

*Réacteur M-45 issu de la coopération entre SNECMA et Bristol-Siddeley en 1967. (Snecma Moteurs).*

# Snecma : les débuts difficiles de la coopération internationale (1965-1972)

par Gérard Hartmann

## Le partage des risques ...

En 1965 seuls quatre pays dans le monde possèdent la technologie des réacteurs de forte puissance : les Etats-Unis, la Grande-Bretagne, l'URSS et la France. Le Japon (Ishikawajima), la Pologne (OKL), l'Italie (Fiat) et la Tchécoslovaquie (Omnipol) développent de petits réacteurs, tandis que les autres pays fabriquent sous licence (Chine, Suède, Argentine, Belgique).

Type	Formule	Puissance (kgp)	Poids (kg)	Remarques
General Electric CF-700	8-0-2	1 905	300	Equipe le Mystère 20
Rolls-Royce RB-162	6-0-1	2 000	125	8 doivent équiper le Mirage III V
Bristol-Siddeley Orpheus 803	7-7-1	2 270	375	Equipe le Fiat G-91
Rolls-Royce RB-172	6-0-3	2 275	605	Double flux
Lycoming PLF-1 B2	7-0-2	2 360	400	Double flux
Klimov VK-1A	10-9-1	3 450	950	Equipe le MiG-17
Klimov VK-5	10-0-2	4 000	980	Equipe les MiG 19 et Yak-25
Pratt & Whitney J-52	12-9-2	4 250	920	Double corps. A-6 Intruder, A-4 Skyhawk
Snecma Atar 8	9-0-2	4 400	1 040	Equipe l'Etendard IV M
Rolls-Royce Spey	12-10-4	4 536	1 000	Double corps double flux
Rolls-Royce Avon RA-28	15-8-2	4 610	1 300	English Electric Lightning, Canberra
Rolls-Royce Avon RA-29	16-8-3	4 765	1 515	Equipe le Comet et la Caravelle
Pratt & Whitney J-57	9-8-3	6 200	1 995	Double corps, équipe le Boeing 707
Pratt & Whitney JT-8 D	7-8-4	6 355	1 380	Double corps double flux, Boeing 727, Caravelle
Snecma Atar 9C	9-0-2	6 400	1 420	Equipe le Mirage III
Snecma Atar 9K	9-0-2	7 000	1 500	Equipe le futur Mirage IV
General Electric CJ-805-23	17-10-4	7 300	1 900	Version civile du J-79
General Electric J-79	17-10-3	7 720	1 650	F-104 Starfighter, A-5 Vigilante, F-4 Phantom II
Rolls-Royce Conway Rco-12	9-10-3	8 170	2 100	Boeing 707, Douglas DC-8, Vickers VC-10
Pratt & Whitney TF-30	15-8-4	9 000	1 600	Double corps, double flux, équipe le F-111
Bristol-Siddeley Olympus B01-21	7-10-2	9 080	1 725	Double corps, bombardier Vulcan
Kuznetsov NK-8	10-0-3	9 500	2 000	Equipe les Ilyushin Il-62
Mikulin M-209	8-0-2	9 500	2 500	Equipe le Tupolev Tu-16
Pratt & Whitney J-75	8-8-3	12 000	2 700	Double corps avec PC. Equipe le F-105 Thunderchief

Les turboréacteurs dépassant 1500 kgp dans le monde, 1965. (Tableau G. Hartmann).

Sur le plan international, l'année 1964 est marquée par différents événements agissant sur l'économie et l'industrie des pays ; les Etats-Unis sont embarqués dans une sale guerre au Vietnam, la Grande-Bretagne subit le contre coup de la disparition de son empire,

avec le retour au pouvoir des Travailleurs en 1965. Par opposition, la France est en pleine prospérité, la fin de la guerre en Algérie en 1962 ayant libéré ressources des militaires et financières. La SNECMA bénéficie du succès du « Noratlas », des ventes des avions de combat Dassault, des premières exportation du réacteur Atar <sup>1</sup> mais a subi un revers cuisant avec le moteur de « Caravelle ».



Le bombardier Mach 3 North-American YB-70 « Valkyrie » après son 1<sup>er</sup> vol, le 21 septembre 1964. Les Etats-Unis ont partagé les risques entre le très médiatisé YB-70 et le très discret avion de reconnaissance stratégique SR-71. (NASM).

La « guerre froide » monte d'un cran en 1964 quand les Etats-Unis font voler deux monstres de métal, le North American XB-70 « Valkyrie » le 21 septembre, un lourd bombardier d'acier inoxydable qui doit porter une bombe atomique à Mach 3 grâce à six réacteurs General Electric YJ-93 de plus de 12 t de poussée chacun, et le biréacteur de reconnaissance stratégique (avion espion) armé construit en titane Lockheed A-12 « Blackbird » <sup>2</sup>. Les Russes font voler le 6 mars l'énorme biréacteur MiG-25, une version de reconnaissance capable de Mach 2,5 (avion espion) et le même avion en version armée

1. Le 1<sup>er</sup> vol du « Mirage » III E (export) de série a eu lieu le 14 janvier 1964.
2. Le président L. Johnson a révélé l'existence de l'avion « A-11 » alias YF-12 A le 29 février 1964.

(chasseur intercepteur) le 9 septembre.

Britanniques et Français ne sont pas en reste. Les premiers font voler le 28 septembre 1964 leur bombardier stratégique (il porte la bombe atomique) British Aircraft Corporation TSR-2 capable de Mach 2. Le 1<sup>er</sup> octobre, la France met en service le Dassault « Mirage » IV doté lui aussi de l'arme atomique.



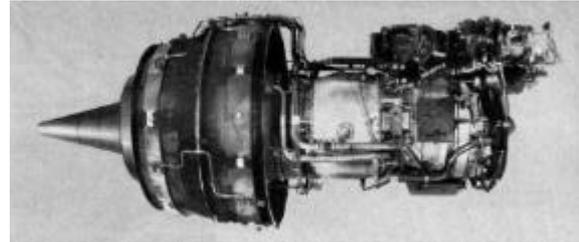
Appareil Lockheed A-12 conservé au musée de Minneapolis, 1991. (NASM).

Toutefois, le développement de ces armes nouvelles est de plus en plus coûteux. En France, l'idée de partager les risques en cas de programme un peu trop ambitieux et de partager les bénéfices en cas de succès remonte à 1959 quand l'Etat a poussé la SNECMA à rechercher auprès des motoristes les plus entreprenants, Bristol, Hawker-Siddeley, Pratt & Whitney un partenariat technique et commercial, qui va plus loin que le simple achat de licence de fabrication et la revente sur des productions nationales.

Face à une grosse demande de réacteurs spécifiques, appareils militaires français (demande couverte par les Atar 101, Atar 8 et Atar 9) appareils de transport à réaction (« Super-Caravelle ») et appareils militaires à décollage et atterrissage vertical (ADAV) ou appareils à décollage et atterrissage court (ADAC) financés par l'OTAN<sup>3</sup>, moteurs dont

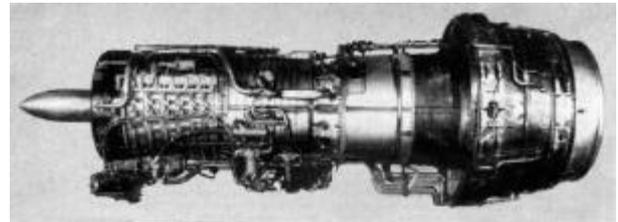
la SNECMA ne maîtrise pas la technologie, une coopération est décidée.

L'abandon en 1960 du réacteur M26/M28<sup>4</sup> (connu comme le Super Atar) développé entre 1955 et 1958 pour propulser à Mach 3 le « Super Griffon » (programme arrêté) prive le motoriste d'un réacteur militaire puissant, mais les travaux d'étude et les essais effectués sur ce moteur n'en constituent pas moins une expérience qui place la SNECMA parmi le nombre réduit des motoristes maîtrisant la technologie des hautes pressions, hautes températures, hauts rendements.



Le petit réacteur civil General Electric CF-700 de 1 905 kgp dérive du réacteur militaire J-85 par adjonction d'une soufflante avant à fort taux de dilution qui diminue la consommation de plus de 30%. (General Electric).

A l'autre bout de la chaîne des produits, la SNECMA, à la demande du ministère de l'Air en 1961, lance l'étude d'un réacteur léger capable de fonctionner horizontalement et verticalement, l'expérience du « Coléoptère » ayant démontré la faisabilité de cette solution. Le M36 présenté en 1962 est compact et ultra-léger (180 kg) et délivre 2 000 kg de poussée.



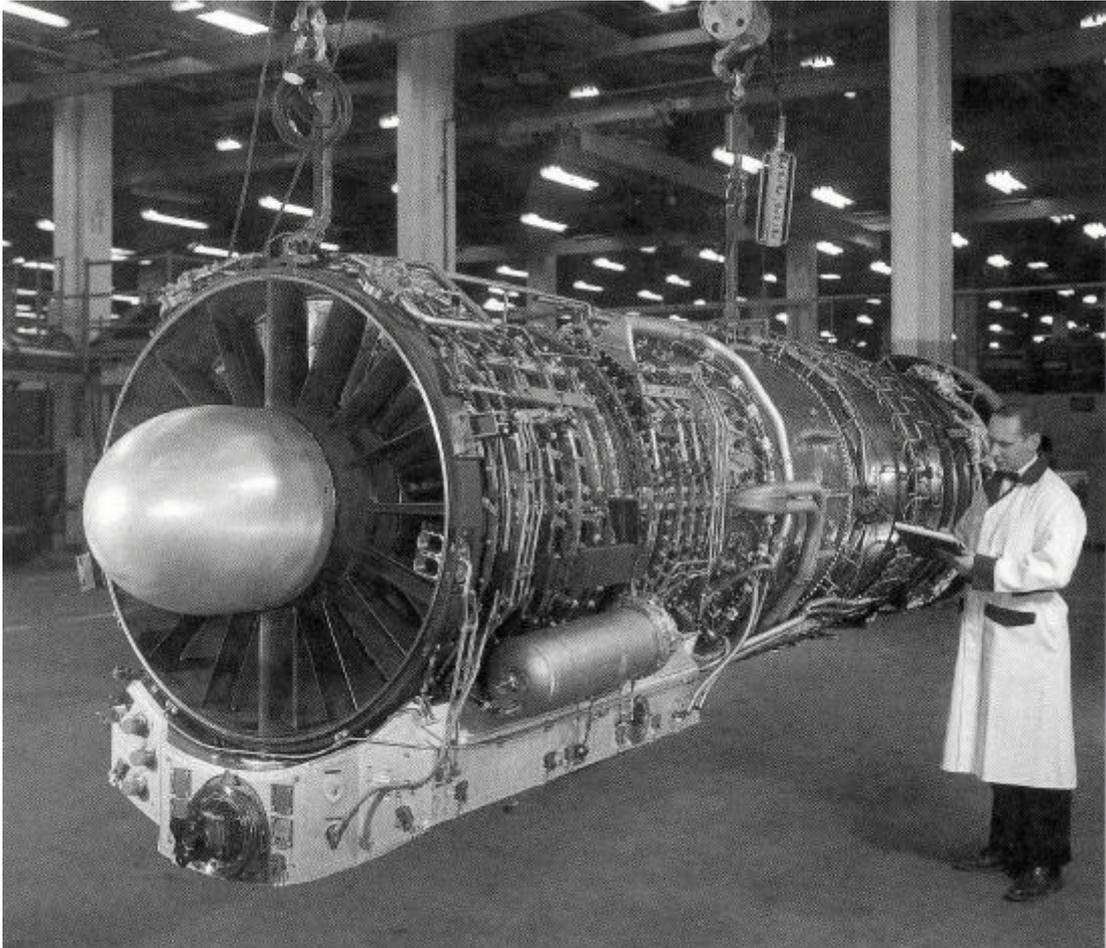
Réacteur General Electric CJ-805, dérivé civil du réacteur militaire J-79 qui équipe le Lockheed F-104 « Starfighter », le Mc Donnell Douglas F-4 « Phantom » II. Le moteur CJ-805 qui développe 7 300 kgp a été obtenu par adjonction d'une turbo-soufflante arrière qui augmente la puissance de plus de 30%. (General Electric).

En 1962, d'autres études démarrant pour Dassault (programme ADAV), la SNECMA engage les programmes M36 SF à tuyère directionnelle, le M41 A à simple flux, le M41 S à double flux et le M41-Z0M2 (altitude zéro mètre vitesse Mach 2) délivrant 3 000 kg de poussée. Aucun de ces projets n'aboutit, les Services techniques de l'aéronautique ayant fait le choix d'une autre solution, que l'on retrouvera sur le Dassault « Balzac »<sup>5</sup>.

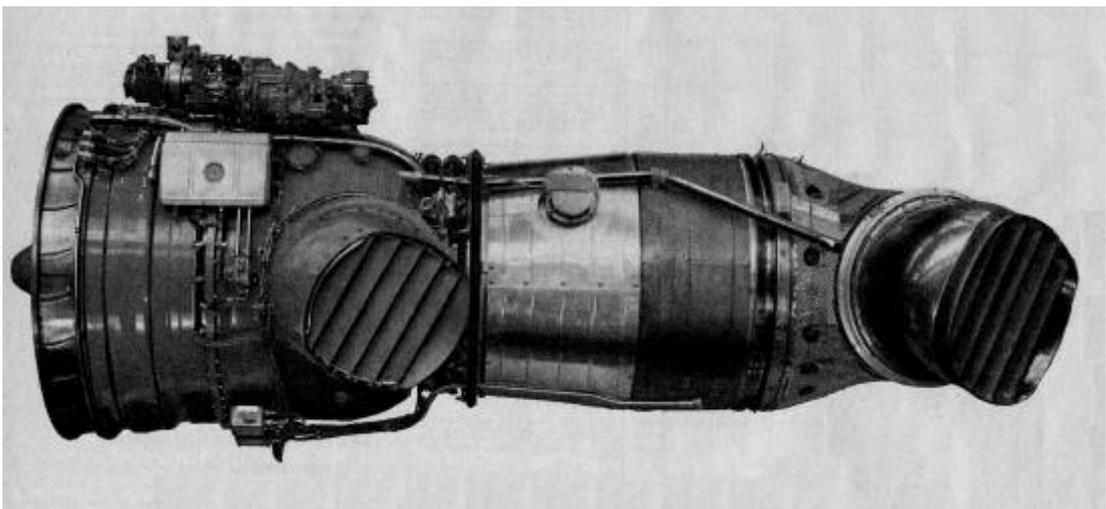
3. Les projets NATO Basic Military Requirement qui datent de 1960 concernent un appareil d'attaque au sol (BR-3) et un appareil de transport moyen tonnage (BR-4).

4. La lettre M qui désigne le type de moteur vient du mot allemand « model ».

5. En 1962, le budget français alloue une somme de 150 millions de francs (nouveaux) pour la réalisation d'un avion ADAV purement français. Ce sera un échec.



*Le plus puissant réacteur du monde, le General Electric J-93 de 13 600 kgp, équipant le bombardier Mach 3 North American B-70 « Walkyrie », en 1964. Sa masse est de trois tonnes et sa longueur plus de neuf mètres. (General Electric).*



*Réacteur Bristol-Siddeley « Pegasus » à poussée orientable, utilisé en 1966 sur l'avion expérimental britannique ADAV Hawker-Siddeley P1154 « Kestrel » ancêtre du « Harrier ». (Aviation Magazine).*

## Le moteur du Mirage III V, 1965

Le concours BR-3 de l'OTAN en 1960 demandait un avion ADAC ou ADAV destiné à entrer en opérations en 1964-1965. Plusieurs constructeurs ont lancé des études, dont Bristol, devenu Hawker-Siddeley en Grande-Bretagne, Dassault<sup>6</sup> et Sud-Aviation en France. Le ministère français des Armées appuie le projet. En 1961, la demande de l'OTAN évolue vers un ADAV supersonique. Le moteur préconisé est le Hawker-Siddeley Orpheus 803 puissant et léger équipant le Fiat G-91. Mais en 1962, devant les difficultés techniques qui réduisent la valeur opérationnelle de l'avion à une peau de chagrin, l'OTAN renonce à ce programme.

Dès juillet 1960, Dassault et Breguet avaient tenté de travailler ensemble au projet, sans y parvenir, se partageant les risques financier, la charge de travail et les essais. Dassault fournissait la cellule, celle du Mirage III, Breguet les brevets du moteur (Michel Wibault) fabriqué chez Bristol. La Délégation ministérielle pour l'armement avait donné son accord en 1961.

### Le « Balzac »

Quand la France reprend à son compte ce programme en 1963, Dassault est associé à Sud-Aviation et la SNECMA est sollicitée. Il est prudemment décidé d'avancer par étapes ; un démonstrateur technologique basé sur des moteurs existants, le Mirage V - comme *vertical* - 001 dénommé « Balzac » doit assurer la validation de la formule réacteur horizontal de propulsion et réacteurs verticaux de sustentation. Ensuite sera développé le prototype du chasseur, baptisé « Mirage » III V doté de réacteurs nouveaux et plus puissants offrant une certaine valeur opérationnelle.

Société	Effectifs	Surfaces couvertes	Chiffre d'affaires
MATRA	1 670	28 000	132
Turboméca	2 110	63 560	121
Messier	2 350	29 400	110
Breguet	4 000	108 000	158
Hispano-Suiza	4 300	95 000	250
Dassault	8 000	190 000	970
Nord-Aviation	10 100	293 700	487
SNECMA	12 750	318 000	663
Sud-Aviation	24 500	580 000	1 350

Valeur de l'industrie aéronautique française en 1965. (Source: GIFAS).

Le « Balzac » effectue son premier vol

6. Dassault comme Breguet souhaitaient utiliser le moteur Bristol-Siddeley Pegasus à poussée orientable, léger, compact et fiable.

vertical sous élingues le 12 octobre 1962 à Melun-Villaroche sur la piste d'essais de la SNECMA aux mains de René Bigand, le pilote d'essais Dassault. Le 18 octobre a lieu de premier vol libre au ras du sol et le 25 l'avion se meut en lacets à l'horizontale. Le 18 mars 1963, l'appareil effectue sa première transition du vol vertical en vol horizontal. Les vols d'essais se poursuivent en 1964 et 1965, aux mains de différents pilotes d'essais de Sud-Aviation, Dassault et du CEV. Ils sont endeuillés par deux accidents mortels, Jean Pinier le 10 janvier 1964 et le major américain Neale, le 8 septembre 1965.



Essais à Melun-Villaroche en octobre 1962 du Dassault « Balzac » 001 sous entraves. (Dassault Aviation).

Le « Balzac » est propulsé par un réacteur horizontal Bristol Siddeley Orpheus de 2 200 kgp et par huit réacteurs verticaux Rolls-Royce RB 108 de 1 000 kgp de poussée unitaire noyés dans le fuselage.

### Le « Mirage » III V

Comme prévu, la DTIA commande en août 1961 à Dassault, Sud-Aviation et SNECMA deux prototypes (de présérie) d'un avion bi-sonique (Mach 2) à décollage vertical, le « Mirage » III V. La machine est sustentée par huit réacteurs Rolls-Royce RB 161-1 plus puissants que les RB 108 et propulsée par un gros réacteur double flux SNECMA-Pratt & Whitney TF-106 de 9 000 kgp avec post-combustion.

Ce dernier moteur est le résultat d'un accord signé entre Pratt & Whitney Aircraft et

la SNECMA pour le développement d'un réacteur double flux supersonique basé sur les produits américains modifiés par la SNECMA dans le cadre du développement d'un réacteur pour les Dassault « Mirage » V, F1, F2 et F3.

A cette époque, de nombreux appareils américains civils et militaires volent en Europe (et en France) propulsés par des réacteurs Pratt & Whitney et l'achat des licences permet ainsi à la SNECMA d'effectuer pour l'armée de l'Air et Air France les révisions du turboréacteur J-57.

Signé en décembre 1959, l'accord rémunère Pratt & Whitney par une prise de participation de 10,9 % du capital de la SNECMA, qui accède aux licences de fabrication de tous les turboréacteurs existants à l'époque. Il permet à l'industriel français de travailler sur le TF 104 (devenant le TF 106 par ajout d'une tuyère avec post-combustion) et TF 30 à double flux (devenant TF-306), ouvrant le domaine des réacteurs civils et militaires de dix tonnes et plus.



*Le Dassault Mirage III V 01 lors des essais moteurs en 1965. (Dassault Aviation).*

En octobre 1961, les Britanniques annoncent qu'ils sont intéressés par le « Mirage » à décollage vertical pour armer les forces de la *Royal Air Force* et de la *Royal Navy*. Bristol Hawker Siddeley étant engagé sur le développement du projet Hawker-Siddeley P-1154 (futur « Harrier ») à moteur à poussée orientable, l'accord franco-britannique de coopération (et son financement) sur le « Mirage » ADAV échoue.

L'année suivante, pour le même avion, une coopération entre la République fédérale d'Allemagne et le gouvernement français est engagée, mais n'aboutit pas, les Allemands ayant leur propre projet.

En 1963, les Américains se montrent réticents à financer davantage le projet ADAV de l'OTAN.

C'est donc dans un cadre purement français que le « Mirage » III V 01 effectue son

premier vol stationnaire le 12 février 1965, à Melun-Villaroche sur la piste d'essais de la SNECMA, aux mains de René Bigand, trois ans après le « Balzac ». La machine est propulsée par un réacteur SNECMA TF 104 de 6 500 kgp avec PC. L'année 1965 va-t-elle voir aboutir le programme ADAV ?

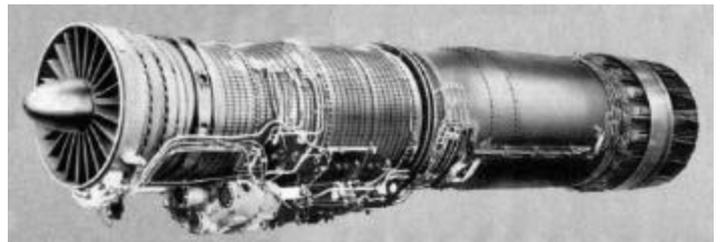
Le TF 106 qui atteint la poussée de 7 300 kgp est monté sur le « Mirage » III V 02 (décollage vertical) en mars 1965 et l'avion effectue son 1<sup>er</sup> vol en décembre. Treize moteurs FT 106 sont fabriqués, avant de passer au TF 306. Le 1<sup>er</sup> vol du « Mirage » III V 02 à réacteur TF-306 a lieu le 22 juin 1966, aux mains de Jean-Marie Saget, pilote d'essais Dassault. Le 12 septembre, à son 11<sup>ème</sup> vol, l'avion atteint Mach 2,03 en palier. Le « Mirage » III V 02 est le seul ADAV dans le monde qui ait dépassé Mach 2.



*Dassault Mirage III V 001 « Balzac ». (Cliché de l'auteur).*

A la fin de 1965, l'état-major croyant toujours au « Mirage » vertical établit une fiche programme pour un ADAV capable de Mach 2 construit en série vers 1970.

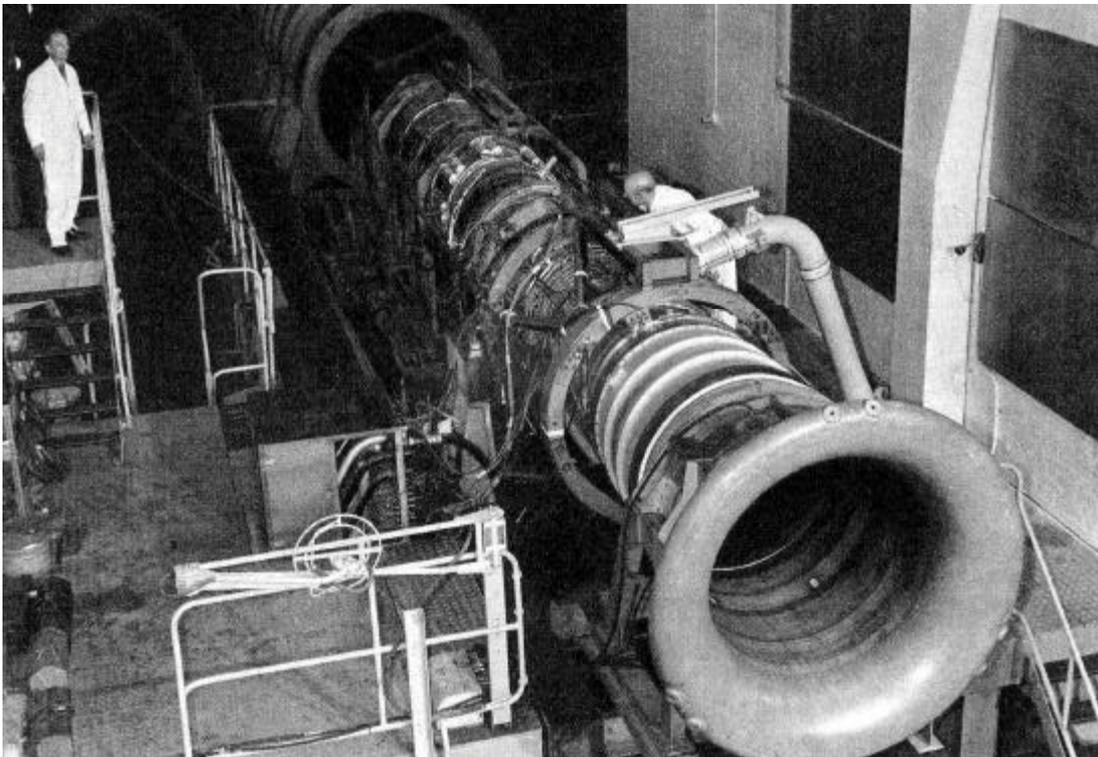
Pendant, face à la dépense, le résultat opérationnel étant faible, le 28 mars 1966, le ministère des Armées arrête le programme, les essais étant poursuivis... aux frais des industriels. Ces essais ont le mérite de démontrer qu'un seul pilote ne peut contrôler correctement et simultanément neuf réacteurs, sans assistance électronique ou l'aide d'un équipier. Le 02 est détruit dans un crash le 28 novembre 1966 à Istres. L'OTAN renonce définitivement au projet d'ADAV supersonique en juin 1966, la Navy passant commande du « Harrier » britannique.



*Réacteur TF-306 du « Mirage » III V 01, 1965. (Sneema Moteurs).*



*Le biréacteur supersonique britannique TSR-2 01 en vol au-dessus de la piste Bristol à Boscombe-Down en Angleterre, 1965. (Duxford Museum).*



*Le superbe réacteur Bristol-Siddeley Olympus du TSR-2, qui sera réutilisé sur le « Concorde ». (Sneema Moteurs).*

## Le moteur du Concorde , 1966

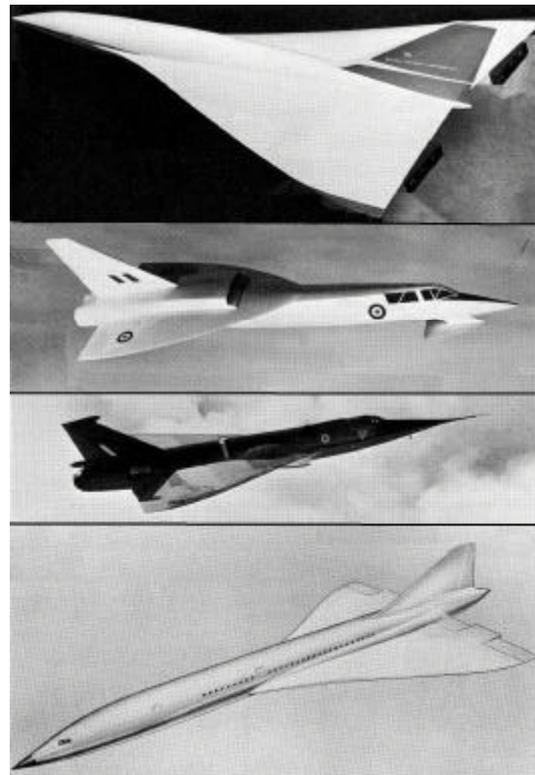
Faisant suite aux études de « Super Caravelle » commencées en 1959, quand se fait jour le programme d'avion de transport supersonique, la SNECMA est sollicitée pour fournir un propulseur<sup>7</sup>. Aucun réacteur existant de sa gamme n'étant capable à la fois de dix tonnes de poussée et de Mach 3, l'industriel se tourne vers Pratt & Whitney dont le JT-11 B3, la version civile du J-58 (le plus puissant réacteur militaire du moment) a le potentiel requis. Le projet de réacteur civil franco-américain SNECMA-Pratt & Whitney prend le nom M35 (35<sup>ème</sup> type de moteur à la SNECMA). Un projet similaire existant chez Bristol, les gouvernements français et britanniques décident le 29 novembre 1962 de financer la construction à parts égales le supersonique baptisé « Concorde ».

En réponse au défi des Européens, le président des Etats-Unis, J.F. Kennedy annonce le 5 juin 1963 le lancement par le gouvernement américain d'un supersonique de transport, le SST. Personne n'imagine qu'ils n'y parviendront pas, les YB-70 et le YF-12 A étant sur le point de voler. Après un premier vol réussi le 7 août 1963, ce dernier accumule des performances remarquables en 1964 et 1965 avec plusieurs incursions de plus d'une heure au-delà de Mach 3.

L'année 1964 est passée en études et approches commerciales. A l'époque, le marché commercial d'un supersonique est estimé à 300 machines, mais personne n'est capable d'avancer un prix de vente. On parle dans la presse de plus d'un milliard et demi de francs. Le 19 octobre 1964, le premier ministre britannique Harold Wilson s'en prend au « Concorde », demandant son abandon. Quatre jours plus tard, le Conseil des ministres en France maintient le projet, annonçant que la France en financera la totalité.

Lors d'une réunion ministérielle du 1<sup>er</sup> avril 1965, Harold Wilson annonce en petit comité qu'il veut annuler en outre le programme TSR-2 de bombardier supersonique britannique, afin d'annoncer publiquement des économies sur les programmes « dispendieux », conformément à ses engagements préélectorales. L'abandon du TSR-2 est mal vécu par les ingénieurs Britanniques, les réactions et protestations sont vives.

Le problème est que les deux prototypes du TSR-2 ont été réalisés et volent au moment de la prise de décision, même si sa gestion a été trop longue et les budgets largement dépassés. Les ingénieurs de chez BAC, responsables de la cellule, et ceux de Bristol-Siddeley, responsables des moteurs, ayant effectué un travail considérable, sont atterrés. Cette décision sonne le glas du motoriste<sup>8</sup> et dans l'opinion celle de la stratégie nucléaire indépendante britannique. En réalité, le mal est déjà fait. Car, conformément aux accords de Nassau, signés en décembre 1963, le gouvernement britannique commande l'AGV F-111 américain, machine qui est loin d'avoir fait ses preuves (1<sup>er</sup> vol le 21 décembre 1964) et dont le coût de développement sera quinze fois plus élevé que prévu.



Les projets Bristol de supersoniques, de haut en bas, type 198, type 204, type 221 et 223. (Source : Bristol-Siddeley).

L'année 1965 est passée en études sur la cellule chez Sud-Aviation et B.A.C. et en études sur le réacteur par la SNECMA. Ce moteur permettrait au supersonique de rallier Dakar depuis Paris, mais les Britanniques veulent une ligne Londres - New-York. L'arrêt du projet TSR-2 libère un prodigieux moteur, le Bristol-Siddeley « Olympus » 320,

7. La décision de développer un avion de transport supersonique fut prise en France par le conseil des ministres le 14 novembre 1962.

8. En 1966, Bristol-Siddeley sera racheté par Rolls-Royce.

capable de tenir trois heures à Mach 2,2. La décision est rapidement prise d'utiliser ce moteur comme base du Concorde et le projet SNECMA M35 est arrêté.

La SNECMA qui avait commencé à travailler avec Bristol sur le réacteur « Olympus » dès juillet 1963 entreprend alors l'étude des parties chaudes de l'« Olympus » 593 (nouvelle désignation), les spécifications du « Concorde » étant figées fin 1964. Six moteurs prototypes sont réalisés en 1965, le premier tournant au banc à Villaroche en novembre 1965. Le réacteur développe une poussée de 15 800 kgp avec un taux de réchauffe de 9%. En 1966, l'estimation des ventes du supersonique franco-anglais porte sur 900 moteurs et 150 avions.



Publicité SNECMA en 1966. (Aviation Magazine).

En février 1966, l'ensemble de réchauffe réalisé par la SNECMA est terminé. Mais au mois de décembre 1966, les avionneurs annoncent un nouveau devis de poids, la réchauffe (poussée au décollage) devant être revue (14 %). Depuis septembre 1966, un bombardier britannique Avro « Vulcan » a commencé les essais en vol du réacteur Olympus 593 B. De l'année 1966 date la spécification du réacteur définitif du « Concorde », baptisé « Olympus » 593-602.

En 1967, Sud-Aviation fournit à la presse cette information : 16 compagnies (Air France, B.O.A.C., Pan Am, Continental Airlines, American Airlines, T.W.A., M.E.A. Liban, Qantas, Air-India, Japan Air Lines,

Sabena, Eastern Airlines, Braniff, Air Canada et Lufthansa) ont passé des options sur « Concorde » pour 74 appareils, le prix de vente n'étant pas public. Le premier vol du supersonique est prévu pour le début de l'année 1968 et la certification OACI pour juin 1971. Les Américains de leur côté annoncent autant d'options et voient un marché mondial de ... 500 machines !



Réacteur Olympys 593 au banc à Istres, 1967, lors d'essais de bruit. (Sneema Moteurs).

Pendant, de nombreuses difficultés techniques doivent encore être surmontées : refroidissement des parties chaudes de l'avion, commandes de vol électriques, calculateurs embarqués, freins, pneumatiques, et le développement s'éternise. Le 1<sup>er</sup> vol à Toulouse du supersonique franco-anglais Concorde 001, par André Turcat, Jacques Guignard, Henri Perrier et Michel Rétif n'a lieu que le 3 mars 1969, deux mois après celui du supersonique russe Tupolev 144. En novembre 1970, le supersonique franco-britannique effectue son 1<sup>er</sup> vol à Mach 2.

On connaît la suite de l'histoire. Les écologistes américains interdisent au supersonique le survol du territoire américain et les pistes de New-York, le SST est abandonné, la crise pétrolière de 1973 détruit l'attrait commercial du « Concorde », son prix de vente est excessivement élevé et toutes les compagnies se désistent.

Les deux premiers avions de série entrent en service simultanément sur Paris - New-York (Air France) et Londres - New-york le 21 janvier 1976 et finalement, seize avions sont construits, avec 90 réacteurs Olympus 593-610 lequel développe dans sa version de série 17 300 kgp au décollage. Ces moteurs sont restés en service près de trente ans.

## Le moteur des Mirage F, 1967

L'histoire des avions Dassault « Mirage » F est encore plus abracadabrante que celle du « Concorde ». Si le contexte est un peu différent, avion supersonique de transport d'un côté, programme militaire de l'autre, les raisons structurelles de ce semi-échec qui aurait pu être un désastre total sans la présence d'esprit de Marcel Dassault sont identiques : omniprésence des militaires d'état-major à la tête des entreprises industrielles, changements de personnes incessants à la tête des états-majors des armées, collisions entre intérêts européens et américains, etc.



*Silhouettes des Mirage III et Mirage F1, 1962. (Dassault Aviation).*

Lors du développement des versions « export » du Mirage III (version « Mirage » III E), il est apparu que l'aile delta présentait plusieurs inconvénients : vitesses de décollage et d'atterrissage élevées nécessitant des pistes longues, impossibilité par manque de place d'ajout de *pod*s sous les ailes, etc. Aussi, dès 1962, le bureau d'études de Saint-Cloud avait développé une autre formule à aile haute, appelée « Mirage » III F, dont les essais en soufflerie ont commencé début 1963.

Simultanément, l'état-major de l'armée de l'Air élabore une fiche programme pour un avion de pénétration à basse altitude tous temps, capable d'un vol supersonique mais apte à l'utilisation de pistes courtes (moins de 800 mètres) et doté d'une vitesse d'approche réduite à 140 nœuds. Les services d'Etat imposent l'utilisation du moteur SNECMA/Pratt & Whitney déjà expérimenté sur le « Mirage » III ADAV. Un marché pour la réalisation d'un prototype est signé entre l'Etat et Dassault en novembre 1963, l'avion, baptisé « Mirage » III F étant propulsé par un

réacteur TF 106 (7 500 kgp). Bizarrement, la solution de l'aile haute est retenue, le réacteur SNECMA ATAR 9K (7 500 kgp) écarté.

En juillet 1964, les services techniques imposent le réacteur TF-306 (9 000 kgp). Le projet devient « Mirage » III F2. En 1965, la DTIA commande à Dassault pour l'armée de l'Air trois prototypes biplaces du « Mirage » F2. L'appareil intéresse Israël, qui pourrait en commander immédiatement 50 exemplaires.

Jean Coureau fait effectuer son premier vol au « Mirage » III F2 01 monoplace le 12 juin 1966 à Istres. Six mois plus tard, la machine atteint Mach 2. L'avion se pose en 480 mètres.



*Dassault Mirage III F2 01 lors de son premier vol le 12 juin 1966. (Document CEV).*

En mai 1966, les programmes d'Etat « Mirage » III ADAV et « Mirage » III AGV (avion à géométrie variable ou « Mirage » G, lire plus loin) étant démarrés, l'état-major souhaite voir le « Mirage » F2 devenir un avion d'interception. Avec de nouveaux équipements et de nouvelles armes, le « Mirage » F2 remotorisé par un réacteur SNECMA/Pratt & Whitney TF-306 E de 10 tonnes devient « Mirage » F3. Devant les perspectives offertes par le « Mirage » G, le marché du « Mirage » F3 est annulé en avril 1967, car l'état-major veut un intercepteur biréacteur, comme le « Mirage » G.



*Mise en place d'un réacteur ATAR 9K50 dans un Mirage F1.*

En 1967, l'embargo occidental précipite Israël dans les bras des industries américaines, la chaîne de fabrication prévue pour le « Mirage » F se trouve inoccupée, mais cet épisode n'est rien en regard de l'échec des ambitions de l'armée de l'Air. Pour des raisons de changements de personnes à la tête de l'état-major, aussi bien que pour des motifs techniques (programmes trop ambitieux) ou par manque de financement, tous les projets formulés par les services techniques de l'État capotent : ADAV, ADAC, AGV, Mirage F2 et F3.



*Le Mirage F1 CR de l'armée de l'Air. (CEPA).*

Depuis 1964, Marcel Dassault de son côté a poursuivi aux frais de sa société l'étude d'un appareil multi-mission capable de Mach 2 à voilure haute et réacteur unique ATAR 9K pour les exportations. Subodorant un échec dans les autres programmes, trop compliqués et dispendieux à son goût, il avait lancé fin 1965 la fabrication en série de l'avion rebaptisé « Mirage » F1.

Le destin du « Mirage » F1 est scellé en 1967. Le 1<sup>er</sup> vol à Melun-Villaroche sur la piste d'essais SNECMA du Dassault Mirage F1 01 a lieu le 23 décembre 1966 aux mains de René Bigand, le pilote d'essais Dassault. Le 7 janvier 1967, quelques jours plus tard, à son quatrième vol, l'avion atteint Mach 2. Les essais au CEV démontrent que l'avion tient toutes ses promesses.



*Mirage F1 CR, 1986. (CEPA).*



*Le Mirage F1 CR en opérations, 1987. (Armée de l'Air).*

En mars, un marché de trois prototypes est régularisé entre l'Etat et Dassault. Le 18 mai, par suite d'une rupture de l'empennage arrière, René Bigand se tue lors d'un essai à basse altitude et à grande vitesse. Malgré cette catastrophe, l'Etat maintient sa commande à laquelle s'ajoutent en septembre 1967 trois avions de présérie.



*Le Mirage F1 a équipé nombre de forces aériennes étrangères, en Afrique du Sud, Jordanie, Espagne, Irak, Koweït, Libye, Maroc, Equateur, Grèce, Qatar. (GIFAS).*

## Le moteur des Mirage G, 1968

Pierre Messmer, ministre français des armées, annonce publiquement en 1965 que la coopération franco-britannique<sup>9</sup> s'étend à de nouveaux domaines, dont celui d'un avion biplace biréacteur à voilure à géométrie variable (AGV). Cet accord permet de partager les coûts de développement de la nouvelle arme entre la France et la Grande-Bretagne. En France, c'est le projet « Mirage » G qui a été choisi en février 1965 entre Breguet, Nord-Aviation et Dassault. Aux termes de l'accord franco-britannique, Dassault et British Aircraft Corporation sont désignés pour étudier et construire la cellule et SNECMA et Rolls-Royce (ayant absorbé Bristol-Siddeley) les moteurs.

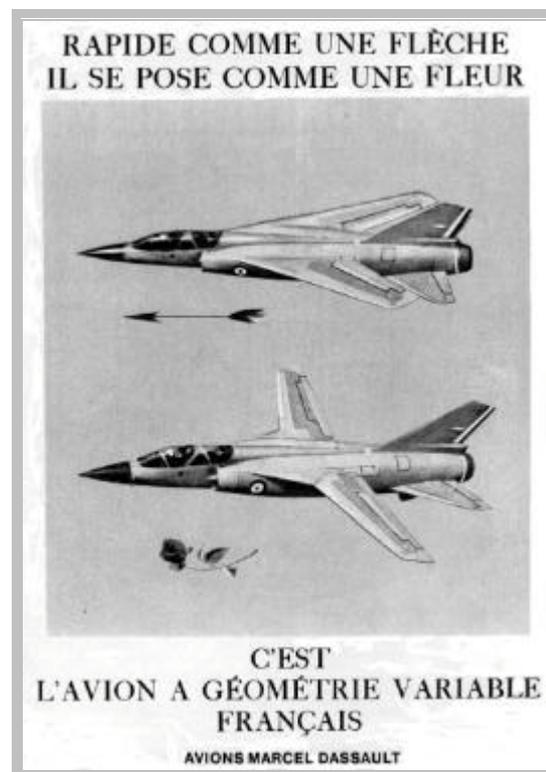
Programmes	Coopérants
Nord 2501	Grande-Bretagne (Bristol)
Transall	Allemagne
Breguet Atlantic	Allemagne, Pays-Bas, Belgique
AGV	Grande-Bretagne (Rolls-Royce)
Jaguar	Grande-Bretagne (BAC)
Alpha Jet	Allemagne (Dornier)
Concorde	Grande-Bretagne (Bristol-Siddeley)
Airbus	Allemagne, Grande-Bretagne
Mercur	Belgique, Italie
Moteur Olympus	Grande-Bretagne (Bristol-Siddeley)
Moteur M-45	Grande-Bretagne (Bristol-Siddeley)
Moteur Adour	Grande-Bretagne (Rolls-Royce)
Moteur Larzac	Allemagne (MTU)

*Les programmes de coopération internationale, 1965-1975.*

Prenant effet le 1<sup>er</sup> janvier 1966, le Ve Plan national (1966-1970) financé en 1965 est axé sur la « compétitivité de l'industrie française » et de grands groupes sont constitués. Thomson absorbe Brandt en 1966 et CSF en 1967. Saint-Gobain - Pont-à-Mousson est constitué en 1969, Creusot-Loire en 1970, Pechiney-Ugine-Kuhlmann en 1971. La SNIAS est créée en 1967 par la fusion de Nord-Aviation, Sud-Aviation et SEREB. Dans le même temps, entre 1967 et 1970 la SNECMA absorbe Turboméca et Messier-Hispano-Suiza-Bugatti et Dassault fusionne avec Breguet Aviation.

Le TF-306 (coopération SNECMA/Pratt & Whitney) est choisi par les services techniques français pour propulser le Dassault « Mirage » type G, un avion dérivé du « Mirage » F2 et dont l'aile bénéficie d'une géométrie variable comme le F-111 américain, mais on parle aussi du SNECMA M-45 G (coopération SNECMA/Bristol-Siddeley) ou comme le souhaitent les Britanniques, du Rolls-Royce RB 153 (coopération germano-

britannique), tous à double flux et capables de dix tonnes de poussée unitaire avec réchauffe.



*Publicité Dassault du «Mirage » G à voilure à géométrie variable, 1967. (Aviation Magazine).*

Le 22 février 1966, la Grande-Bretagne annule sa commande de cinquante avions F-111 K américains, au profit du futur AGV franco-britannique. En juin 1966, Dassault obtient la maîtrise d'œuvre de la cellule avec B.A.C. en second et Rolls-Royce la maîtrise d'œuvre du moteur avec SNECMA en second.



*Le Mirage G, 1967. Aquarelle du peintre de l'Air Paul Lengellé.*

9. Les accords signés le 17 mai 1965 à Londres concernent le « Concorde », le « Jaguar » et le biréacteur biplace AGV.

Au mois de janvier 1967, nouveau revirement, les gouvernements français et britanniques reviennent aux accord initiaux, le moteur à la France, la cellule aux Britanniques, ce qui ne convient à personne. Début 1967, le calendrier prévoit la fin des études pour janvier 1968, le début de la construction des prototypes pour janvier 1970 un premier vol en 1970 et les premières livraisons en série en 1975. Finalement, le 29 juin 1967, le ministère des armées décide de « retirer ses billes » de la coopération sur l'AGV, « les divergences de vue (sic) entre industriels français et britanniques étant trop profondes ».

### Le « Mirage » G

Depuis 1965, Dassault a avancé seul sur un programme AGV appelé « Mirage » G, un monoréacteur biplace propulsé par un réacteur TF-306 identique à celui du « Mirage » F2. Les premiers vols du TF 306 sur « Armagnac » et sur avions prototypes « Mirage » F2 01 et « Mirage » III V 02 ont lieu durant l'été 1966. Le réacteur développe une poussée de 9 400 kgp (juin 1966). Le premier vol du réacteur sur « Mirage » G 01 à géométrie variable a lieu en novembre 1967. Le 8 décembre 1967, trois semaines seulement après le 1<sup>er</sup> vol, Jean Coureau atteint Mach 2,1 avec l'aile en position repliée.

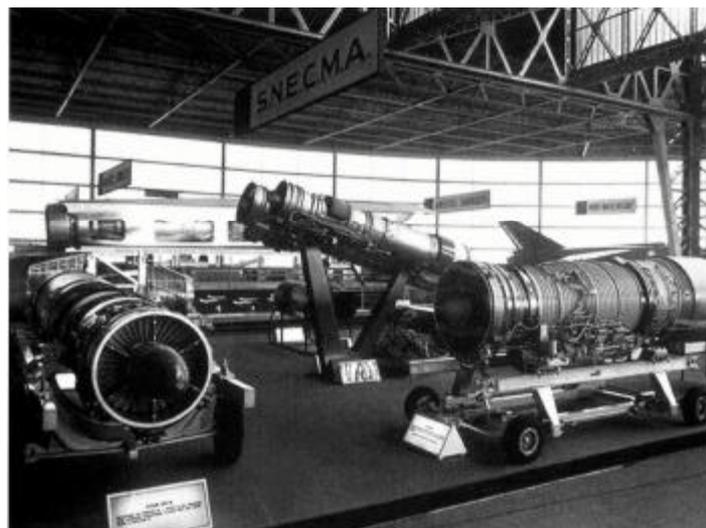


*Mirage G « avion expérimental à géométrie variable », 1968. (Dassault Aviation).*

Les performances du « Mirage » G sont remarquables, approche à 125 nœuds, impact à 180, ailes manœuvrables sous 3G. Mais l'état-major des armées exige un biréacteur. Dassault n'ayant pu obtenir avec la firme américaine Ling-Temco-Vought (LTV) une coopération dans le cadre du concours VFX de l'US Navy, le projet « Mirage » G est stoppé au début de l'année 1968, au profit du biréacteur Mach 2,5 « Mirage » G4 voulu par l'état-major.

### Le « Mirage » G4

S'appuyant sur les brillants résultats du « Mirage » G, l'état-major de l'armée de l'Air commande à Dassault début 1968 deux prototypes expérimentaux biplaces biréacteurs d'un avion AGV destiné à remplir des missions de reconnaissance lointaines à grande vitesse et basse altitude, mais aussi d'attaque, de guerre électronique (programme RAGEL). Bref, un F-111 à la française, les inconvénients en moins <sup>10</sup>.



*Le stand SNECMA au Salon du Bourget 1967 présente le TF-306, le M 45 G et l'Atar 9 K 50. On a rarement vu mieux. (Snecoma Moteurs).*

La machine doit être propulsée par deux réacteurs ATAR 9K50 de 7 200 kgp identiques à ceux du futur « Mirage » F1 de série, ce qui met fin à la SNECMA aux espoirs mis dans le moteur TF-306. L'armée de l'Air accepte la limitation de vitesse à Mach 2,2 de l'avion ainsi motorisé, mais demande à Dassault une cellule capable de Mach 2,5, le moteur SNECMA M-53 de 8 500 kgp ayant commencé son développement. Le gouvernement qui compte sur le G4 comme vecteur nucléaire pense commander 60 machines de série vers 1973. Seulement, face au coût d'un tel programme, dépassant largement les budgets de l'armée de l'Air, l'état-major doit renoncer <sup>11</sup>.

10. Le F-111 est un appareil AGV multirôles qui a remplacé huit programmes et coûté le prix de quinze. La faute n'en incombe pas à l'industriel, General Dynamics, mais à l'état-major américain (et aux politiques, en particulier Mc Namara) qui a changé ses spécifications tous les mois pendant trois ans.

11. En 1968, en dépit des grèves liées aux événements de mai, la France enregistre un nouveau record à l'exportation avec 2 828 millions de francs de commandes, les produits militaires comptant pour plus de 60 % de ce total, de quoi effacer en partie le gaspillage des projets avortés.

## Le « Mirage » G8

En 1969, l'Etat abandonne les projets de « Mirage » à décollage vertical et à géométrie variable, après avoir englouti des milliards de francs dans ces études inutiles, sans suite (tableau page 16).



*Dassault « Mirage » G8 01 en cours d'aménagement, 1967. (Dassault Aviation).*

Cependant, en 1970, Michel Debré, ministre d'Etat chargé de la Défense nationale demande à Marcel Dassault de reprendre l'étude de l'AGV, basée sur des performances et capacités réalistes. On abandonne les hautes vitesses, le long rayon d'action. Cette nouvelle décision mène au « Mirage » G8, monoplace et biplace, équipé de deux réacteurs M-53. Le prototype du « Mirage » G4 01 est rebaptisé G8 01 en 1970. Le 1<sup>er</sup> vol de l'avion a lieu à Istres le 8 mai 1971, aux mains de Jean-Marie Saget. Le 13 mai, à son quatrième vol, la machine atteint Mach 2,02 avec ses ailes repliées.



*Dassault « Mirage » G8 01 lors de son premier vol en novembre 1967. (Document CEV).*

En mai 1972, le chef d'état-major de l'armée de l'Air félicite Dassault pour ces résultats remarquables et annonce un changement de politique avec le lancement

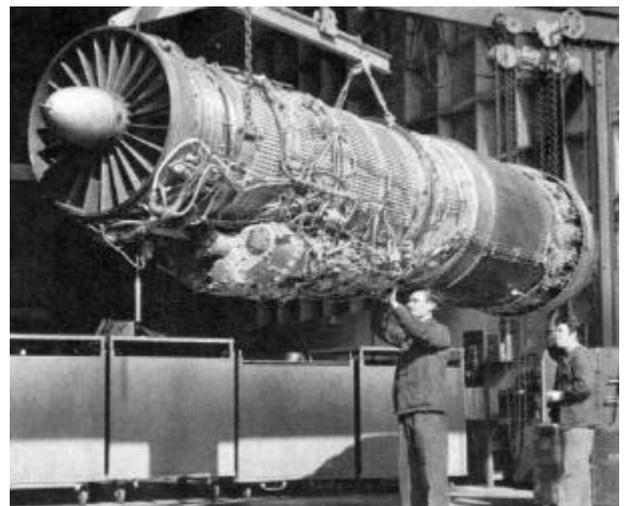
d'un nouveau programme basé sur les performances du moteur M-53, l'« avion de combat futur » (ACF).

Le G8 finit ses essais dans l'indifférence générale. Monoplace, le second prototype du « Mirage » G4 devenu G8 02 effectue son premier vol à Istres le 13 juillet 1972, piloté par Jean-Marie Saget. Le 13 juillet 1973, à son 74<sup>e</sup> vol, un an après son 1<sup>er</sup> vol, l'avion atteint Mach 2,34 à 42 000 pieds <sup>12</sup>.

Pratt & Whitney n'ayant pas participé aux augmentations de capital de la SNECMA en 1973, 1975 et 1976, sa participation se trouve réduite à 7 % en 1975 et le contrat de coopération est rompu en 1977.



*Montage d'un réacteur SNECMA TF-306 dans le « Mirage » G, 1967. (Dassault Aviation).*



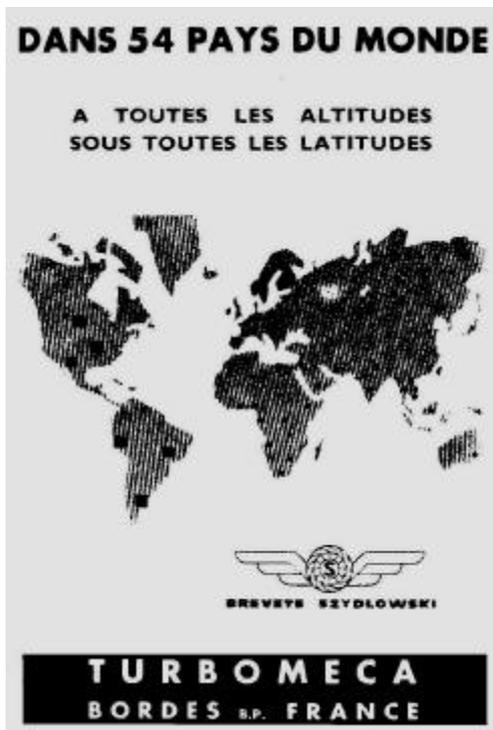
*Réacteur SNECMA TF-306, 1969. (Sneema Moteurs).*

12. Cette performance constitue un record en Europe occidentale.

## Le moteur du Jaguar , 1969

Le développement du « Jaguar » constitue une nouvelle étape dans les processus de coopération entre nations et industriels. Cette fois, le projet aboutit, mais avec des coûts non maîtrisés.

L'histoire commence en 1964 quand l'armée de l'Air française demande un avion d'entraînement avancé. La fiche programme prévoit une série de 150 avions d'une valeur unitaire d'environ 5 millions de francs. Le 15 janvier 1965, Breguet Aviation remporte le marché avec le projet Breguet 121. Simultanément, la R.F.A., l'Italie et la Grande-Bretagne ont les mêmes besoins. Le marché va devenir européen.



Publicité Turboméca, 1969. (Aviation Magazine).

Désireux de ne pas rompre totalement les relations avec la France, le gouvernement du premier ministre Harold Wilson (qui a annulé quantité de programmes aéronautiques et spatiaux nationaux au profit de commandes de matériels américains disponibles « sur l'étagère ») signe le 17 mai 1965 un accord de construction, en coopération, du Breguet 121. Les Britanniques financent 50% du réacteur, BAC et Breguet Aviation construisant l'avion à 50/50. Rolls-Royce et Turboméca collaborent au développement du réacteur « Adour » choisi. Deux versions biréacteurs sont prévues, un avion d'entraînement (225 exemplaires) biplace pour la Royal Air Force (150 ex) et la France (75 ex) et un avion

d'appui tactique (75 ex) monoplace pour l'armée de l'Air.

La *Société Européenne de Production de l'Avion Ecole de Combat et d'Appui Tactique* (SEPECAT) est formée le 9 mai 1966 et huit prototypes de l'avion baptisé « Jaguar » sont mis en fabrication.

En 1967, les points de vue des états-majors britanniques et français évoluent. La R.A.F. veut des avions d'appui tactiques ; la France veut une version navalisée destinée au remplacement de l'« Etendard ». Le 9 janvier 1968, sont commandés 400 appareils, 195 avions d'entraînement « Jaguar » E (110 pour la Grande-Bretagne, 85 pour la France), 165 avions d'appui tactique « Jaguar » A (90 pour la Grande-Bretagne, 75 pour la France) et 50 avions « Jaguar » M pour la Marine nationale. Le E-01 effectue son 1<sup>er</sup> vol le 8 septembre 1968.



Les trois versions du « Jaguar » en 1969. (CEPA).

L'année 1969 voit voler les prototypes E-02 le 11 février, A-03 le 29 mars, A-04 le 27 mai, M-05 le 14 novembre et un nouveau type le « Jaguar » S-06 le 12 octobre, car au vu des qualités de l'avion durant les essais des prototypes la R.A.F. a changé de politique, souhaitant plus d'avions d'appui tactique et moins d'avions d'entraînement. Fin 1969, la commande des 200 « Jaguar » britanniques se transforme en 165 avions d'appui tactique monoplaces (la fameuse version S) et 35 biplaces d'entraînement d'une nouvelle version biplace « Jaguar » B destinée à la fois à l'entraînement et à l'attaque au sol. Les versions françaises et anglaises diffèrent par leur électronique et leur armement (40 % du prix de l'avion).

Le réacteur double-flux « Adour » qui propulse le « Jaguar » résulte aussi d'une coopération industrielle internationale. La commande initiale étant très importante (800

turboréacteurs), les autorités françaises obligent Turboméca à une association. Rolls-Royce ayant étudié un moteur proche (RB 172), les deux industriels s'associent à la fabrication du réacteur « Adour ». Turboméca est responsable de la partie compresseurs basse pression (deux étages) et haute pression (cinq étages) et Rolls-Royce de la fabrication des parties chaudes, chambre de combustion, turbines haute et basse pression.

**TURBOMECA**



BREVETS SZYDLOWSKI

SIEGE SOCIAL, BUREAUX ET USINE :

64590 BORDES - FRANCE -  
Tél. PAU (59) 27 07 31 Téléx 56 928

AUTRES USINES :

78970 MEZIERES sur SEINE  
Tél. 478 71 28 Téléx 20 840

40220 TARNOS  
Tél. BAYONNE (59) 25 19 70 Téléx 57 042

BUREAU A PARIS :  
1, Rue Beaujon - 75008 PARIS -  
Tél. 924 18 61 & 622 06 78 Téléx 65 347

TURBO-MOTEURS  
TURBO-REACTEURS  
TURBO-PROPULSEURS  
TURBO-GENERATEURS D'AIR COMPRI  
TURBINES A GAZ

Publicité Turboméca 1973. (Aviation Magazine).

La version initiale de l'« Adour » Mk 102 développe 2 320 kgp sans réchauffe, 3 310 kgp avec PC. Les premiers essais du réacteur ont lieu en mai 1967. La fabrication démarre en janvier 1968 pour les essais des prototypes et en 1971 pour les appareils de série. L'« Adour » Mk 102 de série est homologué en janvier 1971.

Entre temps, la SNECMA qui a pris le contrôle de Turboméca participe au moteur en réalisant les canaux de réchauffe et en réalisant les essais d'homologation, puis à l'étude de versions plus puissantes du moteur destinées à l'exportation, car l'état-major britannique qui a changé d'avis une fois de plus a commandé un biplace d'entraînement à réaction, le Hawker-Siddeley HS 1182 « Hawk », propulsé par le réacteur « Adour », tandis que la Marine nationale préfère le « Super Etendard » au « Jaguar » navalisé.

La Cour des comptes en 1970 constate que les coûts de développement du programme « Jaguar » s'envolent, dépassent 1 200 millions de francs, alors que le développement du « Mirage » F1 s'est limité à 670 millions.



Excellent appareil, le « Jaguar » a été utilisé trente ans et a essuyé le feu dans plusieurs conflits comme la guerre du golfe. (GIFAS).

C'est l'ensemble des pertes financières des programmes militaires que les députés à l'assemblée nationale et la Cour des comptes épinglent en 1970 et 1971 avec férocité.

Programme	Dates	Pertes
Appareil ADAV	1960-1966	200 millions de francs
Moteur RB 162 de l'ADAV	1960-1966	79 millions de francs
Moteur TF-106 et TF-306	1960-1967	506 millions de francs
Mirage F2	1962-1966	98 millions de francs
Mirage F3	1966-1967	73 millions de francs
Mirage G4 et G8	1968-1973	365 millions de francs
Mirage F1 M53 ACF	1972-1975	610 millions de francs
Jaguar Marine	1971-1973	162 millions de francs
Breguet 941 ADAC	1959-1970	236 millions de francs
<b>TOTAL</b>	1960-1975	<b>2 329 millions de francs</b>

Pertes financières de la France dues à l'annulation des programmes d'avions et moteurs militaires. (Cour des comptes).

En réalité l'argent investi par l'Etat (les contribuables) dans ces programmes n'est pas totalement gaspillé. Il resserre les liens entre les services officiels de l'Etat comme la Direction technique et industrielle de l'aéronautique (DTIA) et la Délégation ministérielle pour l'armement (DMA) et les industriels. Les Services Techniques (STAé) et les Services de la production aéronautique (SPAé) travaillent au près des industriels. Même collaboration entre les CEP (Centres d'essais des propulseurs) CEV (Centre des essais en vol) et les ingénieurs de la SNECMA de Melun-Villaroche concernant les moteurs.

La Direction des programmes et des affaires industrielles (DPAI) ne se lave plus les mains des problèmes industriels, pas plus que la Direction des recherches et moyens d'essais (DRME), devenue en 1977 le DRET. L'ONERA et le CPE (Centre de prospective et d'évaluation) ont participé à ces projets.

## Le moteur du gros porteur européen, 1970

Dans les années soixante, face à la toute puissance américaine en matière d'avion de transport civil, les Européens tentent de réagir. Des deux côtés de la Manche, organismes officiels et constructeurs tirent ensemble les leçons des échecs passés et observent avec attention l'évolution du marché des transports aériens. Avec 280 appareils vendus sous près de 30 versions, le programme « Caravelle », s'il a été un succès technique, a été un gros échec commercial (pertes plus de 100 millions de francs à la SNCASE et chez Sud-Aviation). A l'exception du Vickers « Viscount », qui s'est vendu à plus de 3 500 exemplaires, tous les programmes développés en Europe ont été des échecs.

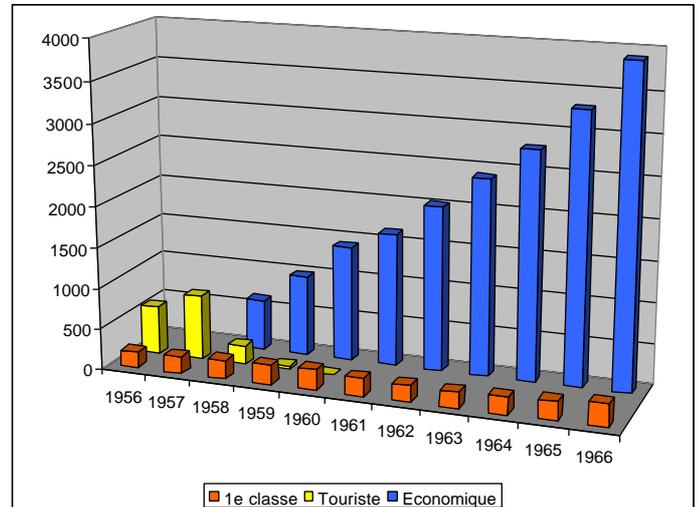
Industriel	Effectifs	C.A.
<b>France</b>		
SNIAS	43 200	3 705
Dassault-Breguet	12 000	1 570
SNECMA	16 500	1 630
Turboméca	3 800	720
<b>Grande-Bretagne</b>		
B.A.C.	30 000	2 350
Hawker-Siddeley	27 000	2 200
Rolls-Royce	69 100	2 610
<b>Allemagne fédérale</b>		
M.T.U.	4 800	650
Dornier	5 500	420
V.F.W.-Fokker	17 500	1 850
M.B.B.	17 000	1 950
<b>Etats-Unis</b>		
Boeing	62 500	18 385
Lockheed	84 700	12 700
McDonnell-Douglas	92 500	10 440
Lockheed	61 000	11 740
Rockwell International	41 800	12 050
Pratt & Whitney	55 000	7 855
General Electric	31 000	6 970

Poids des industries aéronautiques dans différents pays en 1970. (Tableau G. Hartmann).

La croissance du trafic est devenue telle que les aéroports sont saturés, les pilotes trop peu nombreux. L'impact de la baisse du prix du siège-passager (vols charters) pousse les grandes compagnies vers la solution du gros porteur. Plusieurs projets sont étudiés chez Sud-Aviation (projet « Galion ») chez Hawker-Siddeley (projet « Trident ») et par le groupe ARGE en Allemagne<sup>13</sup> dès 1963. En 1965, les ingénieurs européens et les autorités de tutelle ont défini un nouveau programme baptisé « Eurobus » d'un avion biréacteur (20 tonnes de poussée unitaire) capable de transporter

13. Les industriels allemands Bölkow/SIAT, Dornier, Hamburger Flugzeugbau Werke (HFW), Vereinigte Flugtechnische Werke (VFW) et Messerschmitt ont formé en 1963 un groupe de travail dénommé « Airbus Arbeitsgemeinschaft ».

250 passagers sur 1 800 km à la vitesse de 930 km/h. Mais à propos du moteur, l'unanimité ne se fait pas.



Le développement des vols charters et en classe économique sur Paris - New-York plaide en faveur des gros porteurs.

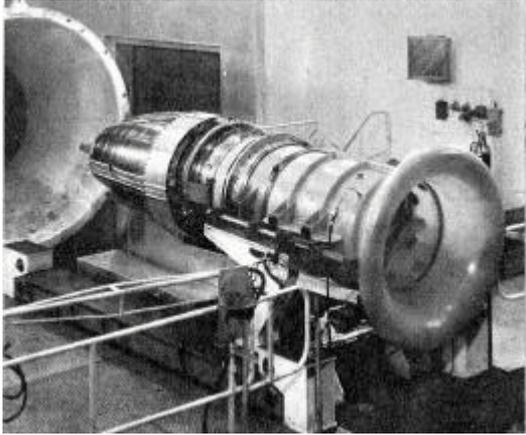
Français et Allemands sont favorables au réacteur Pratt & Whitney JT9 D qui doit équiper le Boeing 747 (standardisation au sein des compagnies), les Britanniques soutiennent que le réacteur de l'« Eurobus » doit être européen et défendent le Rolls-Royce RB-207. A cette époque, la SNECMA est liée à Bristol-Siddeley, racheté par Rolls-Royce en 1966.



En ne visant que les liaisons européennes, la même erreur de marketing fut faite pour l'« Airbus » que pour « Concorde », destiné aux lignes Paris - Dakar et Paris - Rio. (GIFAS).

Le marché intérieur en Europe de l'« Eurobus » est estimé en 1966 à 150 ou 200 unités, peut-être 500 ou 600 appareils dans le monde avec un matériel mis en service vers 1973, pour un coût de développement de 1,8 milliards de francs avec le moteur Pratt & Whitney et 2,4 milliards de francs avec le

moteur Rolls-Royce qui n'a encore fait l'objet d'aucune commande, les dépenses étant réparties à raison de 37,5% pour la Grande-Bretagne et la France (qui supportent déjà le poids du programme « Concorde ») et 25% pour l'Allemagne. Un accord de principe entre les gouvernements des trois pays est signé le 25 juillet 1967. Le projet est désormais connu sous le nom d' « Airbus » A 300 (300 places).



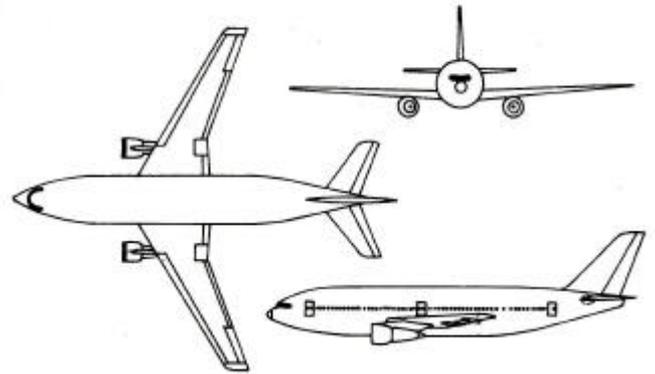
Réacteur Rolls-Royce/Snecma double flux M-45 H au banc, 1970. Le réacteur fournit 3 500 kgp. (Snecma Moteurs).

En 1968, les discussions vont bon train entre les gouvernements des trois pays, les industriels et la compagnies européennes. Complétant son parc de 44 « Caravelles » et 10 Boeing 727-200 (189 sièges), Air France accepte de commander 25 « Airbus », mais Lufthansa qui a commandé aussi des Boeing 727-200 déclare qu'elle n'a pas besoin d'un appareil de 300 places. La B.E.A. veut un 300 places à moteurs Rolls-Royce pour 1972.



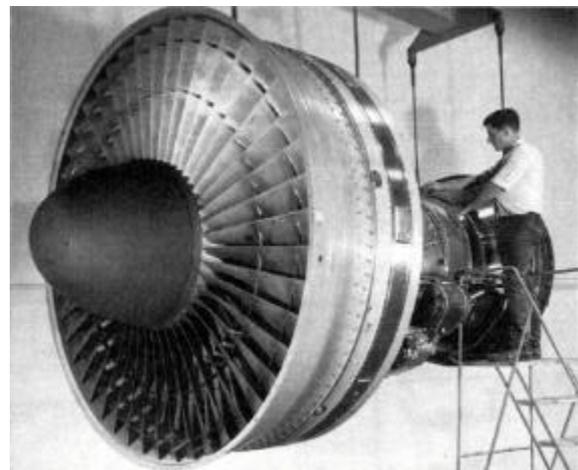
Le moteur M-45 H est un bon exemple de réacteur modulaire, facilitant les opérations e maintenance. (Snecma Moteurs).

Les industriels américains fourbissent aussi leurs armes. Transportant 375 à 490 passagers, le gros quadriréacteur (Pratt & Whitney JT9 D) Boeing 747 entré en service en 1969 se vend bien. Lockheed annonce en janvier 1968 les ventes de 144 de son triréacteur (Rolls-Royce RB-211) L-1011 pour 345 passagers et Mc Donnell-Douglas reçoit en février 1968 des commandes pour son triréacteur (General Electric CF-6) DC-10 offrant 343 sièges. Les Etats-Unis produisent 80% des avions de transport à réaction du monde et leur marché intérieur représente à lui seul la moitié du marché mondial.



Projet d'avion « Eurobus », 1966. (SNIAS).

La Grande-Bretagne s'étant retirée du projet pour des raisons politiques et industrielles (B.A.C. a présenté un projet concurrent de l'A300 B qui a été refusé, le BAC 311 à deux réacteurs Rolls-Royce RB-211) un nouvel accord franco-allemand sur le développement de l'Airbus A300 B est signé entre Sud-Aviation et Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) le 29 mai 1969. Pour les motoristes, ce marché des avions gros porteurs, estimé à 6 000 moteurs dans la période 1970-1985 est « le marché du siècle ».



Réacteur Pratt & Whitney JT9 D du Boeing 747, 1970. (NASM).

La SNECMA est quasiment prête à tout pour adresser ce marché. En 1970, alors que le Boeing 747 « Jumbo Jet » entre en service, le conseil d'administration de la SNECMA qui a changé plusieurs fois de président depuis trois ans, se trouve obligé de constater que la société nationale ne vit d'un seul client, l'Etat, avec un seul produit en fin de vie l'ATAR (5 000 exemplaires vendus)<sup>14</sup>.

Type	Formule	Puissance (kgp)	Poids (kg)	Remarques
Rolls-Royce Avon RA-29/3	16-8-3	5 170	1 518	Equipe Caravelle
Soloviev D-20	8-12-2	5 400	1 450	Equipe le Tu-124
Pratt & Whitney J-57 et JT3 D	9-8-2	6 125	2 000	Equipe les Boeing 707, DC-8
Pratt & Whitney JT-8 D	7-9-3	6 575	1 450	Boeing 727 et 737, DC-9
Snecma Atar 9	9-8-2	6 700	1 485	Equipe le Mirage III
Soloviev D-30	10-12-4	6 800	1 500	Equipe le Tu-134
Rolls-Royce Pegasus 5	8-8-2	7 030	1 260	Equipe la HS Harrier
General Electric J-79	17-10-3	7 165	1 615	Réacteur Mach 2
Rolls-Royce Olympus 201	7-8-1	7 710	1 725	
Snecma M-53		9 000		Mirage F1
Pratt & Whitney JTF 10A	8-9-3	9 070	2 400	Equipe le F-111
Rolls-Royce Conway 42	9-10-2	9 240	2 270	Equipe le BAC VC-10
Snecma TF-306	15-8-2	9 300	1 760	Mirage F et G
Mikulin RD-3M-500	8-14-2	9 500	1 800	Equipe le Tu-104
Kuznetsov NK-8	6-0-2	10 500	2 200	Equipe les Il-62 et Tu-154
Soloviev D-30 K	11-12-4	11 500	2 150	Double flux
Pratt & Whitney J-75	8-8-2	13 000	2 700	Réacteur Mach 2, version civile JT-4 de 8 000 kgp
General Electric J-93	17-10-2	13 600	2 950	Réacteur Mach 3 (B-70)
Pratt & Whitney J-58	16-8-2	13 600	3 000	Réacteur Mach 3 (SR-71)
General Electric TF-39	16-8-6	16 650	3 190	Equipe le Lockheed C-5A « Galaxy »
Rolls-Royce Olympus 593	7-8-1	16 700	3 500	Equipe le Concorde
Kuznetsov NK-144	11-12-2	17 500	2 850	Equipe le Tu-144
General Electric CF-6	16-8-5	17 920	3 350	Equipe le DC-10
Rolls-Royce RB 211	7-8-3	18 500	3 750	Equipe le L-1011
Pratt & Whitney JT-9 D	11-9-4	20 200	3 825	Equipe le Boeing 747
Rolls-Royce RB 207	7-8-3	24 500	4 450	Equipe les gros porteurs
General Electric GE-4	9-8-2	30 400	5 000	Moteur du SST

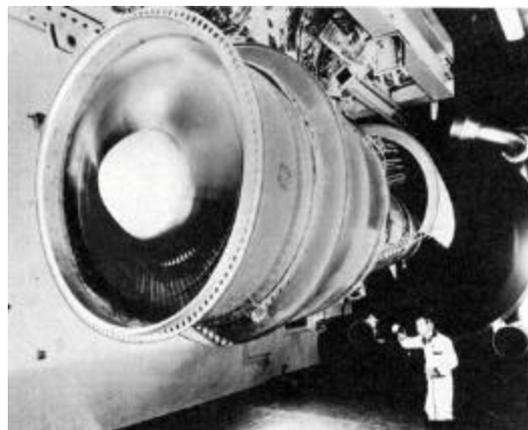
Les turboréacteurs dépassant 5 000 kgp dans le monde, 1970. (Tableau G. Hartmann).

La coopération sur les réacteurs double flux avec Pratt & Whitney n'a rien donné (20 moteurs prototypes fabriqués), pas plus que

celle avec Bristol-Siddeley (12 réacteurs prototypes M-45 vendus), exception faite de l'Olympus du « Concorde » (146 exemplaires fabriqués au total). Les développements basés sur un corps hautes pressions de l'ATAR ont échoué. L'étude du réacteur de dix tonnes désigné M56 piétine.

Au printemps 1971, la SNECMA offre aux deux motoristes américains une coopération à 50/50 pour la fabrication des réacteurs en Europe. Vainqueur de plusieurs concours militaires lui assurant le marché du F-15, du F-14 et probablement du F-16, Pratt & Whitney décline la proposition, mais General Electric, le plus mal loti des grands motoristes en matière de couverture commerciale, accepte.

Venant s'ajouter aux accords conclu en 1969 prévoyant que la SNECMA assemblerait et testerait les moteurs General Electric CF6-50 destinés aux « Airbus » et Boeing 747 vendus en France, un nouvel accord qui couvre le partage des risques sur le développement et la fabrication du réacteur CF-6 est signé en septembre 1971 entre General Electric et la SNECMA, accord ratifié par le gouvernement français le 7 décembre 1971. Le moteur issu de la coopération porte le nom de CFM 56<sup>15</sup>. D'abord hostile, le gouvernement américain (Richard Nixon) donne son aval en mai 1973.



Réacteur General Electric CF-6 du DC-10, 1970. (General Electric).

Sous la pression de la concurrence, les choses s'accroissent. Le 29 août 1970, le McDonnell-Douglas DC-10 effectue son premier vol avec des réacteurs GE CF6-6 (20 tonnes).

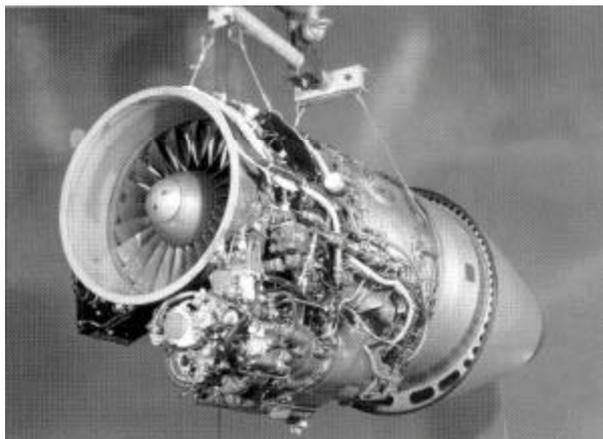
Regroupant les divisions appareils de transport de l'Aérospatiale et de MBB, le groupement d'intérêt économique (GIE) Airbus Industries est formé le 18 décembre 1970. (à suivre).

14. Trois présidents se sont succédés à la tête de la SNECMA de 1968 à 1971 à la suite de Desbrières : Jean Blancard, Jacques-Edouard Lamy et René Ravaud.

15. CF pour « Civil Fan », terme désignant chez General Electric les moteurs civils et M-56, nom du projet Snecma.

## Le moteur de l'Alpha Jet , 1971

En 1965, la SNECMA commence l'étude d'un petit réacteur double flux d'une tonne de poussée destiné aux avions d'affaire et de liaison dont le Dassault «Mystère» 20 (deux réacteurs GE CF-700) constitue l'archétype. Le moteur est désigné M49. Simultanément, Turboméca commence une étude pour la motorisation d'un appareil militaire d'entraînement destiné à succéder au Fouga «Magister».



*Réacteur Snecma-Turboméca «Larzac» 04 de série, 1976. (Snecma Moteurs).*

Jean Blancard, PDG de la Snecma (natif du Larzac) et Joseph Szydowski, PDG de Turboméca décident de coopérer à 50/50 au développement et à la fabrication du moteur, nommé «Larzac». Le projet est présenté au Salon du Bourget 1967. Ses concurrents européens sont nombreux : General Electric J-610 (équipant l'Aéro Commander Jet, le Lear Jet), Pratt & Whitney J-60 (équipant le Lockheed Jet Star), Bristol-Siddeley Viper-500 (équipant le Hawker-Siddeley HS-125), sans compter les productions japonaises, polonaises et Tchèques.



*Alpha-Jet aux couleurs françaises, 1975. (CEPA).*

Par rapport au Viper-500 et au CJ-610, le «Larzac» présente une conception modulaire, comme le M45, une consommation inférieure de 30%, un poids moindre et un niveau de bruit inférieur. Début 1968, les services officiels français donnent leur accord pour financer le moteur. La SNECMA (qui utilise la CAO sur de puissants ordinateurs) est responsable de la conception, fabrication, essais des parties chaudes et de la régulation. Turboméca dont les chaînes de production de turbines à gaz et turbopropulseurs tournent à plein par ailleurs s'engage à concevoir, fabriquer et essayer les parties froides. Le contrat entre les deux sociétés est signé en janvier 1969. Le 13 mars est ratifié un accord portant sur la promotion, la vente et l'après-vente du moteur, sous la forme d'un groupement d'intérêt économique (GIE).

La CAO fait des merveilles. En mai 1969, vingt mois après le début de l'étude, le premier moteur prototype «Larzac» A1 tourne au banc et développe 1 045 kgp. Le 22 juillet 1969, les gouvernements français et allemands annoncent qu'ils coopèrent au développement d'un appareil militaire d'entraînement.

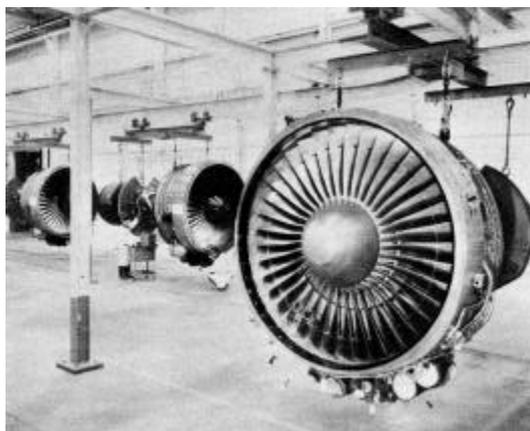
En 1970, des nouveaux clients potentiels se présentent, le SN-600 «Corvette» de l'Aérospatiale, le «Falcon» 10 de Dassault-Breguet, mais apparaissent aussi des moteurs concurrents tel le General Electric J85-4 (1 750 kgp). Sont alors développés le «Larzac» 01 à poussée maintenue de 1 045 kgp pour les projets civils, le «Larzac» 02 à température d'entrée turbine constante pour les projets militaires, les «Larzac» 03 de 1 275 kgp et 04 de 1 345 kgp. Snecma et Turboméca qui avaient entamé des pourparlers avec les allemands MTU et KHD dans le but de les associer à la fabrication du «Larzac» finissent par rallier au moteur franco-français «Larzac» 04 l'état-major allemand.

Le choix des états-majors se porte sur une coopération Dassault-Breguet avec Dornier, les projets concurrents étant écartés<sup>16</sup>. En juillet 1970, les services officiels des deux pays s'étant mis d'accord entre eux et avec les états-majors et les industriels, est lancé le programme d'avion «Alpha-Jet» équipé de deux réacteurs «Larzac» 04 de 1 354 kgp. Ce programme avec le «Transall» est l'un des plus réussis de la coopération franco-allemande. Le premier moteur de série est livré en 1977 ; 1 600 moteurs «Larzac» sont livrés jusqu'à fin 1982.

16. Projet MBB-Aérospatiale «Eurotrainer» et projet T-291 VFW-Fokker.

## Le CF6-50, le moteur dont personne ne veut, 1972

Le 1<sup>er</sup> octobre 1970, poursuivant ses efforts de regroupement, l'Etat a procédé à la fusion de la SEPR et de la division « engins » de la SNECMA, l'ensemble prenant le nom de Société européenne de propulsion (SEP). Le programme spatial Europa a été jusqu'ici un échec total, et le gouvernement se demande s'il ne faudrait pas abandonner cette coopération ratée au profit du lanceur national Ariane<sup>17</sup>. L'espace a pris dans l'industrie française une importance de plus en plus grande, avec le développement des missiles MSBS et SSBS<sup>18</sup>.



Les trois premiers réacteurs CF6-6 du DC-10 sortent de chez General Electric, avril 1970. (General Electric).

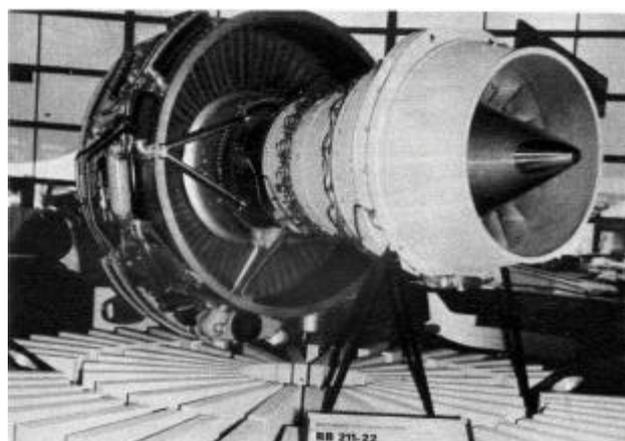
	Destination	Passagers	Part relative
1	Londres	1 152 285	16,0 %
2	New-York	384 421	5,4 %
3	Nice	365 056	5,1 %
4	Genève	293 891	4,1 %
5	Marseille	276 702	3,9 %
6	Amsterdam	231 485	3,2 %
7	Lyon	219 731	3,1 %
8	Rome	206 741	2,9 %
9	Francofort	204 970	2,9 %
10	Madrid	173 530	2,4 %
11	Milan	172 197	2,4 %
12	Zurich	153 293	2,1 %
13	Alger	136 019	1,9 %
14	Toulouse	132 571	1,8 %
15	Bruxelles	114 105	1,6 %
16	Copenhague	107 075	1,5 %
17	Casablanca	104 986	1,5 %
18	Düsseldorf	100 314	1,4 %
19	Bordeaux	95 169	1,3 %
20	Palma	87 024	1,2 %
	Autre destination	2 471 510	34,4 %

Destination des vols au départ de Paris, année 1967. (Source DGAC).

17. Le 31 décembre 1970, la France menace de quitter le CERS/ESRO chargé du spatial européen. Le 11<sup>ème</sup> et dernier tir d'une fusée Europa II, onzième échec, aura lieu le 5 novembre 1971.
18. Le 1<sup>er</sup> tir d'un missile français MSBS à partir du sous-marin Redoutable aura lieu le 27 mai 1971 et la première unité de tir d'engins SSBS sera opérationnelle le 2 août.

Née officiellement le 18 décembre 1970, la Société Airbus Industries (fusion des branches avions de transport de l'Aérospatiale et de MBB), s'appuyant sur les structures existantes (membres de l'OACI à l'étranger) et sa propre organisation propose ses gros porteurs A300 B à toutes les compagnies de transport aérien de la planète, le marché européen étant considéré comme assez étroit, la Grande-Bretagne ayant imposé à ses compagnies aériennes (B.O.A.C. et B.E.A) le triréacteur Lockheed L-1011 « Tristar » à moteurs Rolls-Royce et l'Allemagne préférant (comme Air France du reste) les avions américains qu'elle utilise depuis 1945.

Pour Airbus Industries, la concurrence américaine est rude : les Lockheed « Tristar » et McDonnell-Douglas DC-10 totalisent ensemble plus de 300 commandes de la part des compagnies américaines et européennes fin 1972, tandis que le Boeing 747 en haut de la gamme et le 727 en bas de gamme connaissent un boom commercial. Fournisseur (à 27%) avec General Electric du réacteur CF6-50, la SNECMA s'intéresse aux résultats des négociations américaines, car les A300 B commandés en Europe (38 fin 1972 de la part des compagnies Air France, Lufthansa et Iberia) sont propulsés par des moteurs américains. C'est le 28 octobre 1972 que Max Fischl et Bernard Ziegler font faire à l'A300 B son 1<sup>er</sup> vol à Toulouse.

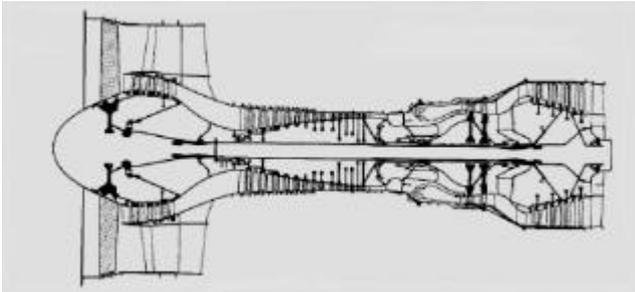


Moteur Rolls-Royce RB211 du Lockheed L1011 « Tristar », 1970. (Rolls-Royce).

L'économie mondiale donne pourtant quelques signes inquiétants de défaillance : en décembre 1971, le dollar américain perd 7,89% de sa valeur<sup>19</sup>. Les prix des matériels aériens et moteurs étant négociés en dollars, les produits des industries européennes sont

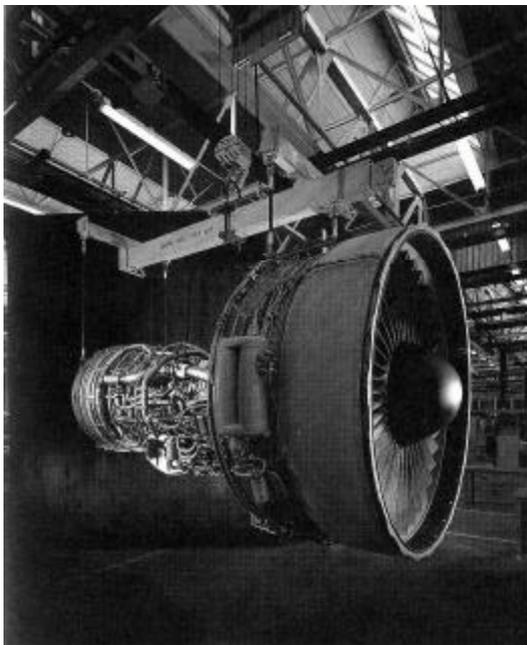
19. La dernière dévaluation du dollar remontait à 1934.

trop chers. Quelques semaines plus tôt, ses dettes dépassant les 2/3 de son capital social, la société Rolls-Royce a été mise en faillite. A contrecœur, l'Etat britannique doit la racheter.



Réacteur GE-Snecma CF6-50, 1972. (Snecma Moteurs).

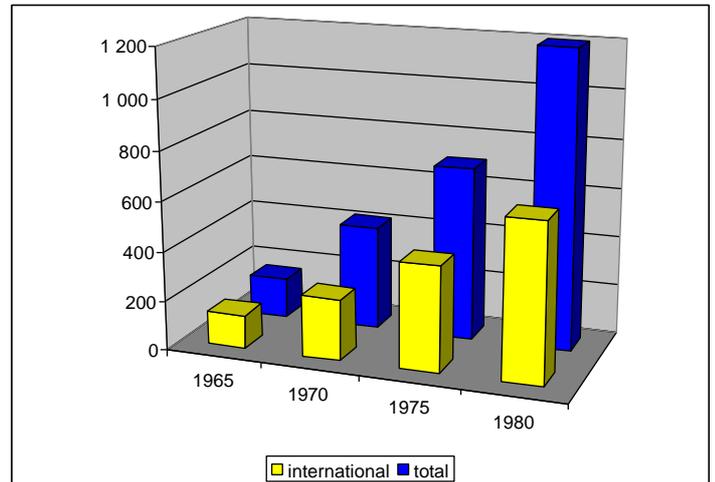
Le 31 janvier 1973, l'avion supersonique « Concorde » étant vendu au prix de revient (sans aide de l'Etat), le 144 options américaines s'évaporent. Pan-Am et TWA renoncent au supersonique. Pour cause de dépassement de budget, le Congrès des Etats-Unis a déjà scellé le sort du SST américain<sup>20</sup>. Le 27 octobre 1973, les pays arabes producteurs de pétrole décident de décupler en un an le prix du brut qui passe en trois mois de 2,29 à 11,65 dollars. Commence alors en occident une crise liée à l'enchérissement du prix des carburants. Au sein des compagnies de transport aérien, c'est l'affolement.



Réacteur GE-Snecma CF6-80A, 1973. (Snecma Moteurs).

La percée des matériels nouveaux est rendue difficile par des commandes massives portant sur des appareils déjà dépassés, soit parce que les nouveaux triréacteurs sont trop chers pour des liaisons moyen-courrier (ne

parlons plus des supersoniques), soit pour cause de flotte à homogénéiser. C'est ainsi qu'en 1972 McDonnell-Douglas reçoit commande de 90 appareils DC-9 (dont la conception remonte à quinze ans), Boeing plus de cent commandes de son triréacteur 727<sup>21</sup>. En 1973, Boeing prévoit de livrer 154 machines, onze 707, quatre-vingt-treize 727, vingt-deux 737 et vingt-huit 747.



Prévisions de croissance du trafic passagers sur les lignes régulières (hors vols charters) établie en 1967, en milliards de passagers. (Source : OACI).

Circonstances économiques et concurrence américaine font trois victimes en 1972 et 1973 : le court courrier Dassault « Mercure », objet d'aucune commande d'aucune compagnie (il sera imposé à Air Inter)<sup>22</sup>, le gros porteur européen « Airbus » A300 B présenté au Salon du Bourget 1973 et dont personne ne veut malgré les excellents résultats techniques enregistrés en vol et le réacteur CF6-50 du DC-10 et de l'A300 B, devenu confidentiel.

Destination	Air France	C <sup>ies</sup> étrangères	Total
France	359,4	15,0	854,9
Europe des six	323,7	451,5	779,8
Grande-Bretagne	236,8	279,7	518,9
Reste de l'Europe	591,9	796,4	1417,1
Algérie, Maroc, Tunisie	399,4	265,1	664,6
Autres pays d'Afrique	370,3	352,7	1456,8
Amérique du Nord	2397,2	2006,0	4403,2
Reste du monde	975,9	736,7	1847,2
Total	5654,6	4903,1	11 942,4

Analyse du trafic aérien dans le monde par répartition géographique, année 1968. (Source : IATA).

- Le Boeing 727 à cette époque est l'avion de transport le plus vendu dans le monde, avec plus de mille machines en service.
- Voulu par le STAé et la SGAC, le programme « Mercure » a coûté entre 1969 et 1974 la bagatelle de 656 millions de francs à l'Etat, 438 millions de francs aux industriels, 210 millions de francs aux compagnies et 450 millions de francs à l'ensemble des coopérateurs. Sabena disait : « on peut avoir trois Boeing 737 pour le prix de deux Mercure ».

20. Le SST a été abandonné officiellement le 24 mars 1971.

<i>Type</i>	<i>Date homologation</i>	<i>Poussée (kgp)</i>	<i>Masse (kg)</i>	<i>Taux de dilution</i>	<i>Production</i>	<i>Coopérant</i>
Larzac 02/03	1973	1 275	265	1,16	5	Turboméca
Larzac 04	1975	1 350	295	1,13	1000 (Alpha-Jet)	Turboméca
Adour	1961	2 320	766	-	1600 (Jahuar, Hawk)	Turboméca, Rolls-Royce
M36	1963	2 100	180		1	Turboméca
TF 104 B	1962	4 400	1 455	1,5	20	Pratt & Whitney
TF 106 A	1963	4 300	1 650	1,3		Pratt & Whitney
TF 306 C	1965	5 200	1 750	1,03		Pratt & Whitney
M45A/B	1967	2 060	495	-	1	Bristol-Siddeley
M45 F	1966	3 000	550	1,2	3	Bristol-Siddeley
M45 G	1967	3 160	935	1,2	1	Bristol-Siddeley
M45 H	1968	3 500	708	3,0	68 (VFW-614)	Rolls-Royce
Olympus 593-10	1966	14 500	3 900	-	72 (Concorde)	Rolls-Royce
Olympus 593-11	1972	13 730	4 700	-		Rolls-Royce
Olympus 593-28	1975	13 000	4 590	-	74 (Concorde série)	Rolls-Royce
CF6-50	1972	23 800	3 970	4,4	543 (de 1974 à 1979, remotorisations diverses)	General Electric

*Programmes de coopération entrepris par la SNECMA entre 1965 et 1972. Les plus réussis furent les programmes franco-français «Larzac» et «Adour».*