurs au vol supersonique sont d'ores et déjà prévues; il est possible en effet d'augmenter la poussée en croisière en effectuant un réchauffement du flux éjecté par les tuyères avant; c'est ainsi que le BS-100 devrait donner dans ces conditions une poussée de l'ordre de 18 000 kg.

Une troisième catégorie de moteurs de sustentation doit encore être mentionnée bien

qu'elle ne se soit traduite que par une seule réalisation. Il s'agit d'un rotor sustentateur de grand diamètre noyé dans la voilure ou le fuselage de l'avion et qui est entraîné par une turbine montée à la périphérie, mue elle-même par les gaz d'échappement du turboréacteur assurant la propulsion en croisière; ainsi, comme dans la formule précédente, le même turboréacteur peut servir pour la propulsion et la sustentation. Partant de son réacteur J 85 de 1 135 kg de poussée, General Electric a ainsi réalisé un turbosustentateur qui donne une poussée verticale de 3 370 kg; le ventilateur mesure 1,60 m de diamètre.

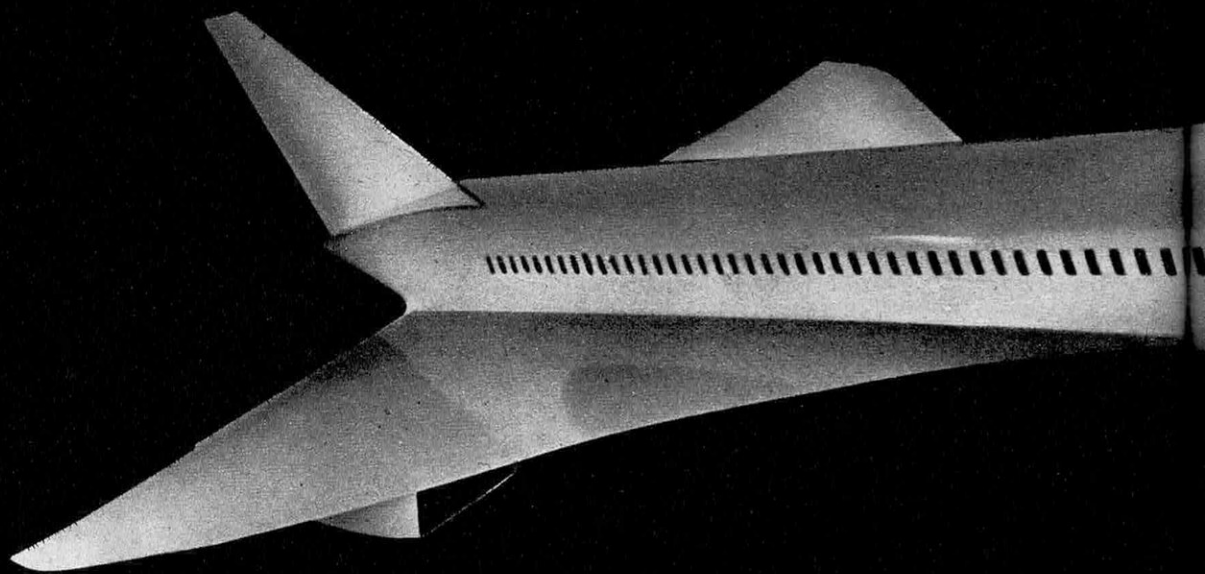
En vol de croisière des volets ferment l'entrée d'air du ventilateur pour assurer la continuité du profil du fuselage, cependant qu'une vanne à deux voies dirige les gaz d'échappement du réacteur vers la tuyère.

Cet appareil a été monté sur un avion expérimental, le moteur étant logé à l'intérieur du fuselage, et les premiers essais devaient permettre une étude de la formule.

Notons parmi ses avantages une réduction du bruit au décollage due au grand débit d'air qui traverse le ventilateur et à la faible vitesse d'éjection de ce flux d'air. Le niveau du bruit ne dépasse pas 96 décibels.

Chacune des formules précédentes présente ses avantages et inconvénients, et tant que des résultats complets d'essais en vol n'auront pas été obtenus, il semble difficile de se prononcer sur leur valeur relative.

**J. SPINCOURT**



# MACH

## l'avion de tr

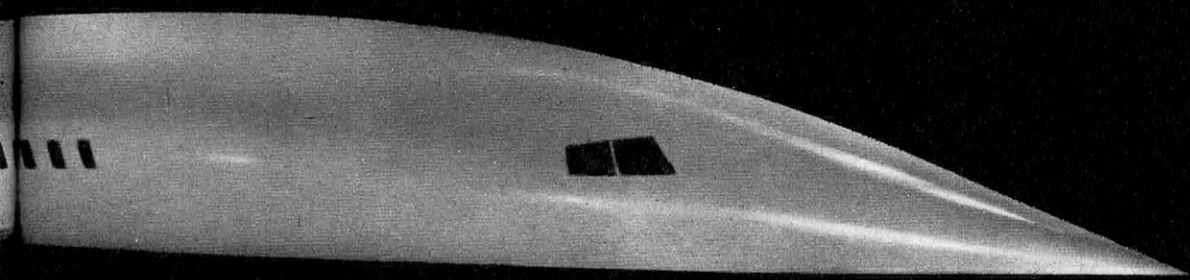
**P**OUR la première fois, avec Concorde, de Mach 2,2, le Salon du Bourget présente une maquette d'avion de transport supersonique dont la réalisation est certaine. Les caractéristiques et performances de la cellule et du moteur sont connues. Le projet est financé. La clientèle sera obligée de suivre.

Sera-t-il le premier avion de transport supersonique à entrer en service? Ce n'est pas sûr et une partie de l'opinion américaine estime que l'U.R.S.S. construit actuellement la version commerciale du bombardier Bounder, selon la désignation O.T.A.N., un quadriréacteur à aile en delta de Mach 2 et de 135 000 kg environ, présenté à Touchino en juin 1961.

Aussi les États-Unis, préparant avec une sage lenteur l'avion de Mach 3 qui viserait à surclasser à la fois la réalisation franco-britannique et la réalisation soviétique, risquent-ils d'être précédés par l'une et par l'autre.

### Les dix recommandations de l'I.A.T.A.

L'Association du Transport Aérien International, l'I.A.T.A. qui groupe tous les grands transporteurs, a adressé en 1962, à la fois aux bureaux d'études et aux autorités officielles des constructeurs et des gouvernements intéressés, la liste des recommandations que son service technique étudiait depuis plusieurs années. Nombre de ces exigences des transporteurs sont certainement judicieuses. Mais la forme impérative sous laquelle est présenté l'ensemble et l'intention non dissimulée de faire obstacle au transport supersonique qui risquerait de gêner l'exploitation et l'amortissement du coûteux parc d'avions à réaction récemment constitué ôte beaucoup de son autorité à ce document. Il ne fait guère de doute que les gouvernements, qui financeront le programme



# 2, 3 ou 7 ansport supersonique

et décideront en dernier ressort, au moins pour leurs compagnies nationales, l'achat des appareils, passeront outre à quelques-unes de ces exigences.

Les quatre premières concernent la sécurité, qui doit être au moins égale à celle des appareils subsoniques actuellement en service. On accordera volontiers la première, portant sur l'étanchéité de la cabine; la deuxième, relative à la maniabilité aussi bien aux vitesses subsoniques que supersoniques; la troisième, assez vague, quant à l'amélioration des matériaux, des équipements et des instruments de bord. La quatrième, qui impose des essais en vol très complets d'un ou de plusieurs prototypes avant mise en service, vise à éviter la course aux commandes à laquelle se sont livrés les transporteurs pour des appareils qui, tel le Douglas DC-8, n'existaient que sur le papier; il est bien difficile de garantir que les plus

optimistes ne passeront pas leurs contrats et ne devanceront pas leurs concurrents sans attendre la fin d'essais « très complets ».

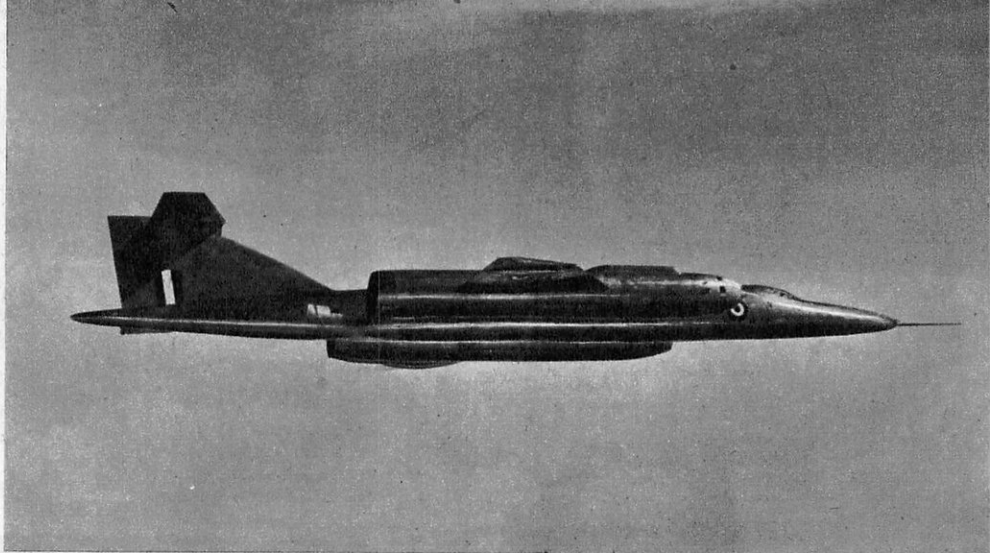
Deux recommandations se rapportent à l'intégration de l'avion supersonique dans le trafic des avions subsoniques, et son adaptation aux longueurs et résistances des pistes actuelles. Elles seront certainement respectées.

Les quatre dernières recommandations visent le rendement de l'exploitation.

Aucune augmentation du niveau de bruit actuel des moteurs ne doit être tolérée, pas plus qu'un *bang* sonique qui risqueraient, l'un et l'autre, de faire obstacle à l'exploitation nocturne.

Ces ondes de choc, ce *bang* sont inséparables de toute vitesse supersonique. Les États qui le jugeront inacceptable, au degré où le réduiront les plans de vol à vitesse graduée en fonction de l'altitude, sont libres d'interdire le sur-

Le Bristol 188, avion expérimental de Mach 3, vole depuis février 1962. Il est construit en acier inoxydable, prévu pour 500° C.



vol de leur territoire à de tels avions, de nuit et même de jour. Mais ils risquent fort de détourner le trafic supersonique sur les transporteurs et les aéroports d'États voisins plus accommodants.

L'avant-dernière recommandation exige que le prix de revient du siège-kilomètre soit inférieur ou au plus égal à celui des avions à réaction subsoniques de capacité ou de rayon d'action comparable. L'I.A.T.A. entend protéger le passager contre son engouement inconsidéré pour la vitesse acquise par un supplément de dépenses, et aussi protéger l'exploitation contre les conséquences de cet engouement: des avions subsoniques naviguant presque à vide et des avions supersoniques chargés à plein, d'exploitation devenue rémunératrice grâce à cet afflux malgré un prix de revient du siège-kilomètre plus élevé.

La dernière de ces recommandations exige l'exploitation possible, dans des conditions intéressantes, à des vitesses subsoniques, car une part importante de cette exploitation se fera aux basses vitesses. Là encore, ce sera aux exploitants de ligne en concurrence et aux passagers à en juger. On n'empruntera certainement pas l'avion supersonique pour aller de Paris à Londres ou à Bruxelles, car il n'aurait pas le temps de monter à l'altitude où il ferait preuve de ses performances en vitesse. Mais de nombreuses lignes de moyen-courriers, européennes ou américaines, seront certainement exploitées à Mach 2 en attirant la clientèle, même si le siège-kilomètre revient plus cher à cause de la part prise par la montée et la descente.

## Mach 2: Concorde

L'avion commercial supersonique de Mach 2, plus exactement de Mach 2,2, soit 2 340 km/h en croisière, qui a reçu le nom provisoire de Concorde, sera construit sur la base d'une

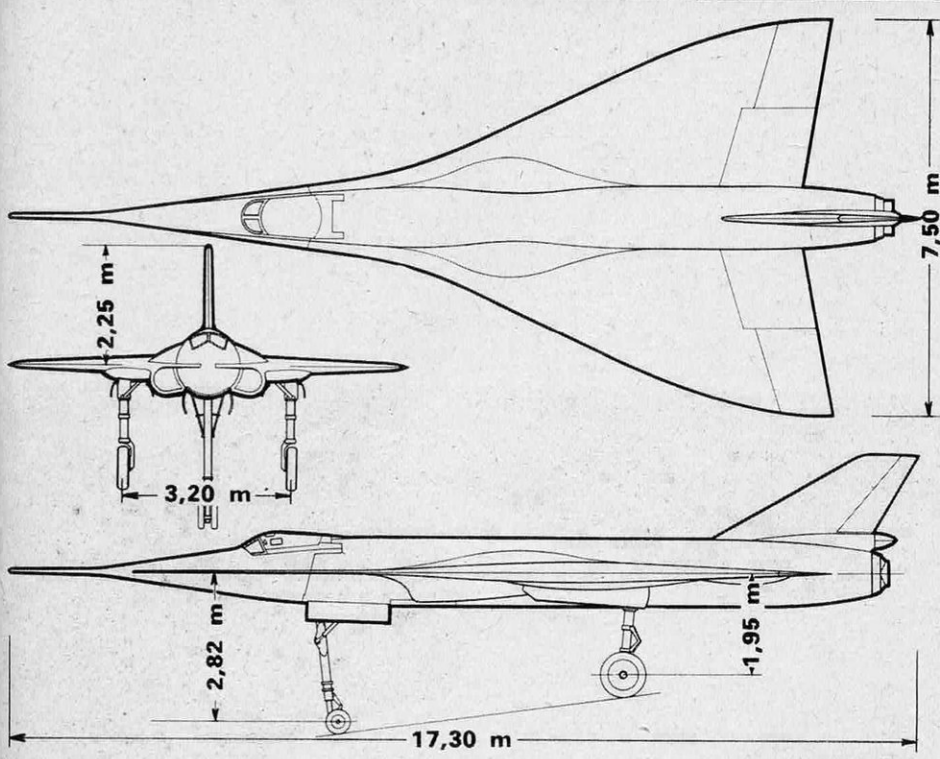
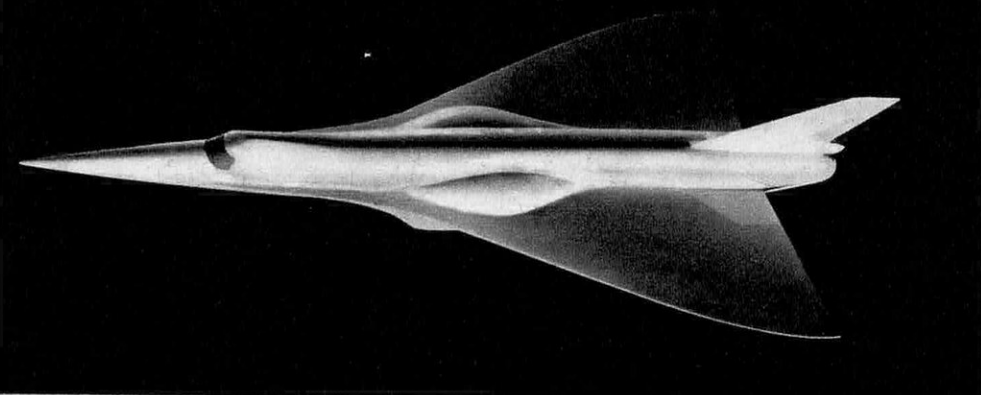
collaboration franco-britannique. Sud-Aviation et la B.A.C. (British Aircraft Corporation) auront par moitié la charge de la cellule, la S.N.E.C.M.A. et Bristol Siddeley celle des moteurs.

L'appareil aura une voilure en delta évolutive, de 23,5 m d'envergure, avec un fuselage de 51,8 m de longueur pour 100 passagers environ. Chaque pays assemblera un prototype et un appareil de présérie, dans la version moyen-courrier pour la France, long-courrier pour la Grande-Bretagne. La fabrication des pièces élémentaires, sous-ensembles et ensembles transportables sera répartie dans chaque pays sans duplication. Par contre, l'assemblage général, les essais en vol et de réception s'effectueront en double chaîne dans chaque pays.

Le réacteur est le Bristol Siddeley Olympus 593, qui équipe le TSR-2, un bombardier léger britannique dont les essais doivent commencer cette année.

La vitesse de Mach 2,2 a été choisie pour des raisons à la fois techniques et économiques. Le rendement des avions à réaction actuels, subsoniques, tomberait très rapidement si on relevait modérément leur vitesse, vers Mach 1,5 par exemple, comme certains le proposaient dès 1955. La finesse s'améliore dans une certaine mesure au delà, il s'y ajoute une amélioration du rendement de propulsion de sorte que le rendement global est rétabli vers Mach 2. La vitesse de Mach 2,2 est le maximum jugé compatible avec les techniques de construction et les matériaux actuels. Au delà, les structures en alliage léger se détériorent rapidement; il serait nécessaire de faire appel, comme sur le bombardier North American B-70 de Mach 3, à des matériaux et à une construction plus onéreux.

D'autre part, surtout pour le moyen-courrier qu'avait initialement étudié Sud-Aviation



Le Bristol 221, dont les essais sont prévus pour l'été 1963, est une refonte complète d'un autre avion expérimental, le Fairey Delta 2. Il est équipé du même réacteur, un Rolls-Royce Avon Ra 28, et doit compléter, dans le domaine du transport aérien supersonique, les études déjà entreprises avec le Bristol 188 de Mach 3, en acier inoxydable, affecté aux recherches portant sur l'échauffement cinétique et le profil des entrées d'air à géométrie variable. Avec le Bristol 221, on étudiera plus spécialement le comportement à faible vitesse de la voilure en delta évolutive qui sera celle du Concorde actuellement en étude.

sous la désignation Super-Caravelle, le gain de temps en passant de Mach 2,2 à Mach 3 est loin d'être dans le rapport de ces vitesses; les exigences de montée et de descente progressives entre le sol et l'altitude de croisière limitent beaucoup le gain possible sur les parcours de 2 000 à 3 000 km.

Dès maintenant on peut affirmer, en raison du choix de Mach 2,2, que le prix de Concorde ne sera guère plus élevé que celui des avions actuels. Le coût d'exploitation par avion-kilomètre doit être inférieur.

Les constructeurs affirment avoir résolu les deux problèmes fondamentaux du vol commercial, le bruit sur le terrain et au voisinage, le *bang* sonique au-dessus des régions survolées. Sur la piste même, le bruit au décollage serait à peine plus élevé. Mais, au delà des pistes, dans la zone où l'on exige que le bruit ne dépasse pas la limite tolérée pour les « jets » en service aujourd'hui, l'avion supersonique devrait être moins bruyant. La puissance accrue des réacteurs lui permet, en effet, d'exécuter la phase initiale de montée à un régime propor-

## **mach 2, 3 ou 7**

tionnellement plus réduit. Le *bang* continu accompagnant l'avion, lié à la vitesse supersonique de croisière, sera limité par des techniques opérationnelles spéciales, réglant la vitesse en fonction de l'altitude.

### **Mach 3: les projets américains**

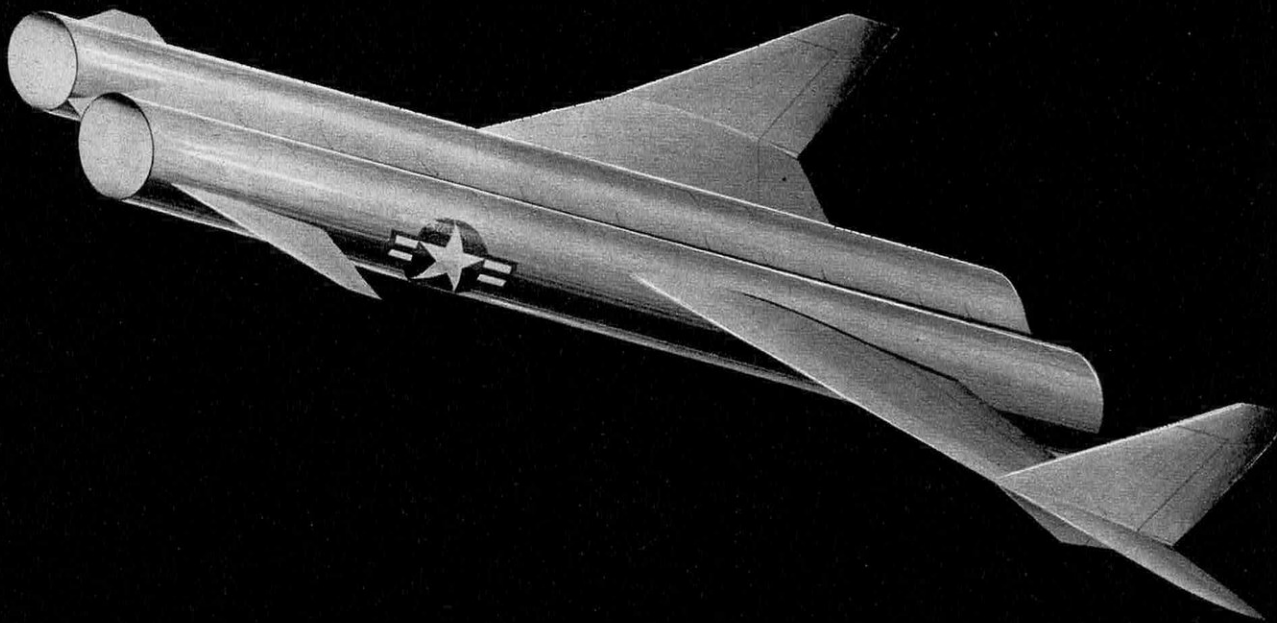
Si les projets français et britanniques de ces dernières années acceptaient la limitation de vitesse à Mach 2,2 pour les raisons énumérées, les projets américains étaient tous orientés vers un avion de Mach 3.

La raison principale invoquée était l'augmentation de rendement propulsif avec la vitesse, l'emportant de beaucoup sur la faible diminution de finesse. Pour un même poids de l'avion, la charge payante serait accrue, comme la distance franchissable. La construction en acier, affirment ses promoteurs, n'est pas tellement plus coûteuse et difficile que la construction en alliage léger ; elle permettrait d'ailleurs des vitesses supérieures à Mach 3.

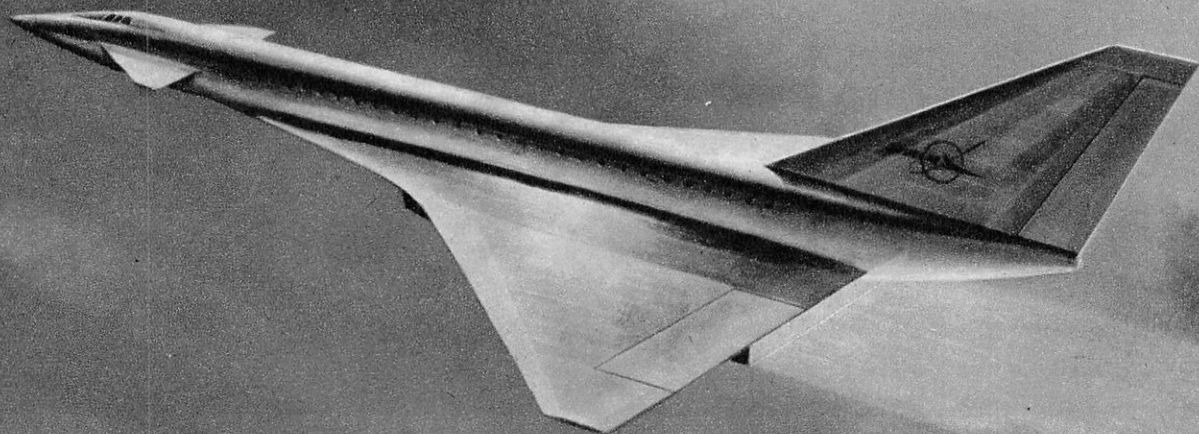
Le choix de Mach 3 a donc été accepté par la *Federal Aviation Agency* qui supervise le

programme d'avion de transport supersonique en liaison avec l'*U.S. Air Force* pour la version militaire et la *N.A.S.A. (National Aeronautics and Space Administration)*, responsable des recherches préliminaires. Comme il est d'usage maintenant aux États-Unis, la *N.A.S.A.* a passé en février dernier deux marchés d'études avant-projets avec diverses configurations expérimentées dans les souffleries du centre de recherches de Langley. Les deux marchés d'études, limités à 500 000 dollars chacun, visent simplement à une comparaison plus détaillée sur le papier de ces avant-projets ; ils fourniront aux constructeurs appelés en concurrence par la suite, qui comprendront notamment, outre les précédents, Douglas, North American et General Dynamics (ex-Convair), des éléments communs pour la préparation de leurs projets. Un délai de huit mois a été accordé à Boeing et Lockheed pour leur travail d'analyse. On attend d'ailleurs une décision de principe du président Kennedy au début de juin.

L'étude des configurations possibles est pour-



Un projet de Republic avec statoréacteur nucléaire pour vol à 4 500 km/h, à 26 000 m.



Projet Douglas d'avion de transport de Mach 3, avec voilure en double delta, pour 130 passagers.

suivie par la N.A.S.A. depuis 1958 au moins, date où il publia les premiers résultats de ses recherches. En juin 1962, le *Supersonic Transport Advisory Committee* établit un programme suffisamment détaillé qui a servi de base aux marchés d'études passés avec Boeing et Lockheed, et dont les grandes lignes sont les suivantes :

La vitesse de croisière est en principe de Mach 3, le rayon d'action de 5 640 km (3 500 miles), la charge payante de 11 350 kg (25 000 livres) avec un volume de fuselage pour 125 passagers. Une version de vitesse limitée à Mach 2,3 pour le service des lignes moyen-courriers sur étapes de 1 600 à 3 850 km (1 000 à 2 500 miles) est envisagée. Boeing et Lockheed doivent en outre, étudier l'économie du transport en régime subsonique, ainsi qu'à Mach 2,6.

L'adaptation aux grands aéroports actuels imposera un décollage sur 2 140 m (7 000 pieds) pour une longueur de piste de 2 900 m (9 500 pieds). La même exigence, du point de vue cette fois de la résistance des pistes, limite le poids de l'appareil à 200 000 kg au décollage.

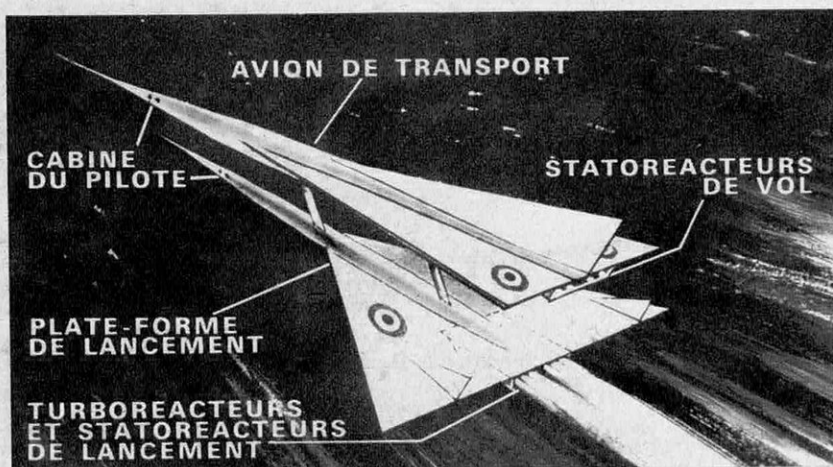
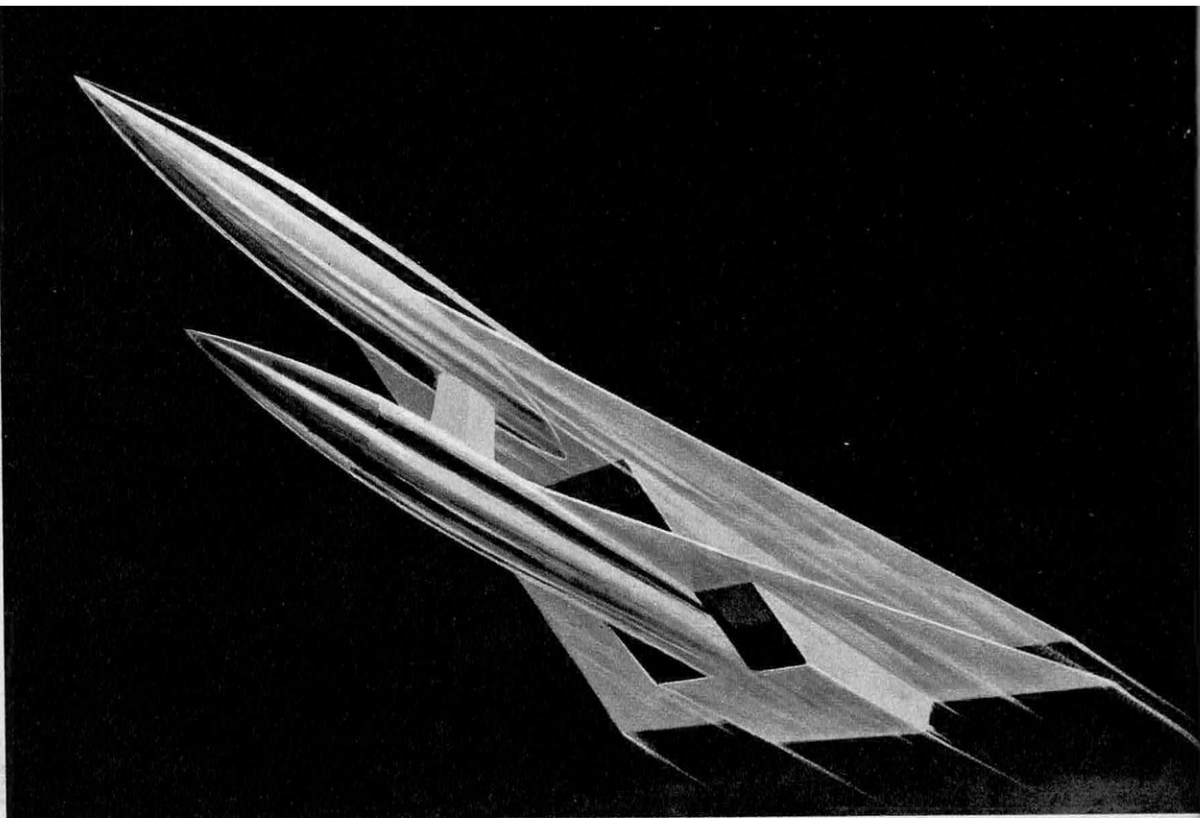
L'échelonnement des vitesses permises, pour ramener à une valeur acceptable le *bang*

sonique, est Mach 1,05 à 12 200 m, Mach 1,4 à 15 200 m, Mach 2 à 16 800 m; Mach 2,5 à 17 400 m, Mach 3 à 18 300 m.

Quatre configurations différentes ont été soumises à Boeing et Douglas par le centre de recherches de Langley, le S.C.A.T.-4 (*Supersonic Commercial Air Transport*), le S.C.A.T.-15, le S.C.A.T.-16 et le S.C.A.T.-17. Le S.C.A.T.-4 comporte une aile en flèche, le S.C.A.T.-15 une aile en flèche repliable sur une aile en delta, le S.C.A.T.-16 une aile en flèche repliable, mais sans l'aile en delta, le S.C.A.T.-17 une voilure « canard », c'est-à-dire avec stabilisateur à l'avant du même type que celle du North American B-70.

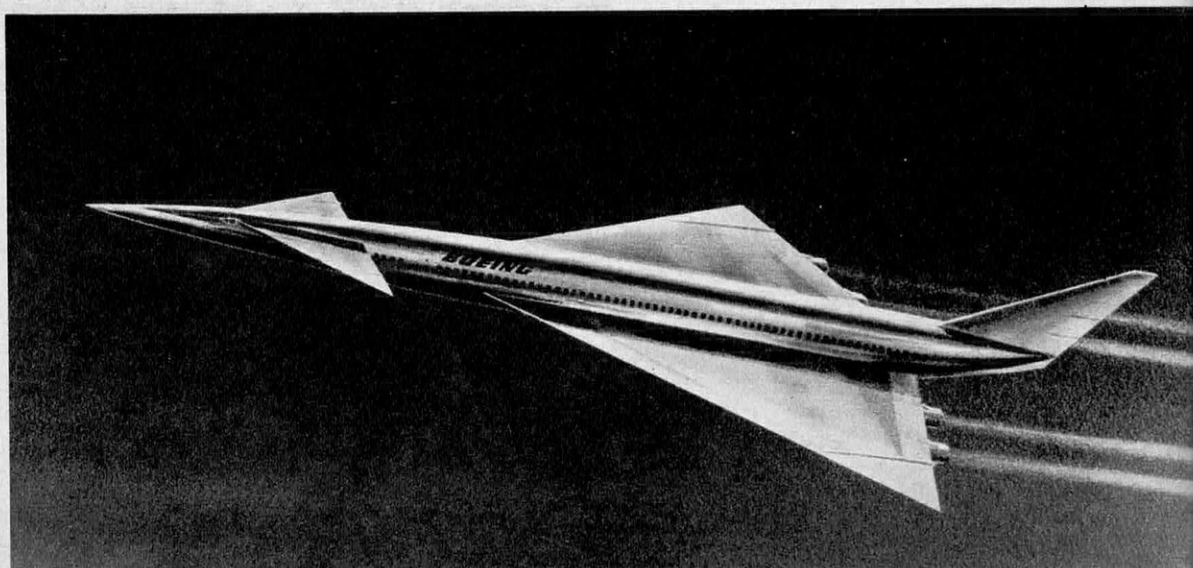
### Mach 7: les études britanniques et américaines

Faut-il se limiter à Mach 3? Dès que l'on admet la construction en acier, la cellule peut supporter des vitesses très supérieures, comme celle du X-15 américain qui vole à près de Mach 7 depuis plusieurs années. Assurément, il faut trouver un mode de propulsion plus économique que le moteur-fusée du X-15 : le



Le projet Bristol Siddeley pour un avion militaire ou commercial de Mach 7. La plate-forme de lancement inférieure, équipée en turbostatos, porterait à Mach 3 l'avion supérieur qui continuerait sur statoréacteurs seuls jusqu'à Mach 7.

Un projet Boeing pour avion de transport de Mach 3, avec voilure en delta et réacteurs en nacelles.



statoréacteur s'impose, dont le rendement dépasse celui du turboréacteur dès Mach 3,2 et continue à grimper rapidement quand tombe celui du turboréacteur.

La solution de l'avion à statoréacteur de Mach 6 à 7 est défendue depuis plusieurs années aux États-Unis par Republic et en Grande-Bretagne par Bristol Siddeley. Celui-ci vient d'avoir gain de cause. M. Julian Amery, ministre de l'Aviation, annonçait en septembre dernier l'étude d'une plate-forme de lancement de Mach 6 d'où partirait un avion monoplace limité lui-même à une vitesse suborbitale de Mach 15 et lançant à son tour un troisième étage non piloté à des fins d'inspection et de destruction des satellites adverses. L'étude préliminaire, confiée au *Royal Aircraft Establishment* de Farnborough, vise aussi bien les applications futures, civiles ou militaires, que la plate-forme de lancement pour véhicules spatiaux ou suborbitaux.

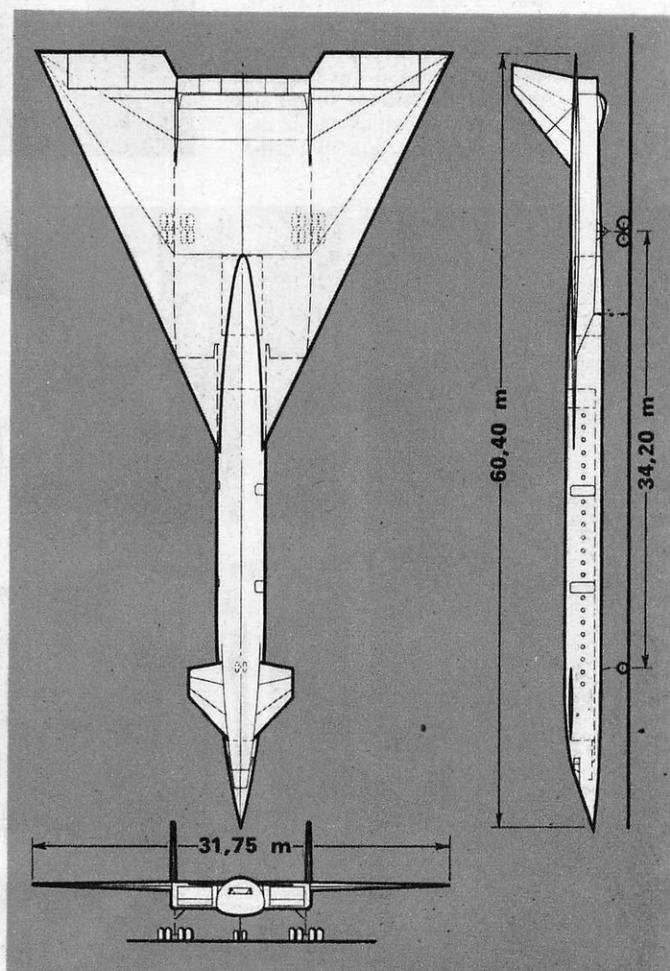
Le plus récent projet de Republic Aviation n'a pas encore reçu l'agrément officiel des États-Unis. Sous la forme choisie fin 1962 d'une aile delta propulsée par turbo-statoréacteur, la vitesse prévue est de Mach 7, avec un rayon d'action de 8 000 km à l'altitude de 40 000 m.

### La propulsion: du turboréacteur au statoréacteur

Le seul type de moteur retenu jusqu'ici pour avion de transport supersonique est le Bristol Siddeley Olympus 593, un turboréacteur classique à deux arbres concentriques qui donnerait une poussée de 15 000 kg environ. L'essai de ce turboréacteur, destiné au bombardier léger britannique TSR-2 a déjà été fait au sol; les essais en vol, entamés sur un Vulcan spécialement aménagé, ont été interrompus à l'automne 1962 par un incendie, au sol, du banc d'essai volant. Aux États-Unis, le choix du propulseur ne sera fait qu'après les deux études en cours de Boeing et de Lockheed.

Du turboréacteur classique au statoréacteur pur d'un des projets Bristol Siddeley où un avion porteur imprimerait à l'avion porté la vitesse de lancement convenant à l'emploi de ce type de propulseur, de nombreuses formules s'affronteront certainement.

Même pour un avion limité à Mach 2, le choix n'est pas évident entre le turboréacteur classique et le turboréacteur à double flux. La postcombustion ordinaire est éliminée à cause de son bruit excessif. Mais la poussée du turboréacteur sans postcombustion convient mal aux exigences du décollage et de la montée. De plus,



North-American, le constructeur du B-70 Valkyrie, le bombardier de Mach 3 et 250 tonnes à six réacteurs General Electric J93 qui doit faire son premier vol cet été, a étudié plusieurs versions de transport de cet appareil. Ses travaux se poursuivent depuis janvier dernier en collaboration avec Boeing. Les caractéristiques générales du B-70 seraient conservées: structure avec revêtement en nids d'abeille en acier inoxydable, le titane qui avait été exclu lors de la commande du B-70 pouvant être utilisé en partie aujourd'hui en raison des progrès faits depuis; isolation des réservoirs à kérosène avec les mêmes nids d'abeille en acier inoxydable; voilure « canard »; aile delta; six turboréacteurs à double flux avec postcombustion.

## **mach 2, 3 ou 7**

La N.A.S.A. étudie, aux centres d'Ames et de Langley, de nombreuses maquettes d'avions de transport supersoniques, depuis ces modèles presque classiques jusqu'aux voilures repliables telles que celle figurée page ci-contre.



surtout pour le moyen-courrier, on consommera souvent près de la moitié du carburant à des vitesses subsoniques. Entre le turboréacteur ordinaire, plus économique à Mach 2,2, mais plus lourd et moins apte au décollage et à la montée que le turboréacteur à double flux, on peut donc hésiter.

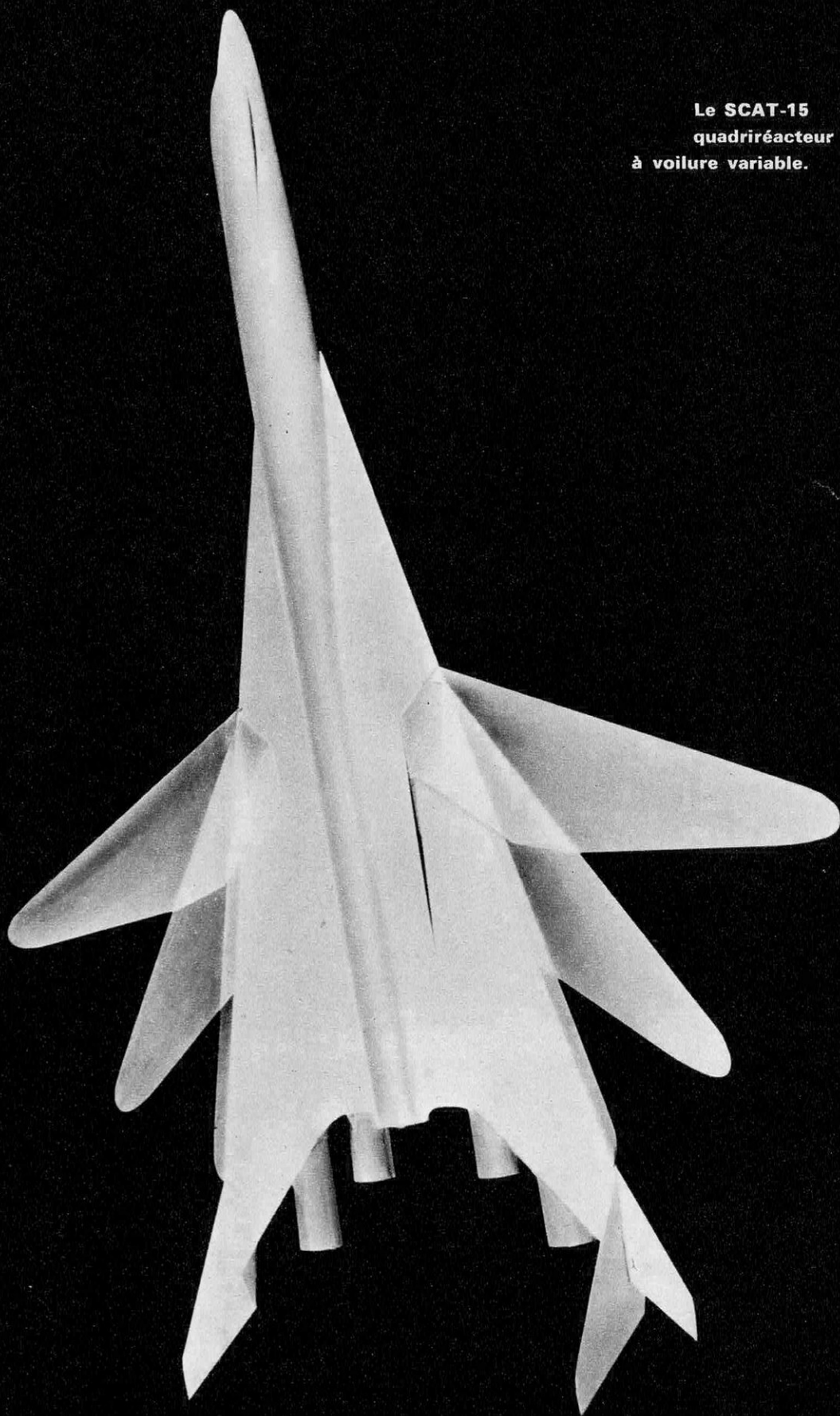
Pour l'avion de Mach 3, on a le choix entre le turboréacteur classique, de consommation moindre à la vitesse de croisière, un turboréacteur à double flux avec dispositif d'augmentation de poussée, un combiné turbo-statoréacteur qui devient intéressant surtout à une vitesse légèrement supérieure à Mach 3. Le gouvernement américain vient de renouveler en mars dernier, pour la troisième fois, le contrat

d'études qu'il a déjà consenti à Nord-Aviation, protagoniste du « turbo-stato ».

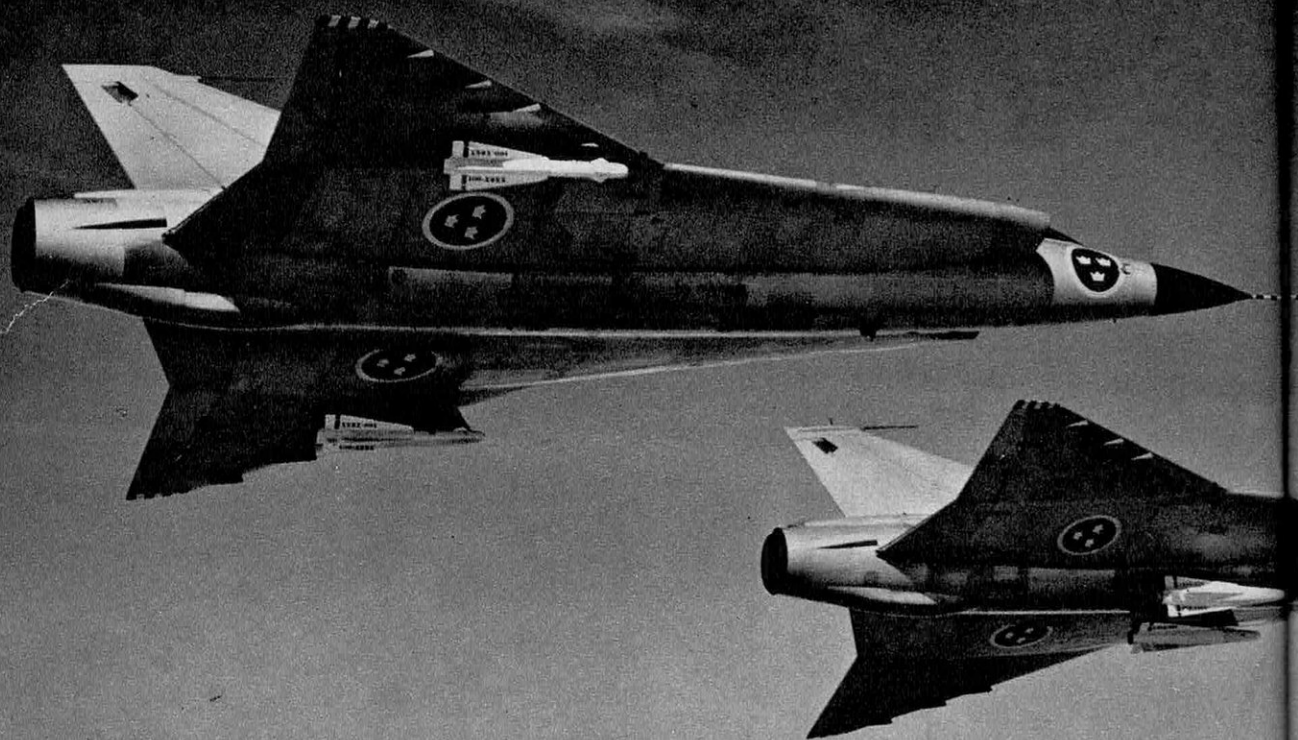
L'un des problèmes les plus importants est l'adaptation du propulseur aux diverses vitesses. Le dessin des entrées d'air, notamment, est essentiel : en vol à Mach 3, l'entrée d'air est en réalité un organe qui comprime à trente fois sa pression normale l'air qui y pénètre; l'entrée d'air réglable s'imposera certainement. Il en est de même de la tuyère d'éjection à section variable. L'ensemble de ces problèmes sera plus spécialement, pour Concorde, du ressort de la S.N.E.C.M.A., ainsi que ceux de la post-combustion, de l'inversion de la poussée pour freinage et de l'atténuation du bruit.

**Camille ROUGERON**

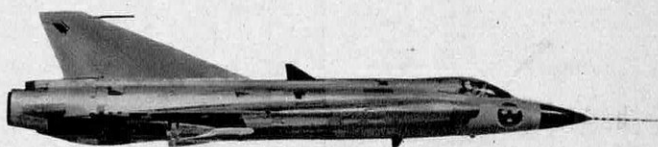
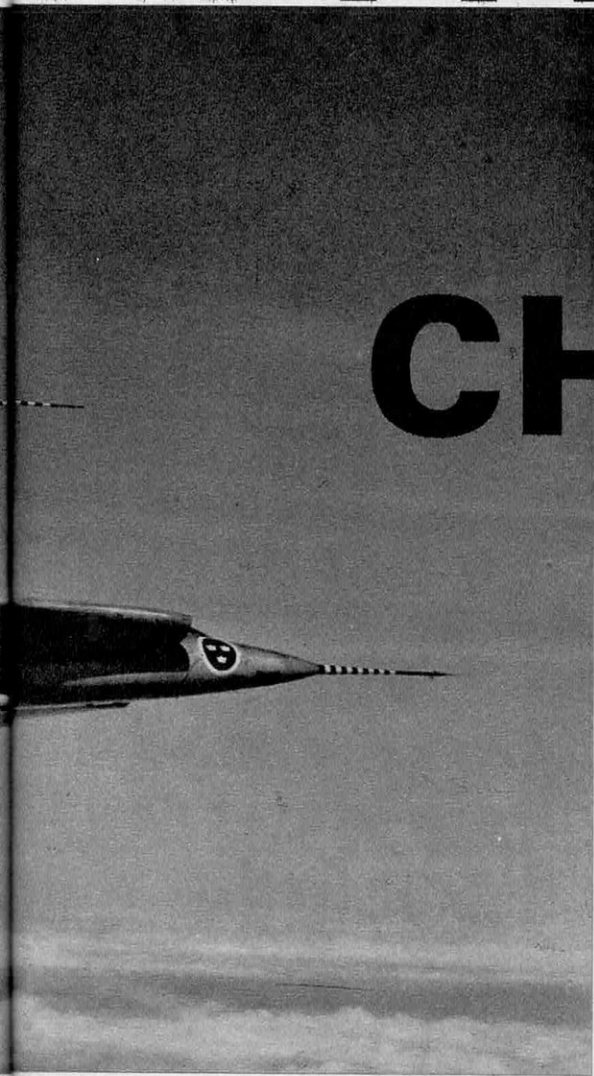
**Le SCAT-15**  
quadriréacteur  
à voilure variable.



# LES



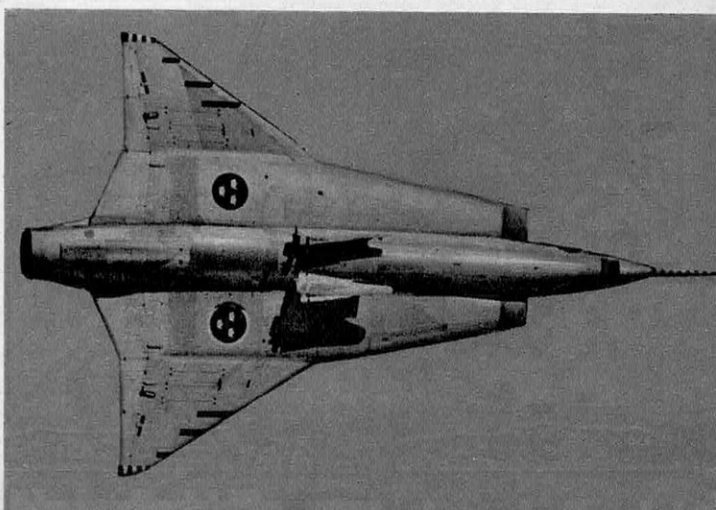
# APPAREILS de CHASSE



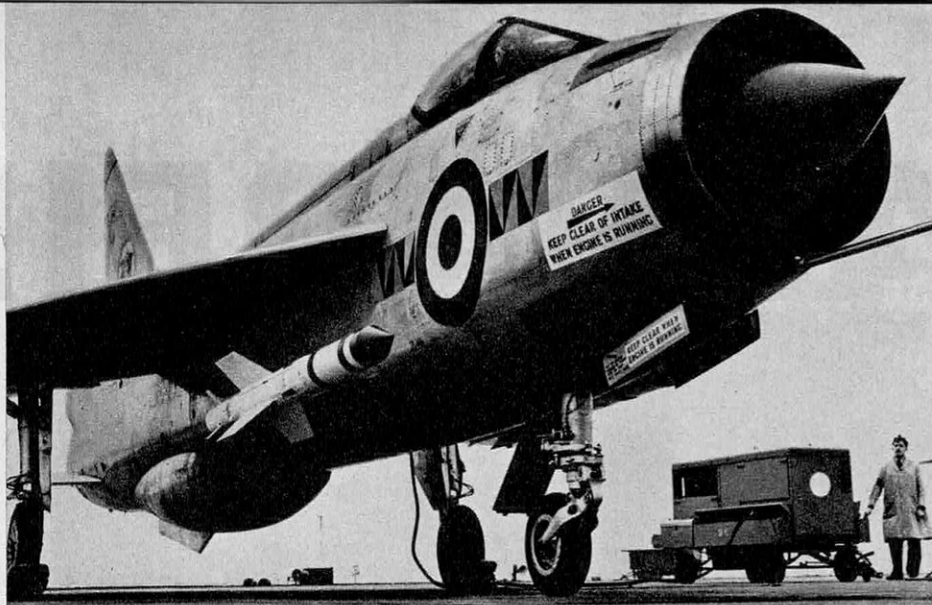
**Le Draken** suédois, à aile en double delta, chasseur tous-temps qui dépasse maintenant Mach 2.



**F-104 Starfighter** (Fokker)



Le **Firestreak** est un engin air-air à guidage infrarouge, en service dans la R.A.F. et la Royal Navy, construit par De Havilland. On en voit ici deux armant un chasseur tous temps English Electric Lightning.



## Appareils de chasse (Voir pour la France page 16)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total en charge (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse maximum (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
<b>CANADA</b>										
CANADAI	CL-41G	11,13	9,75	3 350	1 turboréacteur General Electric J 85 de 1 280 kg	786		10 000	2	Chasseur d'appui tactique dérivé du CL-41R d'entraînement. Cockpit pressurisé et conditionné. Sièges éjectables Weber. Bombes, roquettes, engins air-air Sidewinder.
<b>ÉTATS-UNIS</b>										
GENERAL DYNAMICS	F-106 Delta Dart	11,67	21,56	15 875	1 turboréacteur Pratt et Whitney J 75 P-17 de 11 125 kg avec postcombustion	M = 2	2 400	> 16 000	1	Intercepteur tous-temps. Aile en delta. Systèmes électroniques de guidage et de tir très perfectionnés. 2 engins air-air Génie à charge nucléaire et engins Super-Falcon. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable Weber. Existe en version F-106 B à 2 places en tandem.
	F-III A				2 turboréacteurs double-flux Pratt et Whitney JTF-10A-20	M = 2,5			2	Chasseur tactique. Aile à flèche variable. Supersonique à basse altitude. Décollage et atterrissage courts sur terrains sommairement aménagés. Peut emporter des charges nucléaires et tous modèles d'engins air-surface et air-air. Version III B pour porte-avions développée par Grumman.
LOCKHEED	F-104 Starfighter	6,68	16,69	12 250	1 turboréacteur General Electric J 79 GE-11 A de 7 165 kg avec postcombustion	M > 2	1 500	> 25 000	1	Intercepteur construit sous licence en plusieurs pays. Cockpit pressurisé et conditionné. Siège éjectable. 1 canon de 20 mm Vulcan. Engins air-air Sidewinder. Parachute de freinage à l'atterrissage.
NORTHROP	N-156 F Freedom Fighter	8,11	14,11	5 620	2 turboréacteurs General Electric J 85 GE-13 de 1 852 kg avec postcombustion	M > 2	3 400	17 000	2	Intercepteur et chasseur d'appui tactique à décollage court. Peut utiliser des fusées auxiliaires de décollage ou être lancé sur rampe. Parachute de freinage à l'atterrissage. Engins air-air Sidewinder ou Falcon, bombes, engins air-surface.
REPUBLIC	F-105 Thunderchief	10,64	19,59	22 000	1 turboréacteur Pratt et Whitney J 75 P-18 W de 12 030 kg avec postcombustion	M > 2	3 200	16 000	1	Chasseur-bombardier tous-temps pouvant emporter une charge nucléaire. Aile en flèche à 45°. Cockpit pressurisé. 1 canon Vulcan de 20 mm, roquettes, engins Bulpup et Sidewinder.
<b>GRANDE-BRETAGNE</b>										
BRITISH AIRCRAFT CORPORATION	TSR-2				2 turboréacteurs Bristol Siddeley Olympus de 15 000 kg avec postcombustion	M > 2	1 600		2	Chasseur-bombardier supersonique pouvant utiliser des terrains sommairement aménagés. Peut emporter des charges nucléaires. Prototypé en construction.
ENGLISH-ELECTRIC	P-1 Lightning	10,61	16,84		2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon RA-24R de 6 545 kg avec postcombustion	M > 2		> 18 000		Chasseur tous-temps. Aile en flèche à 60°. Sièges éjectables Martin-Baker. Cockpit pressurisé et réfrigéré. 2 canons Aden de 30 mm, roquettes (jusqu'à 48), engins air-air Firestreak. Les versions Mk 2 et 3 seront équipées de turboréacteurs RB-146 et d'engins air-air Red Top.
FOLLAND	Gnat	6,25	9,06	3 000 à 4 000	1 turboréacteur Bristol Siddeley Orpheus 701 de 5 050 kg	M = 0,98	1 650	> 15 000	1	Chasseur ou chasseur-bombardier léger. Aile en flèche à 40°. Cockpit pressurisé. Siège éjectable Folland-SAAB. 2 canons Aden de 30 mm, bombes, roquettes. Construit aussi en Inde.



**Le Red-Top** de De Havilland, engin air-air à guidage infra-rouge comme le Firestreak, mais à performances très améliorées qui lui permettront des interceptions directes et sans opérer uniquement en poursuite.

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total en charge (kg)	Moteurs (puissance en ch ou poussée en kg)	Vitesse maximum (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
HAWKER	P-1127	7,42	12,54		1 turboréacteur Bristol Siddeley BS-53 Pegasus à double flux de 8 350 kg				1	Chasseur-bombardier à décollage vertical. En développement en collaboration avec les États-Unis et l'Allemagne.
	P-1154				1 turboréacteur à double flux Bristol Siddeley BS-100 de 13 600 kg				1	Chasseur-bombardier à décollage vertical en cours de développement.
ITALIE FIAT	G-91	8,60	10,46	5 155	1 turboréacteur Bristol Siddeley Orpheus 803 de 2 270 kg	1 050				Chasseur tactique léger de l'OTAN. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit pressurisé et conditionné. 4 mitrailleuses de 12,7 mm ou 2 canons de 30 mm, bombes, engins air-air Nord 5103, roquettes. Versions diverses : reconnaissance, entraînement. Construit aussi en Allemagne fédérale.
SUÈDE SAAB	35 Draken	9,40	15,80	9 000	1 turboréacteur Svenska RM 6 (Rolls-Royce Avon RB-146) de 7 000 kg avec postcombustion	M > 2			1	Chasseur tous-temps. Aile en double delta. Siège éjectable. Cockpit pressurisé. Parachute de freinage à l'atterrissage. 2 canons de 30 mm, bombes, roquettes, engins air-air Sidewinder. Versions 35 D et 35 F, équipées d'un turboréacteur de 8 000 kg, la dernière avec engins Falcon.
SUISSE AFA	P. 16 Mk-3	11,15	14,24	9 300	1 turboréacteur Bristol Siddeley AS Sa-7 Sapphire de 5 000 kg	1 115	1 560	14 000	1	Chasseur-bombardier. Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit pressurisé. 2 canons de 30 mm, bombes, engins air-air. Décolle en 50 m avec fusée auxiliaire.
U.R.S.S. MIKOYAN ET GUREVICH	Mig-17	10,96	12,20	7 000	1 turboréacteur Klimov VK-1 A de 3 450 kg avec postcombustion	M > 1	820	17 400	1	Intercepteur construit aussi en Chine, Pologne et Tchécoslovaquie. Aile en flèche à 42°. Cockpit pressurisé. Versions diverses : 1 canon de 37 mm, 2 canons de 23 mm, roquettes, bombes.
	Mig-19	11,12	13,50	9 000	2 turboréacteurs Klimov VK-5 de 4 000 kg avec postcombustion	M = 1,4	1 370	17 700	1	Intercepteur ou chasseur tous-temps. Aile en flèche à 55°. Peut être lancé sur rampe avec fusée auxiliaire. 3 canons de 27 mm, roquettes, engins. Construit aussi en Chine et en Tchécoslovaquie.
	Mig-21	7,60	16,75		1 turboréacteur de 5 960 kg avec postcombustion et 1 moteur-fusée de 3 000 kg	M > 2			1	Intercepteur à aile en delta.
SUKHOI		8	17	10 000	1 turboréacteur de 9 000 kg	M = 2			1	Chasseur tous-temps. Aile en delta. Engins air-air.
YAKOVLEV	Yak-25	9,50 12,40	17 16,70							Intercepteur. Aile en flèche à 60°.
				12 250	2 turboréacteurs Klimov VK-5 de 4 000 kg avec postcombustion	M = 1	3 200	15 250	2	Chasseur tous-temps probablement supersonique. Aile en flèche à 45°. 2 canons de 37 mm. Engins air-air.

# AÉRONAVALÉ



**Chance-Vought F8U Crusader**

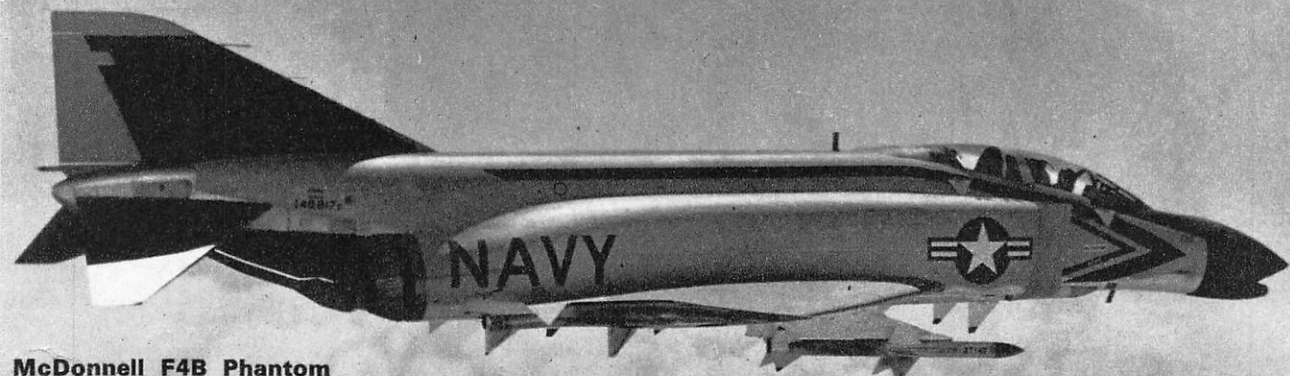
**Le Grumman Intruder** est un bombardier pour porte-avions capable d'opérer par tous temps et même de nuit grâce à son équipement électronique perfectionné. Il emporte des bombes et engins divers; on le voit ici avec une charge de 30 bombes par groupes de trois et à droite avec quatre engins lourds.





**Le Blackburn Buccaneer** que l'on voit ici, ailes repliées, sur le pont du porte-avions britannique Ark Royal est un chasseur-bombardier biréacteur capable de soutenir, au niveau de la mer, une vitesse voisine de celle du son. Il peut emporter un armement varié de bombes et d'engins y compris des engins à charge nucléaire.



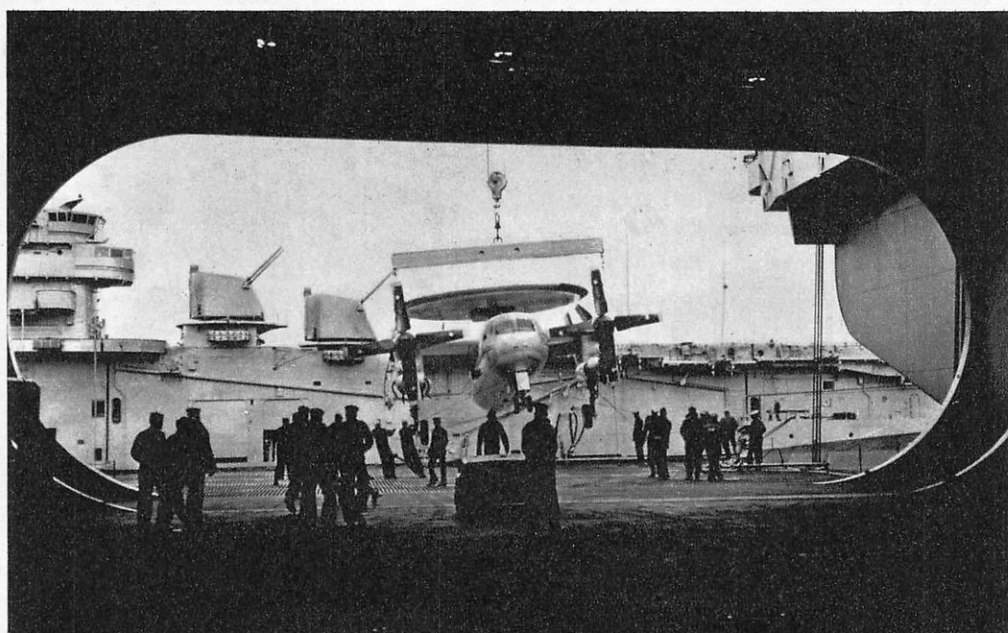


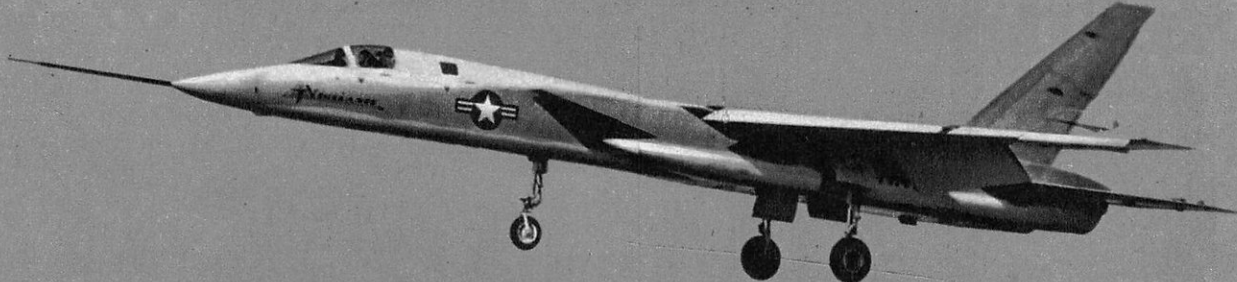
**McDonnell F4B Phantom**



**Grumman Hawkeye**

**Le Grumman Hawkeye** de reconnaissance lointaine des porte-avions américains est équipé d'un « radome » tournant en vol à 6 tours/mn. Ce radar automatique détecte les appareils ennemis les plus rapides et les calculatrices de la centrale électronique de l'avion alertent et dirigent les intercepteurs de la défense.





North American A3J Vigilante

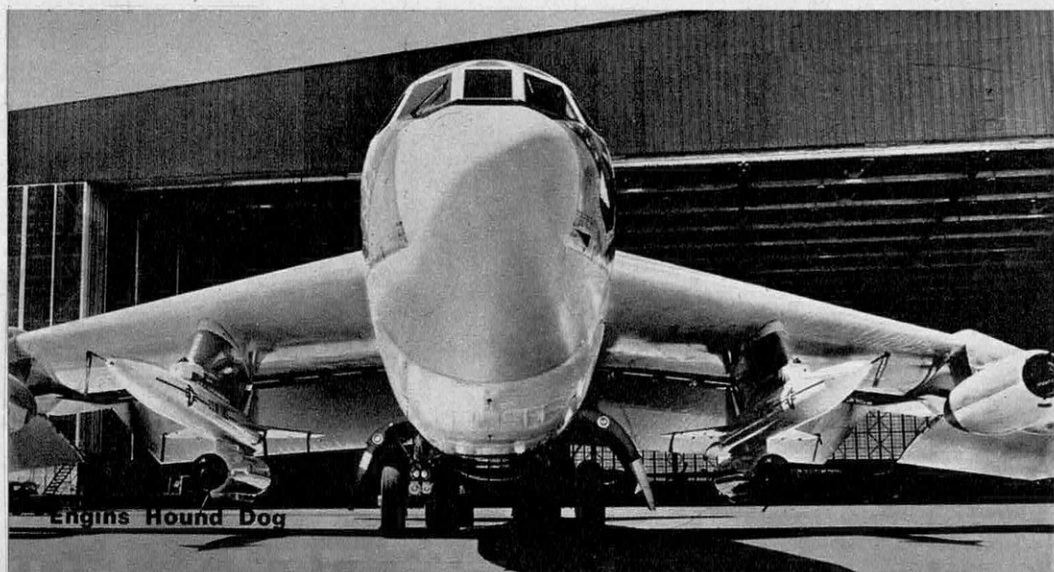
## Aviation navale (Voir pour la France page 16)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total en charge (kg)	Moteurs (puissance ou poussée au décollage) (ch ou kg)	Vitesse maximum (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
<b>ÉTATS-UNIS</b>										
CHANCE-VOUGHT	Crusader	10,88	16,61	12 500	2 turboréacteurs Pratt et Whitney J 57-P4 A de 7 257 kg avec postcombustion	près de M 2			1	Chasseur-intercepteur tous-temps pour porte-avions. Aile en flèche à incidence variable (2 positions). Siège éjectable Martin-Baker. Cockpit pressurisé, 4 canons de 20 mm, engins air-air Sidewinder ou air-surface Bullpup, bombes, roquettes.
DOUGLAS	Skyhawk	8,36	12,59	7 040	1 turboréacteur Wright J 65-W 16 A de 3 500 kg	1 100	3 200		1	Chasseur-bombardier pour porte-avions. Aile en flèche à 33°. Siège éjectable Douglas. 2 canons Colt de 20 mm. Peut emporter des engins air-surface ou air-air divers ou des bombes nucléaires. La version A-4EG à performances améliorées est équipée d'un turboréacteur Pratt et Whitney J 52-P-6A de 3 855 kg.
GRUMMAN	S 2-D Tracker	22,12	13,26	11 860	2 moteurs Wright R-1820 de 1 525 ch	450	2 200	6 700	4	Anti-sous-marins pour porte-avions. Aile haute. 2 torpilles autoguidées, charges de fond, roquettes, etc. Version C-1A Trader, transport fret et passagers (9) pour porte-avions. Version E-1B Tracer reconnaissance radar.
	Albatross	29,46	19,18	17 000	2 moteurs Wright R-1820 de 1 575 ch	380	4 500			Amphibie. Transport, sauvetage, garde-côtes, anti-sous-marins, etc.
	E-2A Hawkeye	24,52	16,96	22 450	2 turbopropulseurs Allison T 56 de 4 050 ch				5	Reconnaissance lointaine pour porte-avions. Aile haute.
	A 6 Intruder	16,15	16,64	16 700	2 turboréacteurs Pratt et Whitney J 52-P-6 de 3 855 kg	M = 1			2	Bombardier tous-temps pour porte-avions. Réacteurs à tuyères basculantes. Sièges éjectables Martin-Baker. Peut porter une bombe nucléaire et des engins Bullpup.
	F-111 B									Chasseur pour porte-avions en projet. Version navale du F-111 A (voir General Dynamics, appareils de chasse).
LOCKHEED	P-2 Neptune	34,44	27,94	36 200	2 moteurs Wright R 3 350 de 3 500 ch et 2 turboréacteurs Westinghouse J 34 de 1 540 kg	650	6 000	6 700	7	Anti-sous-marins et reconnaissance. Les réacteurs servent d'appoint au décollage et au combat. Canons de 20 mm, roquettes, bombes, torpilles, charges de profondeur, mines, etc.
	P-3 V Orion	30,17	31,88	57 000	4 turbopropulseurs Allison T 56A-10 W de 4 585 ch		6 000		10	Anti-sous-marins dérivé du Lockheed Electra de transport civil. Bombes, engins, torpilles, charges de profondeur, mines, etc.
McDONNELL	F-4-B Phantom II	11,70	17,07	18 150	2 turboréacteurs General Electric J 79 GE-8 de 7 485 kg avec postcombustion	M > 2		> 25 000	2	Intercepteur et chasseur-bombardier tous-temps pour porte-avions. Aile en flèche à 45°. Sièges éjectables Martin-Baker. Engins air-air Sparrow III et Sidewinder, air-surface Bullpup. Peut emporter des charges nucléaires.
NORTH AMERICAN	A-5 Vigilante	16,15	22,25	27 200	2 turboréacteurs General Electric J 79 GE-4 de 7 325 kg avec postcombustion	M > 2	3 700	18 000	2	Chasseur-bombardier tous-temps pour porte-avions. Aile en flèche à 37,5°. Sièges éjectables. Engins divers air-surface. Peut emporter une charge thermonucléaire.
<b>GRANDE-BRETAGNE</b>										
BLACKBURN	B 103 Buccaneer	12,95	19		2 turboréacteurs Bristol Siddeley Gyrton Junior MK 101 de 3 220 kg	M = 1			2	Chasseur-bombardier transsonique pour porte-avions. Sièges éjectables Martin-Baker. Peut emporter une charge nucléaire. Version Mk 2 améliorée avec 2 turboréacteurs Rolls-Royce RB-168 Spey.
DE HAVILLAND	DH-110 Sea Vixen	15,24	16,31		2 turboréacteurs Rolls-Royce Avon Mk 208	M > 1		14 000	2	Chasseur tous-temps supersonique en piqué. Aile en flèche à 40°. Sièges éjectables Martin-Baker. Roquettes, bombes, engins air-air Firestreak ou Red-Top, air-surface Bullpup.
WESTLAND	Gannet AEW, Mk 3	16,56	13,41		1 turbopropulseur Bristol Siddeley Double-Mamba 102 de 3 875 ch				3	Reconnaissance lointaine pour porte-avions.



B-58 Hustler

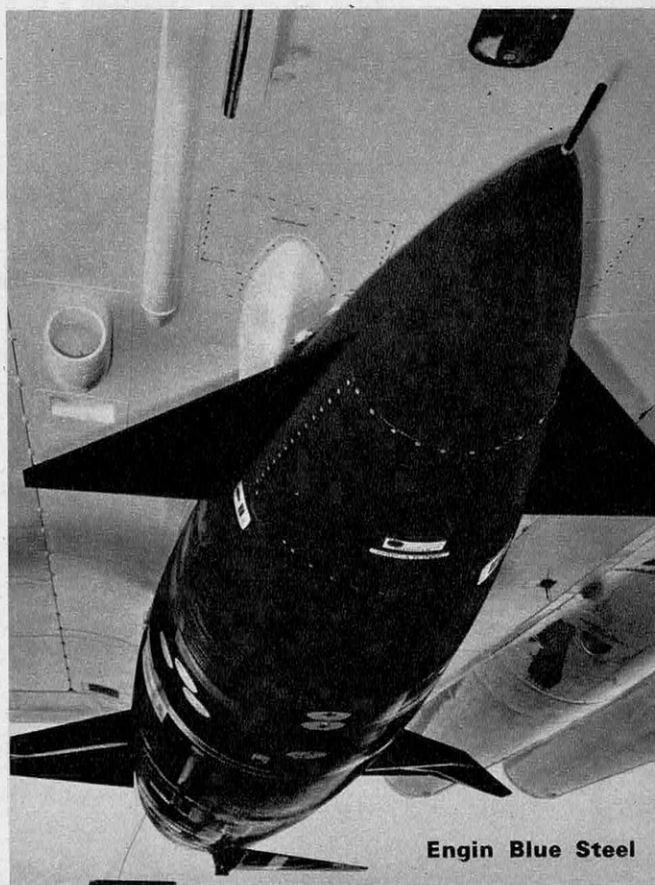
# LES BOMBA



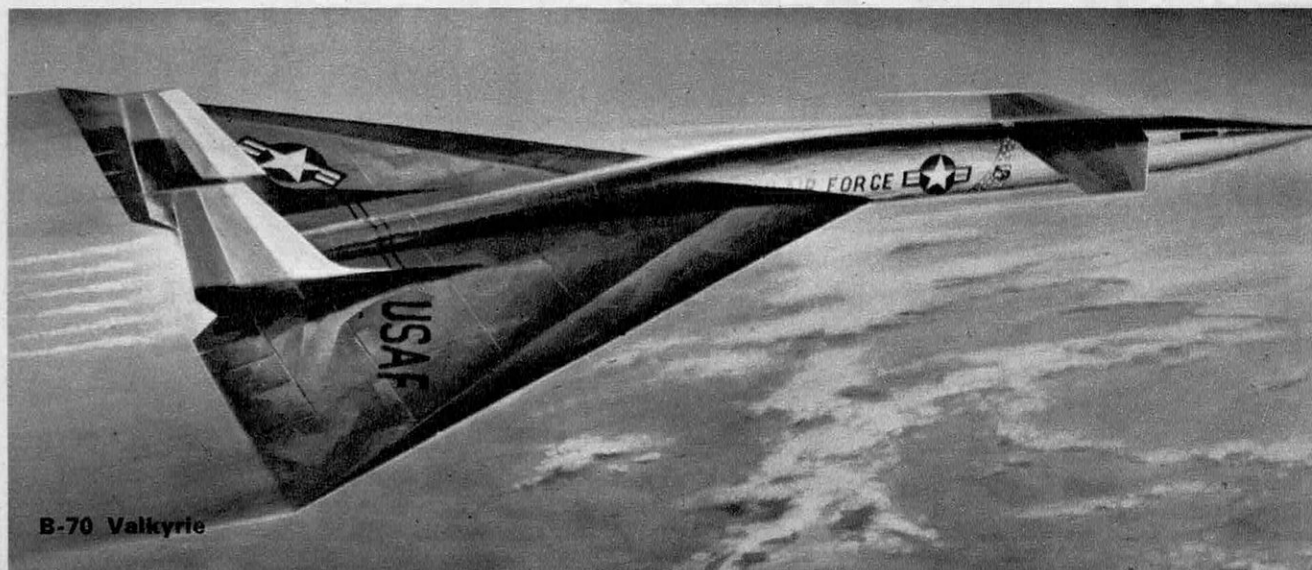
Engins Hound Dog



# RDIER S



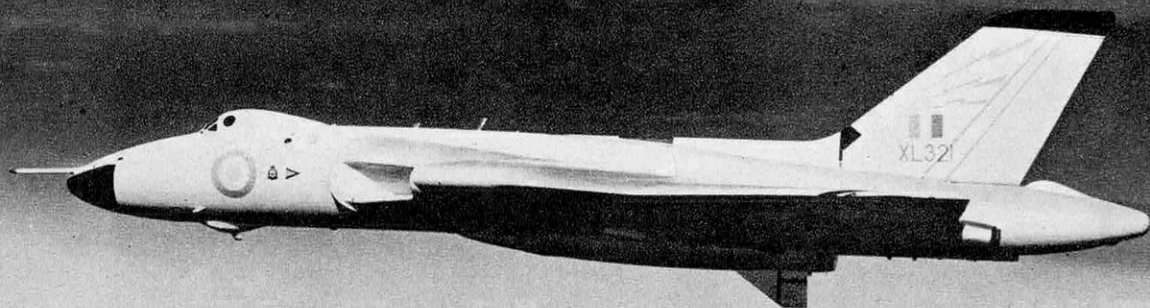
Engin Blue Steel



B-70 Valkyrie

# Bombardiers (Voir pour la France page 16)

Constructeur	Type	Envergure (m)	Longueur (m)	Poids total en charge (kg)	Moteurs (puissance ou poussée au décollage) (ch ou kg)	Vitesse maximum (km/h)	Autonomie (km)	Plafond (m)	Équipage	Observations
<b>ÉTATS-UNIS</b> NORTH AMERICAN	<b>B-70</b> Valkyrie	35,05	51,82	250 000	6 turboréacteurs General Electric J 93 GE-3 de 15 000 kg avec postcombustion	M 3			4	Bombardier stratégique à aile en delta. Cabine conditionnée. Sièges dans capsules étanches éjectables à vitesse supersonique. Peut lancer tous les types d'engins ballistiques et bombes planantes à grande portée. Premier prototype construit. Programme en cours de révision.
<b>GENERAL DYNAMICS</b>	<b>B-58</b> Hustler	17,32	29,50	73 000	4 turboréacteurs General Electric J 79 GE-5 de 7 100 kg avec postcombustion	M > 2		> 18 000	3	Bombardier à aile en delta. Sièges dans capsules étanches éjectables à vitesse supersonique. Bombes, engins, contre-mesures électroniques, charges nucléaires dans containers divers sous la cellule.
<b>GRANDE-BRETAGNE</b> HANDLEY PAGE	<b>Victor B2</b>	36,60	35		4 turboréacteurs Rolls-Royce Conway R-Co 11 de 7 825 kg					Bombardier à grand rayon d'action. Ailes en croissant. Cabine pressurisée. Sièges des pilotes éjectables Martin-Baker. Peut porter un engin air-sol Blue Steel à grande portée.
<b>AVRO</b>	<b>Vulcan Mk 2</b>	33,83	30,45		4 turboréacteurs Bristol Siddley Olympus 201 de 7 710 kg ou Olympus 301 de 9 072 kg				5	Bombardier tactique. Aile en delta. Cabine pressurisée. Sièges des pilotes éjectables Martin-Baker. Peut porter un engin air-sol Blue Steel à grande portée.
<b>U.R.S.S.</b> ILYUSHIN	<b>II-28</b>	20,75	18,90	20 000	2 turboréacteurs VK-1 de 2 700 kg	935	2 500	12 500	4	Bombardier tactique construit aussi en Tchécoslovaquie. 4 canons de 20 mm, bombes.
<b>MYASISHCHEV</b>	<b>37</b>	52	50	160 000	4 turboréacteurs de 9 000 kg	900	10 000	14 000	10	Bombardier stratégique. Aile en flèche. Tourelles avec canons de 23 mm, 5 000 kg de bombes. Engins air-sol à grande portée.
	—	30	55	136 000	4 turboréacteurs de 13 000 kg avec postcombustion					Bombardier à aile en delta, probablement supersonique.
<b>TUPOLEV</b>	<b>Tu-16</b>	34	36	80 000	2 turboréacteurs Mikulin AM-3M à double flux de 9 500 kg	950	7 000	13 000	7	Bombardier stratégique. Aile en flèche à 40°. Versions diverses armée et marine. Canons de 23 mm en tourelles, 900 kg de bombes, engins air-sol à grande portée.
	<b>Tu-20</b>	54	47	160 000	4 turbopropulseurs Kuznetsov NK-12M de 12 500 ch		9 000	10 000		Bombardier géant.



Avro Vulcan MK.2

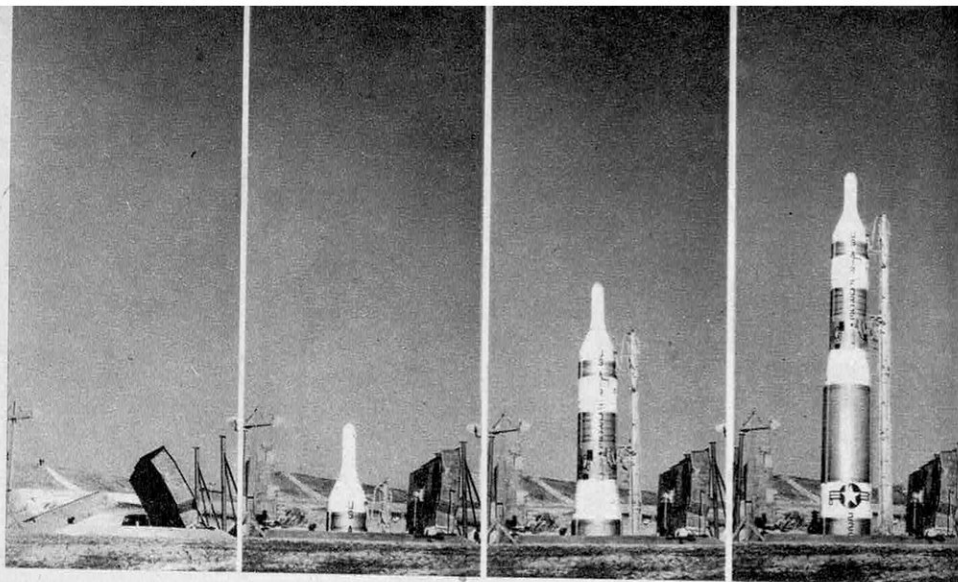


# **LES ENGINS BALISTIQUES**

**sol-sol  
mer-sol  
air-sol**

**« Atlas »**

**Le Titan I** est un engin de 110 t à deux étages, alimentés en kérosène et oxygène liquide. Logé en silo bétonné fermé par une porte de 200 t, l'engin est extrait par un ascenseur au moment du tir.



**D**ans le choix d'un engin balistique, on devrait considérer d'abord le rendement de ses destructions et sa capacité de résistance à l'interception, bien plus que le type même de l'engin : sol-sol, mer-sol, air-sol. Or depuis près de vingt ans les États-Unis et l'U.R.S.S. présentent sur ces deux questions primordiales des conceptions exactement opposées.

L'économie de la guerre nucléaire c'est-à-dire l'art de détruire l'adversaire avec la moindre dépense, ne repose certainement pas sur une comparaison du nombre des engins en service qui ne tiendrait compte ni de leur prix, ni de leur puissance.

Au lendemain de l'affaire de Cuba, la revue U.S. News and World Report donnait le détail, avec cartes, des engins américains qui pouvaient frapper les objectifs soviétiques, les 105 Thor et Jupiter, les 144 Polaris, les 157 Atlas et Titan auxquels devaient s'ajouter à la fin de 1962 les premiers Minuteman. Elle mettait en regard les quelque 50 engins soviétiques montés sur sous-marins et les 75 engins intercontinentaux type T-3 qui pouvaient seuls atteindre les objectifs américains.

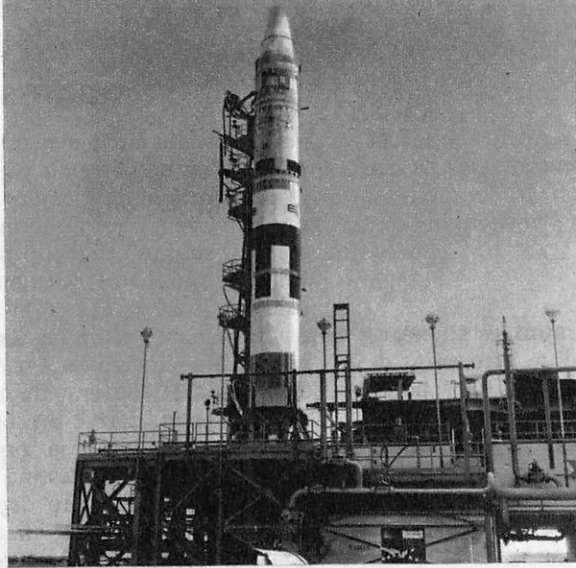
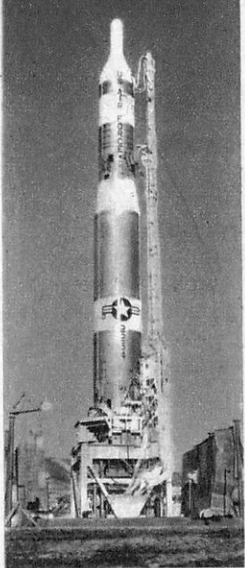
Ni M. Khrouchtchev ni ses maréchaux n'ont contesté cette comparaison. Mais, disait le premier à l'un de ses visiteurs américains au début de 1962, ce sont les plus grosses fusées qui décideront. Or, l'Union soviétique les possède. Le 4 décembre dernier, le maréchal Biriousov, commandant en chef des unités d'engins, opposait aux 5 mégatonnes des Atlas les 50 à 60 mégatonnes « qu'il pouvait placer sur n'importe quel point du globe ». En novembre, l'amiral Gorchkov, commandant la marine, faisait défiler sur la place Rouge, avec leurs servants en uniforme de marine, d'énormes engins à trois étages dont le tir à portée réduite, en remplaçant le dernier étage par un cône de charge, aurait livré les mêmes 50 à 60 mégatonnes sur

les objectifs américains voisins des côtes. Quelle comparaison peut-on faire entre de telles charges et les 500 kilotonnes d'un Polaris ?

Les responsables de l'armement américain ont longtemps soutenu que le rendement des destructions qu'ils envisageaient ne suivait pas l'accroissement de la puissance. Lors de l'annonce, à l'été 1961, des essais soviétiques portant sur des charges de 30 à 100 mégatonnes, le porte-parole du Pentagone objectait : pourquoi une charge de 100 mégatonnes, quand cinq charges de 20 mégatonnes feraient des destructions beaucoup plus étendues ? C'est exact pour les destructions par le souffle dont le rayon ne croît que comme la racine cubique de la puissance, si bien qu'une charge mille fois plus puissante n'étend ses effets qu'à une distance dix fois plus grande, donc sur une zone cent fois plus étendue. Ce ne l'est pas si, avec l'U.R.S.S., on admet les destructions par effet incendiaire d'une explosion haute, où la zone incendiée est proportionnelle à la puissance.

## La défense contre engins balistiques

L'U.S. Army, qui s'est fait attribuer la responsabilité de cette défense, a lancé depuis 1956 l'étude d'un engin anti-engins, le Nike-Zeus, dont la cellule est construite par Douglas pendant que la Western Electric Co et les Bell Laboratories ont la charge de la difficile réalisation des dispositifs de détection, de calcul et de guidage. Malgré six ans d'efforts, l'U.S. Army n'a pas réussi à enlever la commande de série. Accordant encore, au début de 1962, quelques centaines de millions de dollars à la poursuite de l'étude, M. McNamara manifestait son scepticisme. « A-t-on du moins une solution théorique ? », lui demandait-on à la télévision en février 1962. — « Pas même... Les



**Le Titan II**, vu ici au Cap Canaveral, est un engin de 136 t, à deux étages alimentés en propergols stockables, diméthylhydrazine et peroxyde d'azote. Le tir doit avoir lieu de l'intérieur du silo.

faiblesses du Nike-Zeus sont telles que nous refusons de passer à la construction de série et que nous ne connaissons pas de solution meilleure ».

Les déclarations de M. Khrouchtchev et de ses maréchaux contredisent directement les appréciations américaines. Le 23 septembre 1961, le maréchal Malinovski annonçait au 22<sup>e</sup> congrès du Parti que « le problème de la destruction des fusées en vol avait été résolu avec succès. » Mais les autorités soviétiques refusaient simultanément cette capacité d'arrêt aux anti-engins américains : les engins soviétiques, eux, échappaient à l'interception. Le 17 mars, M. Khrouchtchev lui-même annonçait que ses « fusées globales » mettaient en échec « les prétendues barrières de radars » installées par les États-Unis. Le maréchal Biriousov reprenait encore l'affirmation le 4 décembre.

La contradiction entre les positions américaines et soviétiques disparaît si l'on prête attention à la puissance et au mode d'emploi des engins à intercepter. La difficulté de l'interception par le Nike-Zeus ne tient pas au problème cinématique de la rencontre, mais à l'impossibilité de distinguer dans le quasi-vide de la haute atmosphère le cône de charge et les « decoys », les leurres légers, ballonnets, fragments du dernier étage... qui l'accompagneront et présenteront les mêmes caractéristiques que lui sur l'écran des radars de la défense. Or, avec les charges de 50 à 60 mégatonnes annoncées par le maréchal Biriousov, l'U.R.S.S. mise sur les effets incendiaires d'une explosion haute qui peut être utilement exécutée à 100 000 m d'altitude et plus. Mais les plus perfectionnés des calculateurs électroniques ne peuvent pas faire la séparation d'après le comportement balistique du cône de charge et des « decoys » à une altitude de plus de 70 000 à 80 000 m. Au contraire, avec les charges de 500 kilotonnes à une mégatonne des Polaris, Skybolt et Minuteman,

et même avec celle de 5 à 7 mégatonnes d'un Atlas et d'un Titan, qui sont tous destinés à des destructions par l'effet de souffle d'une explosion basse, les calculateurs électroniques auront fait le tri entre cône de charge et « decoys » vers 70 000 m. Au surplus, ceux-ci auront flambé à la rentrée dans l'atmosphère résistante, vers 40 000 m. L'interception ne se heurte plus à aucune difficulté théorique.

## Explosion haute et explosion basse

La distinction entre l'explosion haute incendiaire des grosses charges et l'explosion basse soufflante des petites charges met donc d'accord les opinions divergentes sur les possibilités d'interception. Les premières y échappent, mais non les secondes. Aux altitudes où la défense américaine provoquerait l'explosion des charges soviétiques en tentant de les intercepter, cette explosion produirait tous les dégâts incendiaires que peut attendre l'assaillant. Au contraire, l'altitude où les anti-engins soviétiques intercepteraient les engins américains Polaris, Minuteman, et même Atlas et Titan, leur explosion serait sans effet au sol.

Depuis l'été dernier, les études d'anti-engins similaires à ceux que déploie l'U.R.S.S. se multiplient aux États-Unis. Le quasi-abandon du Nike-Zeus au profit du Nike-X, annoncé en janvier dernier lors du dépôt du projet de budget pour l'année fiscale 1964, a fourni l'occasion de présenter les caractéristiques principales du nouveau projet, qui absorbera la plus grande partie des 450 000 000 dollars consacrés cette année à l'étude de la défense contre engins. L'altitude d'interception, que le programme du Nike-Zeus visait à porter entre 110 000 et 160 000 m est ramenée entre 30 000 et 50 000 m pour le Nike-X. Les coûteux ra-

dars multiples du Nike-Zeus seraient remplacés par un radar unique qui prendrait à sa charge l'acquisition, la discrimination, la poursuite et peut-être même le guidage de l'anti-engins.

### L'engin sol-sol

Si l'on se fixe comme minimum les 50 mégatonnes, donc, au rendement d'un peu moins de 7 mégatonnes par tonne de poids, une charge utile de 8 tonnes environ aux portées intercontinentales, des engins beaucoup plus lourds que les 140 t d'un Titan II deviennent indispensables.

Il n'y a aucune raison de ne pas accepter sur ce point les affirmations des dirigeants soviétiques, puisque leurs véhicules-fusées ont déjà mis sur orbite des satellites de ce poids. Le maréchal Biriousov a donc bien, comme il l'a soutenu, le moyen de placer en tout point du globe ses charges de 50 à 60 mégatonnes. On peut même admettre que, contre les objectifs beaucoup plus rapprochés des bases soviétiques qu'offrirait l'Europe occidentale, les mêmes véhicules-fusées, amputés de leur dernier étage, puissent livrer les charges de 100 mégatonnes et plus sur les effets desquelles discourait récemment le maréchal Malinovski.

Comment expliquer, dès lors, la tentative soviétique d'octobre 1962 pour installer à Cuba des engins à portée moyenne et intermédiaire? C'est que la solution de l'engin de 250 à 300 t, indispensable pour placer de telles charges aux portées intercontinentales, est coûteuse et que l'U.R.S.S. n'en possède très probablement que les 75 qu'on lui attribuait à l'époque. Il était donc tentant d'installer à Cuba les engins à portée intermédiaire d'une cinquantaine de tonnes dont le président Kennedy évaluait, dans son discours du 22 octobre, la portée normale à plus de 3 700 km. En réduisant leur portée aux 1 200 km et moins qui auraient alors suffi contre les objectifs du Sud-Est des États-Unis, on en aurait relevé la puissance au niveau qui leur eût permis de recourir à l'explosion haute et d'échapper à l'interception.

Les deux solutions du relèvement à 50 mégatonnes au moins des charges nucléaires destinées aux objectifs soviétiques sont mieux encore à la portée des États-Unis. Mais il les ont écartées jusqu'ici l'une et l'autre.

Du cap Nord jusqu'à l'Arménie turque, la NATO a mis ou pourrait mettre à la disposition du *Strategic Air Command* des bases pour engins de grande puissance contre objectifs rapprochés beaucoup mieux placées encore que Cuba contre l'ensemble des objectifs américains. Les raisons politiques qui s'opposent à l'aménagement pour de nouveaux engins des bases existantes, comme à l'installation de bases

nouvelles, ont été jugées suffisamment sérieuses pour qu'on ne persistât pas dans cette voie.

La solution de l'engin intercontinental de plusieurs centaines de tonnes n'avait pas, semble-t-il, suscité beaucoup plus d'enthousiasme. En août 1962, au lendemain de la mise sur orbite des Vostoks III et IV, « la première escadrille spatiale » selon les dirigeants de Moscou, M. Mc Namara annonça la commande à Martin du Titan III, devenu depuis Titan III-C, de quelque 500 t, dérivé du Titan II par addition de deux « boosters » à poudre. Le nouveau véhicule-fusée était destiné à la mise sur orbite du Dyna-Soar, devenu depuis le X-20. Mais, du poids qu'il devait mettre sur orbite, on pouvait conclure qu'il placerait largement une charge de 100 mégatonnes aux portées intercontinentales. Peut-être a-t-on jugé cette charge trop puissante, ou plutôt a-t-on estimé que l'installation de silos pour des engins de telles dimensions serait trop onéreuse. Aussi annonçait-on, en février dernier, la mise à l'étude d'un Atlas II qui utiliserait au maximum, moyennant un simple changement d'ascenseur, la place disponible dans les silos de l'Atlas I.

L'engin sol-sol est donc une des solutions pour la livraison de charges assez puissantes pour échapper à l'interception. Mais, surtout dans les pays qui n'ont pas, comme les États-Unis et l'U.R.S.S., entamé depuis une dizaine d'années la construction de véhicules-fusées de gros tonnage, cette solution est certainement coûteuse et peu rapide.

### L'engin mer-sol

Peut-on demander à l'engin mer-sol, et spécialement à celui qui équiperait un sous-marin à propulsion atomique de détection particulièrement difficile, de livrer les charges de 50 mégatonnes jugées nécessaires pour échapper à l'interception? Comme pour les engins à portée intermédiaire que l'U.R.S.S. a voulu installer à Cuba, c'est à la fois une question de poids et de portée de l'engin.

Le choix du Polaris, avec son poids de 13 t et sa charge de 500 kilotonnes, rentrait dans la ligne générale de la doctrine américaine: multiplication du nombre des engins au détriment de leur puissance unitaire. Mais il s'accordait tout aussi bien avec le désir de l'amiral Raborn et de l'U.S. Navy de mettre en service un tel armement dans les délais les plus courts, avec seulement des modifications mineures aux sous-marins à propulsion atomique de mission différente alors en construction. Les engins à trois étages que l'amiral Gorchkov faisait défiler en novembre 1962 auraient, suivant les spécialistes américains en restitution photographique, un diamètre de 2 m et une lon-

gueur de 14 m; ils pèseraient dans les 45 t, le calcul étant fait sur la base de la densité et des dimensions des Polaris. Cette transposition navale des engins à portée intermédiaire pourrait évidemment être équipée de cônes de charge dépassant largement les 500 kilotonnes, même à leur portée maximum.

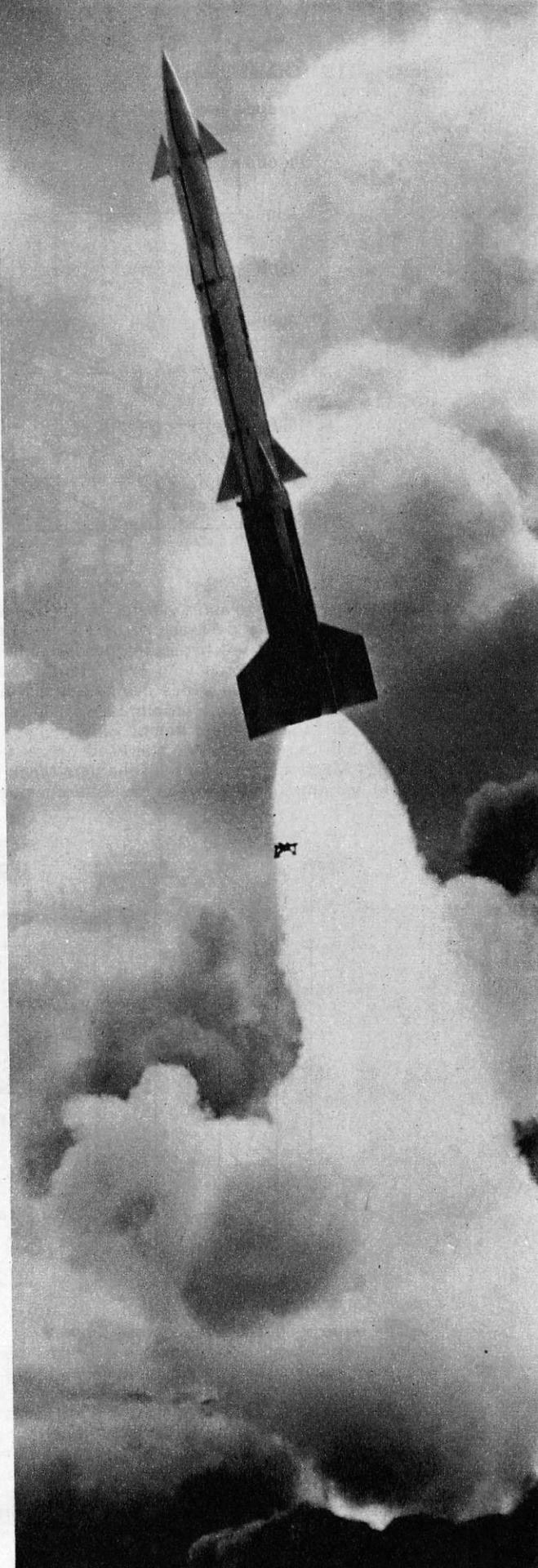
Le développement des Polaris, du A 1-P tirant à 2 200 km aux A 2-P de 2 800 km et au A 3-P de 4 600 km, visait essentiellement un gain de portée qui permet d'atteindre un objectif quelconque de l'U.R.S.S. en se maintenant à bonne distance de ses côtes. Sans doute, en réduisant à 2 200 km la portée des A 3-P, pourrait-on relever leur puissance. Mais on se heurte, dans cette zone de portées, aux lois de la balistique. On sait bien qu'au voisinage des portées intercontinentales un faible gain de vitesse suffit à donner une augmentation énorme de portée; l'exemple des Atlas établis pour 8 800 km et qu'on a pu faire tirer à plus de 14 000 km est suffisamment démonstratif. Au contraire, dans la zone des portées moyennes, vers 1 000 km, où elles sont sensiblement proportionnelles au carré de la vitesse, le gain en charge utile que l'on peut attendre d'une réduction de portée est considérable.

La politique militaire que l'on peut raisonnablement attribuer aux États-Unis et à l'U.R.S.S. influe alors beaucoup sur leurs programmes d'engins mer-sol. On conçoit mal le président Kennedy concentrant en temps de paix, en Baltique ou en mer Noire, les 41 sous-marins lance-Polaris qu'il prépare pour arroser lors d'une attaque brusquée l'ensemble des objectifs de la Russie d'Europe avec les plus lourds des cônes de charge qu'il pourrait ainsi placer. Une tactique similaire, mise en œuvre par des sous-marins soviétiques concentrés au large de New York et dans le golfe du Mexique est moins invraisemblable; elle justifierait le remplacement du troisième étage des engins mer-sol soviétiques par un cône de charge de 50 mégatonnes et plus.

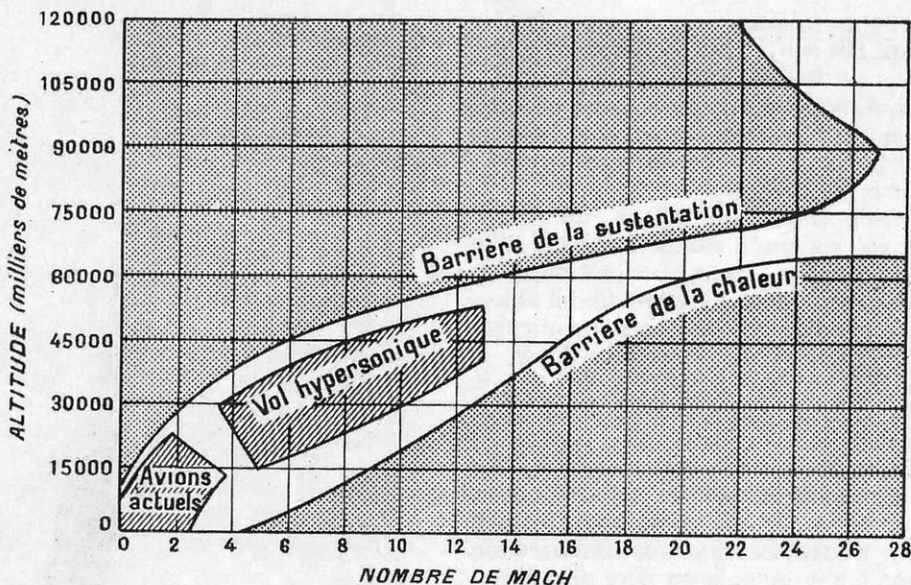
## L'engin air-sol

En prononçant la condamnation de l'engin balistique air-sol qui devait permettre aux Stratoferres de survivre, M. McNamara a tenu à la justifier. « Le Skybolt, a-t-il dit, combinerait les inconvénients du bombardier et ceux de l'engin. Du bombardier, il aurait l'absence de protection, la concentration et la vulnérabilité au sol comme la durée d'entrée en action. De tous nos engins balistiques, il aurait eu la précision la plus faible, le fonctionnement le plus mal assuré et la moindre puissance. » A ce qu'on connaît des caractéristiques des quatre engins de 5 t au prix de quelque 20 000 000

**Le Nike-Zeus**, le premier engin anti-engins américain, abandonné en 1963 en faveur du Nike-X.

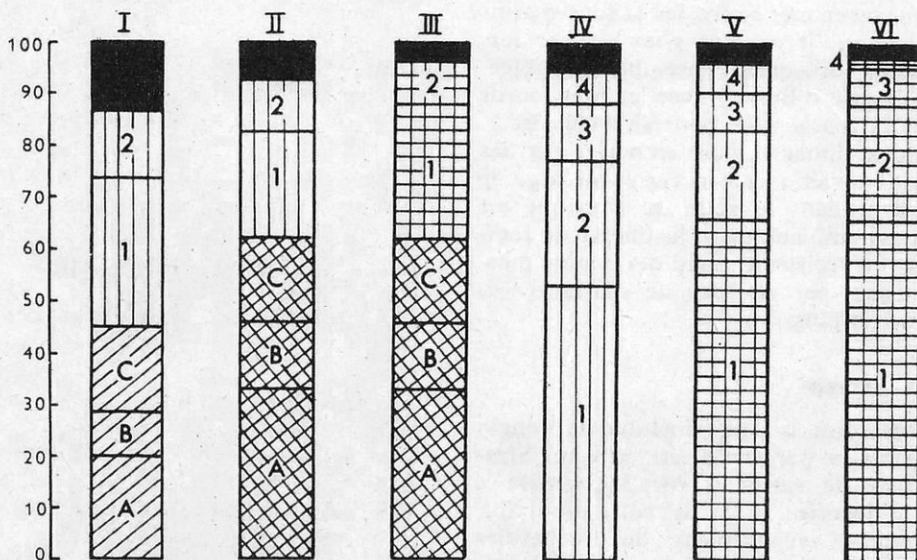


## engins balistiques



La figure indique, d'après Bristol Siddeley, en fonction du nombre de Mach et de l'altitude, la zone accessible au vol hypersonique des engins à propulsion par statoréacteur. Elle s'étend beaucoup plus loin que celle des avions actuels, en nombre de Mach comme en altitude, car le rendement du turboréacteur tombe assez vite au delà de 3,5. Le rendement du statoréacteur, excellent dès Mach 4,5 s'améliore jusque vers Mach 7 et certains envisagent son emploi, sous quelques

réserves, jusqu'à Mach 13. L'altitude de navigation possible augmente alors avec la vitesse, par exemple jusqu'à 40 000 m vers Mach 7. A chaque vitesse, la baisse de densité de l'air limite l'altitude à partir de laquelle il n'est plus possible de voler (barrière de la sustentation). En même temps, le relèvement de cette densité aux faibles altitudes (barrière de la chaleur) limite celle au-dessous de laquelle on ne peut plus naviguer, l'échauffement de la cellule devenant alors inadmissible.



La figure résume six avant-projets, par Bristol Siddeley, de véhicules pour lancement de satellites, les trois premiers avec un statoréacteur en premier étage, les trois derniers avec des fusées à tous les étages. Le poids des différents étages est représenté, en pourcentage, par leur importance mesurée sur l'échelle de gauche, la charge utile étant indiquée en noir. Pour les trois premiers, le statoréacteur qui les porte à Mach 10 est alimenté en hydrogène pour I, en kérosène pour II

et III; A, B et C représentent respectivement le poids du carburant, celui du statoréacteur et celui de la cellule; les deux étages-fusées sont alimentés en oxygène-hydrogène pour I et II, en propergols stockables pour III. Les trois derniers véhicules, qui comportent quatre étages de fusées chacun, sont alimentés respectivement, tous en oxygène-hydrogène pour le projet IV, tous en propergols stockables pour VI, et enfin en une combinaison des deux systèmes de propergols pour V.



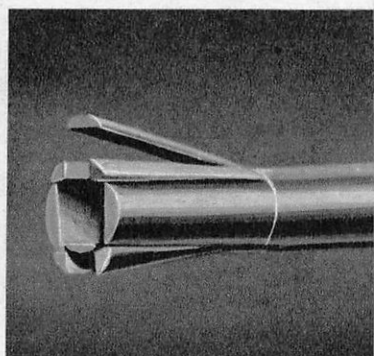
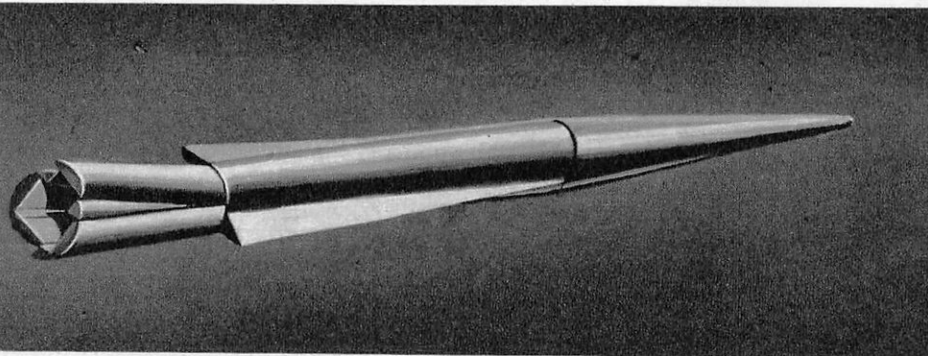
dollars qu'une Stratoferteresse de 220 t aurait dû conduire à moins de 1 600 km des objectifs, on ne peut que souscrire à ce jugement. Mais on en conclura seulement à l'indigence du programme établi par l'*U.S. Air Force* de 1957 à 1959, et non à la condamnation de principe de l'avion porteur d'engins nucléaires. Parmi les « nouveaux types d'armes encore plus mystérieuses, encore plus perfectionnées, encore plus terribles qui n'ont pas leur équivalent dans le monde », dont le maréchal Malinowski menaçait l'Occident dans son discours du 2 février dernier, l'avion peut en livrer qui ne le cèdent à aucune autre. Nous essaierons de le montrer sur la base des avant-projets britanniques de véhicules à stratoréacteurs établis depuis deux ans par Bristol Siddeley.

Cette formule d'engins comporte d'abord la substitution à l'engin balistique d'un engin semi-balistique, c'est-à-dire équipé d'une voilure et prolongeant sa trajectoire balistique par un plané ou des ricochets. Le plané était prévu dans l'étude faite à Peenemünde, en 1944-1945, d'un engin à deux étages pour le bombardement des États-Unis à partir de l'Allemagne; les ricochets étaient à la base du « bombardier antipodal » propulsé par fusée que présentait à la même époque le Dr Saenger. Mais les suggestions de ce genre, pour faciliter le lancement des bombes hors de portée de l'artillerie de défense, sont beaucoup plus anciennes. En proposant nous-même en 1936 une combinaison de la bombe-fusée et de la bombe planante qui eût permis, avec la vitesse des chasseurs-bombardiers de 1939-1945, de lancer des bombes sur Londres à partir du continent, nous n'avons pas manqué de rappeler l'antériorité de l'ingénieur général Crocco qui étudia le premier l'équipement avec une voilure d'une torpille lancée d'avion contre navire.

### Le planeur hypersonique

Le NASA a publié en 1957 le résultat de ses études, théoriques et expérimentales, sur ce type d'engin, qualifié d'« *hypersonic glider* » (planeur hypersonique). L'avantage est le gain de portée qui, pour la même vitesse initiale, double ou triple sensiblement suivant que l'on accepte le simple plané ou les ricochets. Mais le NASA mettait en garde contre les contraintes thermiques et mécaniques sévères que le ricochet à grande vitesse et forte accélération imposerait à la cellule. Or l'avantage passe au maximum pour les faibles portées, que l'on n'envisageait guère en 1957 lorsqu'on hésitait au contraire entre les 8 800 km alors attribués à l'Atlas et les 2 400 km du « *crash program* » de remplacement, le Thor et le Jupiter. En même temps, l'objection des contraintes thermiques

## engins balistiques



De ces deux types d'engins semi-balistiques étudiés aux États-Unis, l'un possède une voilure en delta

à très grand angle de flèche; pour l'autre, la sustentation est assurée par le corps se présentant

et mécaniques perd de sa valeur. A Mach 6 ou 7 elles peuvent être aisément surmontées. L'expérience récente des ricochets du X-15 le confirme, pour un avion auquel on impose les sujétions beaucoup plus sévères d'une voilure à surface calculée pour l'atterrissage, non exigée d'un engin. Or, dès Mach 7, la portée de l'engin à ricochets, de l'ordre de 1 300 km, approche de celle d'un Skybolt.

Faut-il conserver pour un engin de vitesse aussi modérée, qui dépasse à peine celle d'un V-2, la propulsion par fusée qu'on avait retenue pour celui-ci comme pour les projets du « bombardier antipodal » et de l'engin intercontinental allemand de 1945? De nombreuses études théoriques et expérimentales récentes, au premier rang desquelles il faut mentionner celles de Bristol Siddeley, offrent avec le statoréacteur des solutions de rendement très supérieur.

Depuis l'époque où North American construisait le premier engin intercontinental à voilure et statoréacteur, le Navaho de Mach 3,5 abandonné au profit de l'engin balistique, les études de ce mode de propulsion des engins se sont multipliées. Les plus avancées sont probablement les soviétiques : la presse technique américaine les a signalées depuis plusieurs années et l'on attribue notamment à un étage au moins de statoréacteur les tirs d'engins balistiques exécutés à l'été 1961 sur des objectifs du Pacifique central. Les études britanniques ont reçu une consécration officielle avec l'annonce, en septembre dernier, par M. Julian Amery, ministre de l'Aviation, d'une plate-forme de lancement à Mach 6 pour un chasseur spatial de vitesse suborbitale. Le « *scramjet* » (*Supersonic Combustion Ramjet*) semble bien être le mode de propulsion retenu aux États-Unis pour ce qu'on appelle l'« *aerospace plane* ».

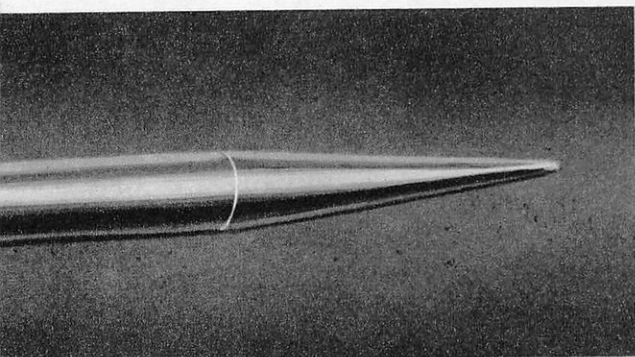
Sans entrer dans le détail des difficultés à vaincre et de leurs solutions techniques, la substitution du statoréacteur à la fusée se traduirait par une économie que chiffre « l'impulsion

spécifique » qui s'exprime en secondes et mesure la durée pendant laquelle la combustion d'un kilogramme de propergols exerce sur la fusée une poussée d'un kilogramme. Si elle est rapportée pour la fusée à l'ensemble des propergols, elle ne doit l'être, pour le statoréacteur, qu'au seul combustible, le comburant étant fourni gratuitement par l'atmosphère. Les nombreuses études théoriques américaines, britanniques et soviétiques indiquent, suivant les vitesses de fonctionnement, les combustibles, les variantes de statoréacteurs — et les auteurs — une impulsion spécifique s'échelonnant entre 1 500 s et 4 000 s. Ces chiffres sont à mettre en regard des 250 s des poudres, des 300 s des propergols liquides ordinaires, cryogéniques ou stockables, et des quelque 400 s attribuées à l'oxygène-hydrogène.

### L'engin à statoréacteur

Le combustible retenu pour le statoréacteur varie du kérosène ordinairement employé à l'hydrogène liquide déjà accepté pour les étages supérieurs des grosses fusées américaines. Si l'on recule devant celui-ci, devant son prix et les problèmes non entièrement résolus qu'il pose, on peut du moins envisager le recours au méthane liquide. Au moment où l'on construit des méthaniers qui conserveront en soute cet hydrocarbure pendant une semaine et brûleront dans leurs chaudières la part qui s'en évapore, la technique du véhicule à statoréacteur peut copier immédiatement la technique maritime. Elle y trouvera l'avantage d'un combustible de pouvoir calorifique notablement supérieur au kérosène et d'encombrement très inférieur à l'hydrogène liquide.

Pour l'évaluation de la charge utile d'un engin lancé par avion de Mach 2 et propulsé par statoréacteur jusqu'à Mach 7, nous utiliserons les avant-projets publiés récemment par le Dr R.R. Jamison, ingénieur en chef adjoint du



en oblique. Stabilité et manœuvre sont demandées aux formes arrière (empennage en pétales).

service statoréacteurs de Bristol Siddeley. Ils se rapportent à un véhicule que l'étage statoréacteur propulse jusqu'à Mach 10. En ramenant la vitesse à Mach 7, la correction porte la charge utile à 65 % pour l'alimentation en hydrogène, à 55 % pour l'alimentation en kérosène. L'alimentation en méthane la situerait vers 60 %.

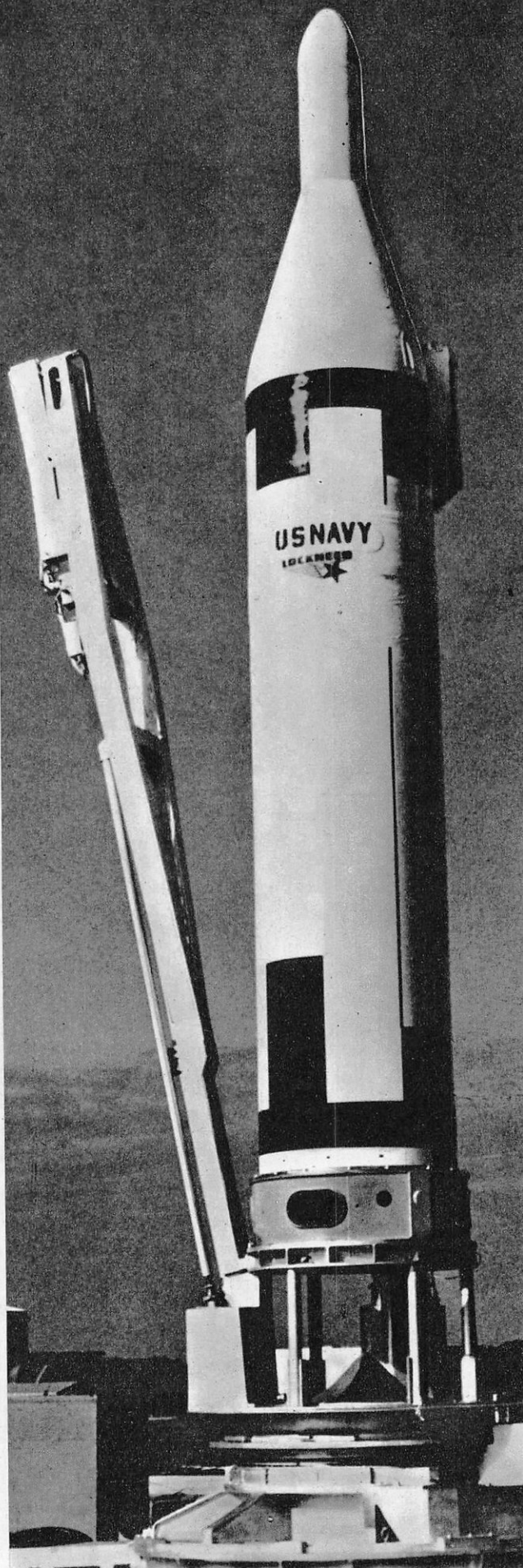
De tels rendements mis en regard des quelque 2 % des engins balistiques sol-sol à portée intercontinentale, expliquent qu'on puisse relever à quelques dizaines de mégatonnes la puissance d'un engin air-sol équipé d'une telle propulsion, sur les nombreux chasseurs-bombardiers et bombardiers légers de Mach 2 en service ou en construction. Leurs poids au décollage s'échelonnent de 22 t pour le Republic F-105 D, le chasseur-bombardier en service dans les unités de l'*U.S. Air Force* stationnées en Allemagne, aux quelque 30 t du Mirage IV français et du TSR-2 qui doit faire ses essais dès cette année en Grande-Bretagne, et aux 33 t du General Dynamics F-111 A à l'étude des Etats-Unis.

Si l'on décolle l'avion avec le minimum de combustible dans ses réservoirs et dans ceux de l'engin, et qu'on procède ensuite à leur remplissage commun par ravitaillement en vol, on pourrait facilement charger de tels engins des 7 t d'explosif nucléaire correspondant à une puissance de 50 mégatonnes. Ce genre de ravitaillement en vol est déjà utilisé pour les Hound Dog de Mach 2 des Stratofortresses B-52 G, où le turboréacteur de ces engins aide au décollage, leurs réservoirs étant ensuite complétés par du kérosène prélevé dans ceux de l'avion, lui-même ravitaillé éventuellement en vol.

Telles sont quelques-unes des perspectives ouvertes à l'engin hypersonique propulsé par statoréacteur dont les premiers contrats d'études étaient sollicités, en février dernier, à la fois par l'*U.S. Air Force* et par le NASA.

**Camille ROUGERON**

Le Polaris type A-2, de 2 750 km de portée, qui équipe les derniers sous-marins entrés en service.



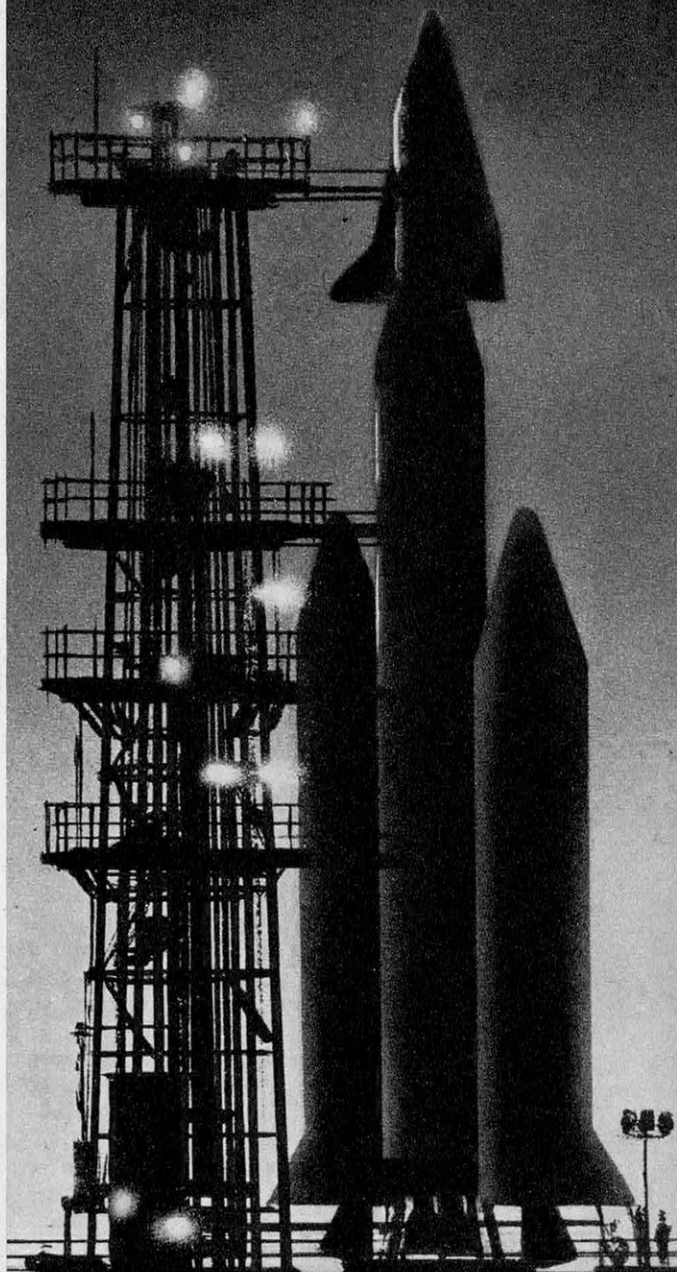


Au delà du domaine classique de l'avion,  
mais en deçà de celui des engins spatiaux,  
le planeur hypersonique Dyna-Soar X-20 va préfigurer l'avion orbital  
militaire ou civil qui, satellisé à faible altitude,  
reviendra au sol par ses propres moyens.



Dyna-Soar X-20 et Titan III

# VERS L'AVION ORBITAL



Sur l'aire de lancement

**S**i l'on excepte le North-American X-15 qui détient actuellement les records de vitesse et d'altitude absolus avec Mach 7 et 80 000 m, les avions classiques sont actuellement limités à un nombre de Mach de l'ordre de 2,5 à 3. De leur côté, les satellites artificiels dans leur ronde autour de la Terre volent à des vitesses de près de 28 000 km/h. Il y a donc entre ces deux domaines un très large fossé ouvert à la recherche, et que l'on s'efforce de combler par le développement d'un avion orbital, c'est-à-dire capable de décoller par ses propres moyens ou à l'aide d'un lanceur, d'atteindre une vitesse suffisante pour se satelliser à moyenne altitude, puis de faire sa rentrée dans l'atmosphère et de revenir atterrir suivant des procédés classiques.

Les États-Unis consacrent beaucoup d'efforts à un tel programme, dont le développement du X-15 peut être considéré comme la première phase, mais qui doit se matérialiser à plus ou moins brève échéance par le vol du X-20, premier appareil à pouvoir effectuer les missions ci-dessus mentionnées.

## L'aérodynamique supersonique

Le domaine des vitesses excédant un nombre de Mach de 5 présente des caractéristiques particulières qui les différencient dans une certaine mesure des écoulements supersoniques; c'est le domaine des vitesses hypersoniques.

Si nous considérons l'écoulement autour d'un corps à une telle vitesse, nous voyons une onde de choc détachée en avant du corps et séparée de ce dernier par une région subsonique, puis, tout autour du corps, une couche limite. Dans la zone subsonique, l'air est portée à une température si élevée qu'il se trouve ionisé, presque complètement en ce qui concerne l'oxygène et partiellement seulement pour l'azote. Cette ionisation absorbe cependant une grande quantité de chaleur, et la température reste finalement inférieure à ce qu'elle serait sans elle. Par contre, elle est fortement néfaste du point de vue des communications radioélectriques avec le mobile, et de ce fait peut singulièrement compliquer les problèmes de guidage à distance. Quant à l'onde de choc, elle s'épaissit au fur et à mesure qu'elle s'incline sur la direction du mouvement.

Un certain nombre d'études expérimentales ont déjà été effectuées qui permettent de se faire une idée des formes que devront présenter les avions hypersoniques.

Le problème de la rentrée dans l'atmosphère a conduit à s'intéresser tout d'abord à des corps à nez arrondi, dont l'étude aérodynamique est relativement simplifiée.

Mais pour un planeur hypersonique d'autres problèmes se posent, notamment celui de la finesse optimale à atteindre pour avoir le meilleur rayon d'action. De ce point de vue, ce sont les caractéristiques aérodynamiques de la voilure et l'effet sur ces dernières de l'interaction aile-fuselage qui sont les plus importantes à prendre en considération. Les conclusions sont évidemment inverses de celles auxquelles on est conduit pour améliorer la rentrée, et il est nécessaire, dès le stade de l'avant-projet, d'admettre un compromis.

L'aérodynamicien de la NASA américaine, Eggers, a particulièrement étudié la forme à donner aux avions hypersoniques pour satisfaire à la fois aux problèmes thermiques et à ceux de portée. Il a expérimenté diverses formes de corps en combinant de toutes les manières possibles des fuselages en cônes, en demi-cônes de révolution et des ailes delta de forte flèche. Les résultats ont montré que la meilleure finesse était obtenue avec un corps en forme de demi-cône placé à la partie inférieure de l'aile delta.

D'autres chercheurs de la NASA ont cependant proposé des solutions différentes, avec notamment un fuselage au-dessous de la voilure, préférant sacrifier quelque peu la finesse pour conserver des traînées réduites lorsque l'incidence de vol est élevée. Nous verrons plus loin que c'est une forme de cette nature qui a été en définitive retenue pour le premier avion hypersonique, le Dyna-Soar X-20.

## Les méthodes d'investigation

Tous les résultats précédents ont nécessité des installations aérodynamiques particulières. En effet, les souffleries classiques sont limitées à des vitesses de l'ordre de Mach 5 par suite du refroidissement qui accompagne la détente à grande vitesse du fluide, et qui dans le cas de l'air peut amener la liquéfaction. On a alors trouvé un premier remède qui consiste à utiliser de l'hélium, gaz dont le point de liquéfaction est nettement inférieur à celui de l'air. On peut ainsi arriver à reproduire des vitesses égales à vingt fois celle du son.

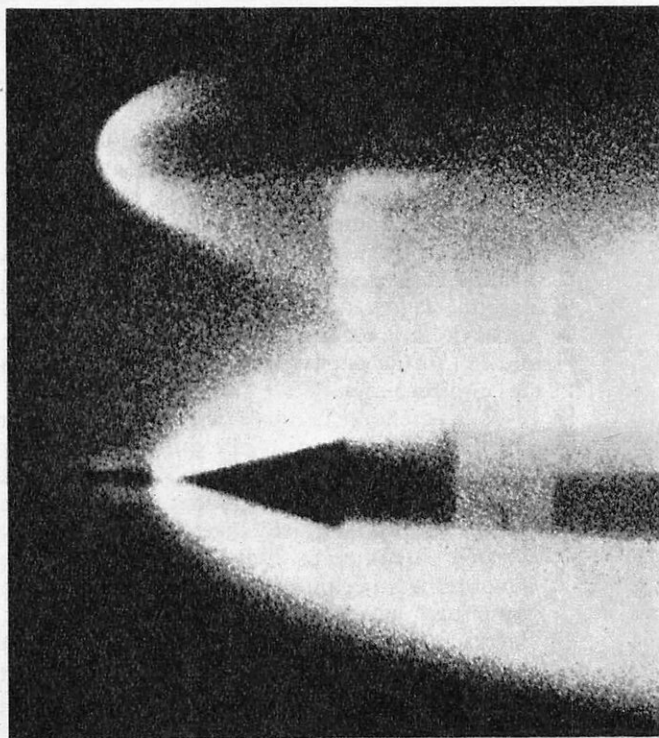
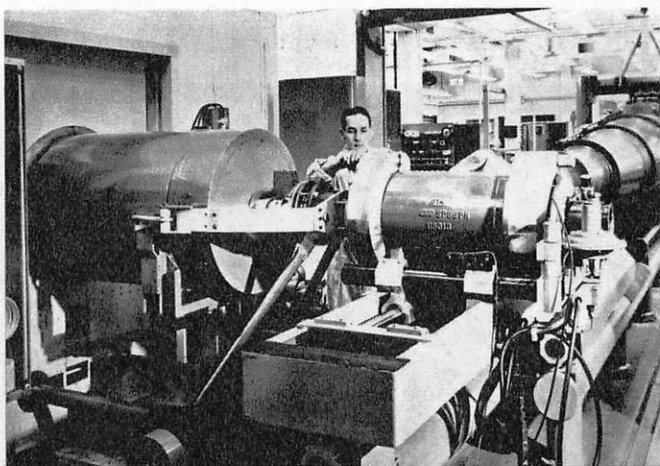
On a cependant cherché à accroître les possibilités des souffleries en préchauffant le fluide de travail avant de le détendre dans la tuyère. C'est ainsi que l'on est arrivé aux souffleries tièdes et aux souffleries chaudes. Dans les premières, on utilise des réchauffeurs à accumulation, c'est-à-dire qu'un fluide très chaud traverse le système et lui abandonne une certaine quantité de calories qu'il recédera ensuite au fluide de travail de la soufflerie.

Dans les souffleries chaudes, le fluide est porté à très haute température par l'éclatement d'un arc électrique dans la chambre amont, ce qui en même temps provoque la rupture d'un diaphragme et l'écoulement de la rafale de fluide. Ces rafales doivent avoir une durée extrêmement faible, car la structure de la soufflerie et notamment le col de la tuyère sont soumis à des flux de chaleur très intenses auxquels ils ne sauraient résister plus de quelques centièmes de seconde.

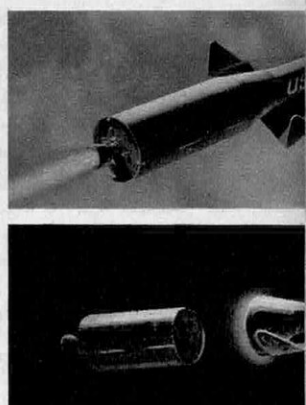
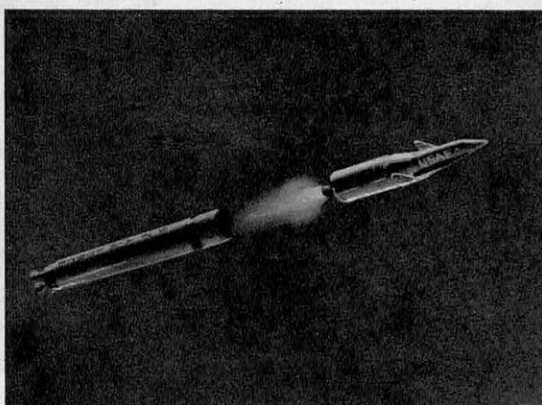
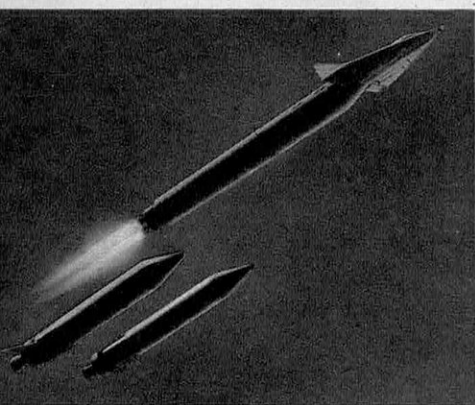
Au delà de la soufflerie chaude, on trouve encore la soufflerie à plasma, dans laquelle on envoie dans la tuyère une bouffée de plasma qui peut être portée à des températures supérieures à 6 000° K.

Mais, parallèlement aux souffleries, deux autres types d'installations d'essai directement adaptées aux vitesses hypersoniques ont été réalisées. Les premières sont les *tunnels de tir*. Ils sont basés sur le principe inverse de celui des souffleries, à savoir qu'au lieu d'envoyer un fluide à grande vitesse autour d'une maquette immobile, c'est la maquette qui se déplace au sein d'un fluide au repos. La maquette est tirée au moyen d'un canon à gaz léger, tel que l'hélium, qui, chauffé à une température très élevée permet d'atteindre des vitesses de 8 000 à 10 000 m/s. Une telle méthode présente l'avantage de ne nécessiter qu'une énergie très inférieure à celle requise pour accélérer jusqu'aux mêmes vitesses une veine fluide, même de dimensions modestes. Les plus grands de ces tunnels de tir ont des longueurs allant jusqu'à plusieurs centaines de mètres. Il n'est évidemment plus question de mesurer directement les efforts auxquels est soumise la maquette, mais on peut les déterminer par un enregistrement photographique de la trajectoire; par exemple, la traînée s'obtient à partir de la mesure de la décélération longitudinale. Diverses autres méthodes de visualisation optique, telles que l'ombroscopie, permettent encore d'étudier les caractéristiques de l'écoulement autour de la maquette, et en particulier de déterminer la position des ondes de choc. Pour aller plus loin encore, on a tenté d'associer la soufflerie au tunnel de tir, c'est-à-dire que l'on tire la maquette d'essai à contre-courant dans un fluide lui-même en déplacement. Les vitesses relatives s'ajoutent alors, et avec une installation de cette nature, la NASA est parvenue à reproduire des nombres de Mach de l'ordre de 20.

La dernière catégorie d'installations dont nous voudrions dire quelques mots ici est celle des tubes de choc. Les plus simples se composent d'un tube cylindrique séparé en deux parties par une membrane dont la rupture brutale libère la détente d'un gaz forte-



Cette soufflerie hypersonique de Boeing à Seattle a coûté près d'un million de dollars. Elle permet les recherches aérodynamiques sur une très large gamme de vitesses, entre 30 et 30 000 km/h. Le tunnel proprement dit mesure 17 m de long et la chambre d'expériences où sont placées les maquettes a 112 cm de diamètre. En haut, un technicien ferme la chambre où de l'air va être fortement comprimé et où va jaillir un arc électrique déchargeant une puissante batterie de condensateurs. L'air porté à haute pression et à haute température se détend brusquement à travers le tunnel où on a fait le vide et atteint des vitesses hypersoniques autour de la maquette. Celle que l'on voit ci-dessus se trouve dans un écoulement à Mach 14; l'énergie cinétique se transforme en chaleur à son voisinage.



Cette suite de dessins montre différentes phases de la mise sur orbite d'un X-20 par une fusée Titan III dont on voit à gauche les deux « boosters » à poudre se détacher en fin de combustion. Le lancement

## vers l'avion orbital

ment comprimé dans l'un des deux compartiments. On obtient des écoulements à très haute température mais à vitesse relativement modérée, accompagnés d'une onde de choc. Pour accroître cette vitesse, on doit monter en aval de la membrane une tuyère divergente qui amplifie la détente. Le gros inconvénient des tubes de choc est la très faible valeur des durées d'essai qui ne dépassent pas quelques dizaines de millisecondes.

Pour améliorer la durée de l'essai, on a cherché diverses solutions. Celle qui a conduit aux résultats les plus intéressants, mais au prix d'une complexité assez grande, a été mise au point au Laboratoire d'aérodynamique du Cornell Institute aux États-Unis. Elle consiste à monter à la périphérie d'un cylindre tournant toute une batterie de tubes de choc qui se déversent les uns à la suite des autres dans une même tuyère de détente. On peut ainsi parvenir à des durées d'essai supérieures à 10 secondes.

La soufflerie permettant d'obtenir les plus hautes performances est actuellement celle de la Société Boeing qui peut reproduire des écoulements jusqu'à Mach 27. C'est une soufflerie à arc, ce dernier étant alimenté par une batterie de 2 280 condensateurs; la chambre d'expérience a un diamètre de 1,12 m. Les températures et les altitudes simulées peuvent atteindre respectivement 8 300° et 78 000 m.

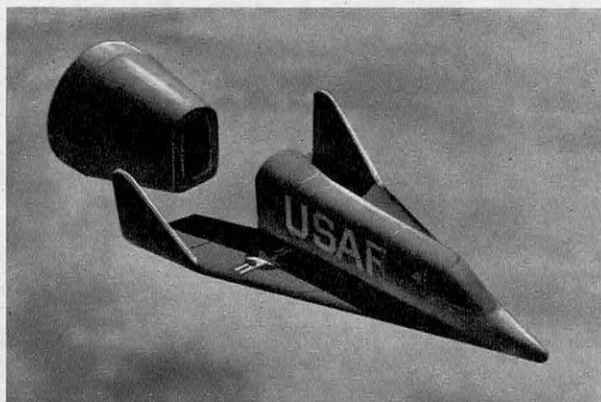
## Le X-20 « Dyna-Soar »

C'est avec cet appareil, en construction chez Boeing, que débiteront véritablement les réalisations d'avions orbitaux. La conception en est déjà assez avancée, puisqu'une maquette a été

présentée à l'exposition de l'U.S. Air Force de 1962. La forme en plan est en delta, avec tout le fuselage se présentant grossièrement comme un demi-cône posé par-dessous; comme sur le X-15, il faut d'abord signaler l'épaisseur élevée de la voilure et des surfaces de contrôle qui changent radicalement de ce que l'on avait l'habitude de voir sur les avions supersoniques, même volant à Mach 2. En dehors de cela, il faut noter certaines particularités que l'on n'a encore rencontré sur aucun avion existant : les panneaux de revêtement de la voilure et du fuselage sont séparés par des fentes afin de permettre la dilatation sous l'effet de l'échauffement intense au cours de la rentrée dans l'atmosphère. En outre, les gouvernes sont constituées par des éleveurs épais à bords arrondis placés aux extrémités latérales de la voilure : elles peuvent également jouer le rôle de freins aérodynamiques.

Du fait de l'échauffement aérodynamique au cours de la rentrée dans l'atmosphère, l'un des problèmes technologiques les plus ardu à résoudre a été celui des matériaux de structure. Ceux-ci sont essentiellement composés d'alliages au nickel, molybdène ou niobium et, pour les parties les plus exposées à la chaleur, de céramiques hautement réfractaires.

Le Dyna-Soar a été dénommé planeur hypersonique, et ceci est justifié par le fait qu'il n'a pas de moyen de propulsion propre. Le vol nécessitera donc l'emploi d'une fusée de lancement et, pour le moment, on parle du Titan 3, version dérivée de l'engin balistique intercontinental bien connu. Cet engin doit avoir pour premier étage un moteur-fusée à liquide associé à deux propulseurs à poudre, la poussée totale atteignant 1 300 tonnes. La



se poursuit avec les étages successifs largués l'un après l'autre. Seul subsiste enfin le planeur hypersonique piloté, débarrassé alors de la plaque qui protégeait l'habitacle contre l'échauffement aérodynamique.

poussée du second étage est, quant à elle, de 45 tonnes. Le moteur Aerojet AJIO utilise comme propergols du peroxyde d'azote et un mélange à parties égales d'hydrazine et de diméthylhydrazine dissymétrique, cette combinaison développant une impulsion spécifique de 315 secondes.

Il semble que cet engin doive permettre de satelliser des charges de 6 tonnes sur des orbites situées à 1 500 km; or, le poids du X-20 pourra évoluer entre 6,8 t et 4,5 t selon le poids d'équipements emporté. Cela donne l'ordre de grandeur des missions qui pourront être demandées à l'avion. Pour les premiers vols qui, quoi qu'il en soit, devraient avoir lieu en 1964, le X-20 sera lancé d'avion suivant la même procédure que pour le X-15, l'avion lanceur pouvant être soit un B-52, comme pour ce dernier, soit un B-70, si son programme est suffisamment avancé à cette époque.

Avant même qu'ait eu lieu le premier vol du X-20, les techniciens américains se sont penchés sur un successeur possible, et ils ont envisagé, non plus un planeur hypersonique, mais un avion auto-propulsé. Cette propulsion serait assurée par des statoréacteurs brûlant de l'hydrogène liquide, et montés sur l'intrados plat du fuselage et de l'aile. Ces statoréacteurs auraient de très larges entrées d'air, étant destinés à fonctionner à des altitudes de l'ordre de 150 km.

Les États-Unis ont déjà fait de gros efforts, financiers sur le programme du Dyna-Soar puisqu'au total 315 millions de dollars lui ont été alloués au cours des trois années 1961, 1962, 1963. C'est donc, on peut le dire, le projet le plus avancé dans cette gamme d'appareils. Mais d'autres projets sont également à

l'étude, dont il nous faut maintenant dire quelques mots. Tous présentent la caractéristique commune d'être associés à une plateforme de lancement qui ne serait pas obligatoirement un engin balistique, mais pourrait se rapprocher d'un véritable avion.

Mentionnons enfin le véhicule ASTRO, dont l'étude se poursuit sous l'égide de l'Armée Américaine. Ce nom signifie Advanced System Truck Trainer Transport Reusable Orbital, c'est-à-dire Système Orbital Avancé Réutilisable pour le Transport de Charges. Il s'agit d'un véhicule à deux étages; le premier est propulsé par un moteur M.1 à hydrogène et oxygène liquides de 540 tonnes de poussée et deux moteurs J.2 de 30 tonnes de poussée chacun, alimentés par les mêmes propergols, le poids total de ceux-ci atteignant 260 tonnes. Quant au second étage, également à voilure delta, il est prévu pour transporter une dizaine de passagers ou une charge marchande équivalente et serait propulsé par un moteur J.2 associé à deux moteurs R.L.10 développant chacun 6,8 tonnes de poussée. La hauteur totale de l'ensemble en position de lancement atteindrait une cinquantaine de mètres. Aucune date n'a encore été donnée pour la mise en œuvre de ce programme.

On voit toutefois par les quelques exemples que nous venons de citer, que l'idée d'un véhicule orbital pouvant atterrir par ses propres moyens et être lancé par un engin récupérable fait son chemin. Il pourrait en effet trouver des applications tant militaires que commerciales qui seraient obtenues avec une économie beaucoup plus grande que par les satellites artificiels classiques.

**Jacques SPINCOURT.**

# LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE AVIATION

24, Rue Chauchat, Paris 9<sup>e</sup> - 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'aide 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 laminaux. — 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 vitesse. Les équations du vol. Considérations sur l'équation de sustentation. Calcul des performances (principe des diverses méthodes). Puissances utilisables et nécessaires. Poussée utilisable et nécessaire (précisions sur les définitions). Caractéristiques du vol en palier. Avions à hélices. Aérodynes à réaction. Étude du virage. Le vol sans moteur. Les accélérations longitudinales. La montée à vitesse pratiquement constante. La montée à vitesse variable. Décollage et atterrissage. Distance franchissable. Autonomie. Exemples de problèmes d'optimisation d'avions de transport. Notions élémentaires sur la stabilité et la maniabilité. Les phénomènes limitant les performances. Annexes: La propulsion par l'hélice. Méthode graphique d'exploitation de l'équation de sustentation. Recherche d'une loi de montée optimum. Quelques remarques sur les performances des véhicules hypersoniques terrestres. Exercices de calculs des performances. Abaques et tableaux numériques. 468 p. 16 × 25, 344 fig., 17 planches, relié, 1960 ..... 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. Aérodorsion. 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 agitée. 160 p. 16 × 25, 115 fig., 2<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> édit. 1963. F. 32,00

## CONSTRUCTION - MOTEURS

**ÉLÉMENTS DE CALCUL DE CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE.** Guillenchmidt P. — Tables. Formules. Technologie. Renseignements généraux: mécanique, technologie des matériaux employés dans la construction. Courbes de flambage établies d'après les formules Johnson-Euler. Résistance des matériaux appliquée à la construction aéronautique. Flambage. Cisaillement. Calcul des nœuds. Flexion. Poutres continues. Centre de cisaillement et centre élastique. 620 p. 13 × 21, 331 fig. et tabl., relié toile, 2<sup>e</sup> édit. revue et mise à jour, 1952 ..... F 36,00

**RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX APPLIQUÉS À L'AVIATION.** Vallet P. — Rappel des notions de mathématiques et de mécanique. Résistance des matériaux générale. Complément de résistance des matériaux générale. 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: Traçage, 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. Outillages d'assemblage. L'aménagement et le montage final: Équipement des ensembles. Chaînes de montage final; atelier de piste. L'interchangeabilité. Le contrôle technique. Les fabrications spéciales. L'évolution des fabrications aéronautiques: Évolution due aux matériaux et demi-produits; évolution de l'outillage, des procédés, des machines. Évolution de la technique avion; mur de la chaleur. Avions hypersoniques. Fabrication des missiles. 848 p. 19 × 27, 693 fig., relié toile, 1960. .... 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 déterminent 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 × 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. Etalonnage. Performances: Etalonnages.** — Passage sur base. Passages à la tour. Accompagnements. Avions balise. Etalonnage: d'incidence, de dérapage. Méthodes continues d'étalonnage. **Performances:** Performances: en palier rectiligne des avions à réaction; en montée ou descente rectiligne uniforme (avions lents, planeurs); en montée rectiligne, uniforme ou non des avions à réaction; en virage, marges de manœuvre. Domaine de vol, décrochage et limites de manœuvre. Détermination, en vol des coefficients aérodynamiques, polaire en vol. Décollages et atterrissages, 192 p. 16 × 25, tr. nbr. fig., 2<sup>e</sup> 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 × 25, tr. nbr. fig., 2<sup>e</sup> 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'embellage. Recherche des efforts dans l'embellage. Calcul de résistance des organes de l'embellage. La distribution. Pièces diverses. Les phénomènes vibratoires dans les moteurs. L'équilibrage. Projet cinématique et de résistance des métaux. **Les fonctions annexes.** Graissage. L'équilibre thermique du moteur. Carburant. Allumage. **Définitions générales relatives aux moteurs d'avions:** Généralités. Règlement de délivrance des certificats de navigabilité. Vocabulaire. Étude des procédés technologiques employés en matière des moteurs. **Les méthodes d'essais:** Généralités. Les dispositions matérielles communes aux trois sortes d'essais. La réduction des essais. Les dispositions spéciales à chacun des types d'essais. Notions sommaires sur les carburants et lubrifiants. 1 vol. de texte, 678 p. 19 × 28, cart. 1 vol. de planches 21 × 27, 73 planches sous portefeuille cartonné, 2<sup>e</sup> édit., 1953 ..... F 140,00

**PROPULSION PAR RÉACTION. Smith G.-G.** — Poussée et performances. Propulsion par réaction ou par hélice. Éléments de la turbine à gaz. Système de combustion, alimentation en carburant. Problèmes posés par la métallurgie. Avions propulsés par réaction. Problèmes aérodynamiques. Avions sans queue et ailes volantes. Moteurs compound. Statoréacteurs. Propulsion par fusée. Turbines à gaz à pression constante fonctionnant en cycle fermé: milieux actifs gazeux et liquides. Turbines pour véhicules routiers. Adoption officielle des avions à réaction. Point de vue des techniciens sur la propulsion par turbines à gaz. Productions françaises récentes: turboréacteurs. Pulsoréacteurs. Avions. Hélicoptères. 440 p. 14 × 22, nombr. fig., 2<sup>e</sup> édit., relié, 1952 ..... F 34,00

**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:** poussée, puissance, rendement. **Turboréacteurs en utilisation:** installations, entretien, pannes.

Fusées, statoréacteurs, pulsoréacteurs, motoréacteurs, turbopropulseurs, propulsion par réaction et vol vertical: hélicoptères, appareils divers. 402 p. 16 × 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 × 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 × 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 × 21, 211 fig., 2<sup>e</sup> 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 × 21, 206 fig., 2<sup>e</sup> édit., 1956 ..... F 22,00

**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 × 23, 1953 ..... N 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 × 23, 400 fig., 4<sup>e</sup> édit., 1957 ..... F 15,00

**LA RADIO DANS LA NAVIGATION. Reynes X.** — Radiotélégraphie. Radiogoniométrie. Radiophares. Radio-atterrissage. Radars-sondeurs U. S. et radioélectriques. 342 p. 16 × 25, 230 fig., 3<sup>e</sup> édit., 1951 ..... F 18,00

**LES STATIONS RADIOÉLECTRIQUES DE BORD MARINE ET AVIATION. Reynes X.** — Règles de services. Description. Schémas. Exploitation. Réglages. Code Q. 210 p. 13,5 × 21, 105 fig., 1951 ..... F 9,90

**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 radions 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 × 18, 144 fig. et nbr. illustr., 1962 ..... F 12,00

**TRAITÉ PRATIQUE DE NAVIGATION AÉRIENNE. Duval A. B. et Hébrard L.** — Règles générales de navigation aérienne. Compas. Navigation estimée. Point observé. Instruments de bord et de navigation. Pratique de la navigation. 214 p. 16,5 × 25, 124 fig., 10 pl., 5<sup>e</sup> édit., revue et aug., 1950 ..... F 10,00

**PILOTAGE. Stani.** — Aéronautique à l'usage des pilotes. Le poste de pilotage. Le terrain et l'espace aérien. Avant le vol. L'envol. Le virage et le retour au sol. La voltige. Le voyage. Le vol de nuit. Le vol de groupe. Les

avions modernes. L'avion à réaction. La sécurité. L'hydravation. Le V. S. V. Le vol à voile. Les voilures tournantes. L'atterrissage sans visibilité. 260 p. 16,5 x 25, nombr. fig., 1951 ..... 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'atterrissage. Virages, montées et descentes. Pertes de vitesse et vrilles. Le moteur. L'hélice. Votre premier vol, seul. Navigation à vue. L'atmosphère. Le gyroscope et les instruments Sperry. Essences et huiles. Le moteur et son alimentation. Altitude; mélange; puissance. La bougie et la magnéto. Hélices à pas variable. L'avion et sa structure. Le givrage. Autres accessoires. De l'électricité. La radio en aviation. Le vol sans visibilité. L'aviation militaire. Les rafales. Le vol silencieux; le planeur. Les transports aériens. 272 p. 18 x 23, 420 fig., nouveau tirage, 1958 ..... F 9,50

**L'ESSENTIEL DE L'ART DU PILOTAGE. Monville A. P. et Costa A.** — Le pilotage. P.S.V. Sécurité. Vol à voile. Avions modernes. Conseils pratiques. 166 p. 16 x 24, nombr. photos et fig., 8<sup>e</sup> édit., 1960 ..... F 9,60

**MÉTÉOROLOGIE POUR AVIATEURS. Sutcliffe R. C.** — Traduit, développé et mis à jour par Lecomte R. et Godart O. Organisation météorologique. Météorologie générale et prévision du temps. Le climat. 366 p. 15 x 21,5, 114 fig., 1954. **Annexe:** Cartes synoptiques. Transmission 40 p. 15 x 21,5, 6 tabl., 1954. Les 2 vol. 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. 248 p. 16 x 24, 40 pl. nuages (3 en couleurs), 150 illustr., 7 pl. en couleurs. Nouvelle édit., 1956 ..... F 19,50

**NAVIGATION PAR INERTIE. Carpentier J., Radix J.-C., Bouvet J. et Bonneville G.** — Navigation par inertie à bord des missiles balistiques: généralités sur le fonctionnement des centrales à inertie. Organisation d'une centrale, pour missile balistique. Stabilisation d'une plateforme. Étude des erreurs. Terminologie. Exercices. **Navigation par inertie à bord des avions:** étude théorique de la centrale de navigation à inertie pour avion. Pendule de Schüler. Précision des centrales de navigation à inertie. Systèmes hybrides. **Gyroscopes et accéléromètres:** gyroscopes utilisés en navigation à inertie. Les accéléromètres de navigation à inertie. Le couple gyroscopique. Modes d'oscillation d'une plateforme de Schüler. 308 p. 16 x 25, 113 fig., relié toile, 1962 ..... F 58,00

**COMMENT APPRENDRE A PILOTER UN HÉLICOPTÈRE. Busson G. et Lefort P.** — Les voilures tournantes de l'antiquité à nos jours. Aérotechnique. Classification des giravions actuels. Commandes et pilotage de l'hélicoptère. Comparaison entre la manœuvre de l'avion et celle de l'hélicoptère. École. Brevet, licences. Circulation aérienne. 152 p. 14 x 22, nbr. fig., 1951. .... F 12,00

**INVITATION AU VOL A VOILE. Beuville J. et G.** — Les hommes. Les machines. Le ciel. La vie du vol à voile. Croquis de piste. 212 p. 13,5 x 21. illustré, 1960 F 8,50

**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<sup>e</sup> édit. revue et mise à jour, 1956 ..... F 14,00

**LA VIE EN VOL ET EN PLONGÉE. Chauchard (Dr. P.).** — Altitudes aériennes et profondeurs aquatiques. Les milieux et leur conquête. Les effets chimiques des variations de pression atmosphérique et les moyens de les éviter. Les effets physiques du vol et de la plongée. Pression atmosphérique, température, pesanteur, rayons cosmiques. Les effets spéciaux de l'avion. Problèmes de psychologie et de médecine aéronautique. 344 p. 14 x 19,29 fig., 1958 ..... F 12,00

**CHUTE LIBRE. Suire A.** — Record du monde. Sous le signe de la peur. La course à la seconde. Entraînement solitaire. Le sens de l'air. Homme-oiseau. Notes techniques. 242 p. 15 x 20,5, 37 photos, 20 dessins. Sous couverture illustrée, 1959 ..... F 14,00

**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 magnétrons. 216 p. 16 x 24 400 illustr. 1962 F 18,00

**CE QUE LE TECHNICIEN DOIT SAVOIR DU RADAR. Chrétien L.** — Les lampes pour ondes courtes. Lignes coaxiales. Lignes de transmission. Guides d'ondes. Radiateurs d'ondes. Les circuits modulateurs. Le récepteur du radar. I.F.F. ou dispositifs d'identification. 248 p. 14 x 22,5, 236 fig., 2<sup>e</sup> édit., 1955 ..... F 9,90

**LE RADAR. Lepêtre R.** — Théorie des ondes électromagnétiques. L'équation du radar dans l'espace libre et la propagation des ondes très courtes et ultracourtes dans la troposphère. Caractéristiques des émissions radar, choix des paramètres fondamentaux. Les organes essentiels des appareils radar. Différentes utilisations et applications du radar. 295 p. 16,5 x 25, nbr. fig., 1951 ..... F 23,00

**BALISES RADAR. Roberts A.** — L'emploi des balises. Exigences des systèmes comportant des balises. Codage et communications. Trafic et construction. Projets de balises: circuits HF. Récepteurs de balises. Émetteurs de balises: les magnétrons. Émetteurs à triode. Source d'énergie et vérification des performances. Synthèse d'un système de balise. Étude des radars pour le fonctionnement avec balise. Projet d'un interrogateur-répondeur. Dispositifs classiques des balises. Installation, mise en fonction et entretien. 630 p. 16 x 24, 236 fig., nbr. photos, relié, 1950 ..... F 36,00

Les commandes doivent être adressées à la **LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE**, 24, rue Chauchat, Paris (9<sup>e</sup>). Elles doivent être accompagnées de leur montant, soit sous forme de mandat-poste (mandat-carte ou mandat-lettre), soit sous forme de virement ou de versement au Compte Chèque Postal de la Librairie: Paris 4192-26. Au montant de la commande doivent être ajoutés les frais d'expédition, soit 10 % (avec un minimum de F 1,00). Envoi recommandé: F 0,70 de supplément.

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.

**LIBRAIRIE SCIENCE ET VIE, 24, rue Chauchat, PARIS (9<sup>e</sup>)**

La librairie est ouverte de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 18 h 30. Fermeture du samedi 12 h 30 au lundi 14 h

# Je n'ai qu'un regret

c'est de n'avoir pas connu plus tôt l'École Universelle !

écrivent des centaines d'élèves enthousiastes, rendant ainsi hommage au prestigieux ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE de la plus importante école du monde, qui permet de faire chez soi, à tout âge, brillamment, à peu de frais, les études les plus variées, d'obtenir en un temps record tous diplômes ou situations.

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

- Br. 87.160 : **Les premières classes** : 1<sup>er</sup> degré, 1<sup>er</sup> cycle.  
Br. 87.165 : **Toutes les classes, tous les examens** : 1<sup>er</sup> degré, 2<sup>e</sup> cycle — C.E.G. — 2<sup>e</sup> degré — Classes des Lycées techniques.  
Br. 87.162 : **Les Études de Droit** : Capacité, Licence.  
Br. 87.174 : **Les Études supérieures de Sciences** : M.G.P., M.P.C., S.P.C.N., etc. C.A.P.E.S., Agrégation.  
Br. 87.183 : **Les Études supérieures de Lettres** : Propédeutique, C.A.P.E.S., Agrégation.  
Br. 87.187 : **Grandes Écoles et Écoles spéciales** : Ingénieurs, E.N.S., Militaires; Agriculture; Commerce; Beaux-Arts; Administration; Lycées techniques.  
Br. 87.164 : **Carrières de l'Agriculture** (France et Rép. Africaines) : Industries agricoles — Génie rural — Radiesthésie — Topographie.  
Br. 87.175 : **Carrières de l'Industrie et des Travaux publics** : Toutes spécialités, tous examens, C.A.P., B.P., Brev. tech. Admission aux stages payés (F.P.A.).  
Br. 87.163 : **Carrières du Mètre** : Mètreur, mètreur vérificateur.  
Br. 87.176 : **Carrières de l'Électronique**.  
Br. 87.167 : **Carrières de la Comptabilité** : C.A.P. d'Aide-Comptable, B.P. de Comptable, Expert-Comptable.  
Br. 87.177 : **Carrières du Commerce** : Employé de bureau, de banque, Sténodactylo, Publicitaire, Secrétaire de Direction; C.A.P., B.P., Publicité, Assurances, Hôtellerie.  
Br. 87.170 : **Pour devenir Fonctionnaire** : toutes les fonctions publiques; E.N.A.  
Br. 87.179 : **Tous les emplois réservés**.  
Br. 87.166 : **Orthographe**, Rédaction, Versification, Calcul, Dessin, Écriture.  
Br. 87.184 : **Calcul extra-rapide** et mental.  
Br. 84.178 : **Carrières de la Marine Marchande** : Écoles nat. de la Marine Marchande; Élève-chef de quart; Capitaine; Officier Mécanicien; Pêche; Certificats internat. de Radio (P. et T.).  
Br. 87.161 : **Carrières de la Marine de Guerre** : Écoles : Navale, Élèves-officiers, Élèves-ingénieurs mécaniciens, Service de Santé, Maistrance, Apprentis marins, Pupilles, Techniques de la Marine, Génie maritime, Commissariat et Administration.  
Br. 87.186 : **Carrières de l'Aviation** : Écoles et carrières militaires — Aéronautique — Carrières admin. — Industrie aéron. — Hôtesse de l'Air.  
Br. 87.168 : **Radio** : Construction; dépannage — **Télévision**.  
Br. 87.180 : **Langues vivantes** : Anglais, Espagnol, Allemand, Italien, Russe, Portugais, Arabe — **Tourisme**.  
Br. 87.185 : **Études musicales** : Solfège, Harm., Compos., Orchestre; Piano, Violon, Guitare, Flûte, Clarinette, Accordéon, Jazz, Chant; Professorats publics et privés.  
Br. 87.171 : **Arts du Dessin** : Cours universel; Anatomie artistique; Illustration; Mode; Aquarelle, Gravure, Peinture, Pastel, Fusain; Professorat.  
Br. 87.181 : **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.  
Br. 87.169 : **Secrétariat** : Secrétaire de Direction, de médecin, d'avocat, d'homme de lettres, Secrét. technique; Journalisme : Art d'écrire et Art de parler en public.  
Br. 87.188 : **Cinéma** : Technique générale, Décoration, Prise de vues, Prise de son. **Photographie**.  
Br. 87.172 : **Coiffure et soins de beauté**.  
Br. 87.182 : **Toutes les carrières féminines**.  
Br. 87.173 : **Cultura** : Cours de Perfectionnement culturel, Lettres, Sciences, Arts, Actualités.

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<sup>e</sup>

Veuillez me faire parvenir gratuitement

Votre brochure N° .....

Nom .....

Adresse .....



# POTÉZ 840

TRANSPORT 24 PASSAGERS ou AVION D'AFFAIRES

LE SEUL QUADRTURBOPROPULSEUR

DE SA CATÉGORIE



ÉTABLISSEMENTS HENRY POTEZ - 46, AVENUE KLÉBER - PARIS-XVI<sup>e</sup>

TÉLÉPHONE : KLÉBER 27-83

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : POTEZAÉRO-PARIS