

PRENDRE L'AIR



Musée Saint-Chamas - Barillet des moteurs Atar 8 et 9



*La revue de l'Association
des Amis du Musée Safran*

N°3
Décembre
2019

Contact

Rond Point René Ravaud 77550 Réau
Tél : 01 60 59 72 58 Mail : aams@museesafran.com

Sommaire

<i>Editorial</i>	3
Jacques Daniel	
<i>Le mot du Président</i>	3
Jean Claude Dufloux	
<i>L'avionnerie isséenne</i>	4
Henri Couturier	
<i>Mr René Farsy : pilote d'essais à la Snecma</i>	9
Jacques Daniel	
<i>Le Dassault Mirage III T : banc d'essais volant</i>	18
Jacques Daniel	
<i>Le projet de Caravelle à moteurs Atar 101</i>	22
Jacques Daniel	
<i>Junkers Jumo 004 et BMW 003</i>	26
Pierre Mouton	
<i>Débuts de l'électronique à Snecma</i>	29
Pierre Mouton	
<i>Vintage Motor Cycle Club (VMCC) Manx Rally 2019 - Mémoires et mes aventures</i>	31
Gérard Basselin	
<i>Notes de lecture</i>	32
Jacques Daniel	

Crédits



Photographies : Henri Couturier, Jacques Daniel

Les articles et illustrations publiés dans cette revue ne peuvent être reproduits sans autorisation écrite préalable.

Editorial

Pour ce troisième numéro, nous vous proposons un article sur l'industrie aéronautique d'Issy-les-Moulineaux du début du siècle dernier. A cette époque et jusqu'au milieu des années 1930, on utilisait plutôt le terme " avionnerie " pour désigner les constructeurs d'avions.

Dans le domaine des turboréacteurs, la Snecma répondit, au début des années 1950, à un appel d'offre pour la motorisation du programme phare de l'aviation commerciale française : le SE-210 Caravelle. Entre 1951 et 1953, la société participa activement au projet en proposant des formules bi, tri et même quadriréacteurs basées sur le tout nouvel Atar 101. Vous trouverez cette histoire méconnue dans un article.

S'il est un sujet qui est peu abordé dans les journaux et revues aéronautiques c'est le métier de pilote d'essais et plus particulièrement chez Snecma. Parmi les treize titulaires qui se sont succédés au poste depuis 1945, le plus emblématique d'entre-eux est certainement Mr René Farsy. Pilote au carnet de vol épais et à la longue carrière dans l'aéronautique, il était connu dans le milieu des essais en vol sous le nom d'Atar 1. Vous trouverez dans ces lignes un portrait hommage à cet homme disparu en janvier 2019.

Dans la longue histoire de Snecma, la coopération franco-américaine sur le moteur civil CFM56 puis le Leap (à parité avec General Electric), n'est pas la première coopération transatlantique dans le domaine de la motorisation. Pendant près de dix ans, au cours des années 1960, une collaboration a eu lieu avec la firme Pratt & Withney sur trois projets de moteurs militaires double flux dénommés : TF-104, TF-106 et TF-306. Après environ une décennie de mise au point, le programme destiné aux avions de combat à décollage et atterrissages verticaux ainsi qu'aux avions à géométrie variable a été abandonné. Son arrêt a donné naissance à la deuxième génération de moteurs militaires de la Snecma : la famille M53.

Nous consacrons un article au Dassault Mirage III T, un appareil à voilure delta construit spécifiquement comme banc de test volant des moteurs TF-104 et TF-106 et sur lequel ont volé trois pilotes d'essais du motoriste : Pierre Galland, Jacques Gusman et René Farsy.

Lorsque l'on évoque la genèse du premier réacteur militaire français, l'Atar, sa filiation avec les moteurs à flux axiaux allemands, Jumo 004 et BMW 003, est indéniable. Un article dédié traite de leur conception et leur supériorité par rapport à leurs concurrents britanniques. Dans la continuité de ce sujet, un article évoque les débuts de la régulation des Atar dans les années 1950, un domaine qui est passé en une trentaine d'années du tout hydromécanique à l'électronique en trim puis au tout numérique.

La partie moto nous conduit sur l'un des lieux de pèlerinage réservé aux deux roues de collections " L'Ile de Man " en mer d'Irlande : retour sur les aventures et mésaventures vécues en 2019 par notre spécialiste Gérard Basselin lors du rallye du Vintage Motor Cycle Club Manx.

Enfin, la partie notes de lecture vous propose une sélection de trois ouvrages parus cette année : le premier, consacré aux collections permanentes du musée Safran, le second, sur l'histoire de Zodiac - la plus ancienne société de fabrications aéronautiques encore en activité dans le monde - qui a rejoint le groupe Safran l'an passé et enfin, le livre considéré comme la " bible " de l'avion de combat Dassault Mystère IVA.

Je vous souhaite une bonne lecture !

L'équipe de rédaction de Prendre l'air

Le mot du Président

Après avoir viré au cap 360 en juin dernier, l'équipage vient de se poser avec la satisfaction d'un respect rigoureux du plan de vol 2019.

Félicitations à Henri, Jacques et Régis pour leur engagement et leur professionnalisme.

Bon Noël et meilleurs vœux 2020 ainsi qu'à vos proches.

Le Président
Jean Claude DUFLOUX

L'avionnerie isséenne *(ou l'histoire de l'industrie aéronautique à Issy-les-Moulineaux)*

Avionnerie : Quésaco ?

D'après le dictionnaire Larousse, "avionnerie", de nos jours, signifie "industrie aéronautique" en québécois !

Au temps de Clément Ader, le célèbre ingénieur-constructeur-pilote, ce terme était utilisé par lui et d'autres pour désigner une industrie aéronautique qui n'existait pas encore ! Ni en France, ni ailleurs ! ou bien évoquer plutôt l'art de fabriquer les avions...

Extrait du journal "Les Ailes" du 4 janvier 1934 :

Ader, qui a créé le mot "avion", en avait tiré le mot "avionnerie" pour désigner l'industrie qui fabrique les avions. L'usage a généralisé l'avion, mais n'a pas adopté l'avionnerie (en 1934, donc).

C'est d'autant plus étrange que le même usage a accepté "avionneur" pour désigner le constructeur d'avions. Dans ces conditions, on ne voit pas pourquoi l'on ne dirait pas "l'avionnerie Bréguet" qui aurait, sur "l'usine Bréguet", l'avantage de la précision.

Il n'est peut-être pas trop tard pour faire un sort heureux à "avionnerie" ?

Clément Ader écrit en particulier deux ouvrages, en lien l'un avec l'autre : "L'Aviation militaire" (1913) et "l'avionnerie militaire" (1912) :

Le terme "avionnerie" semble avoir été utilisé jusqu'au milieu des années 30, avant de tomber en désuétude.



Usine Voisin - Atelier d'embellage - 1918

Pourquoi "l'avionnerie isséenne" ?

Au tout début du XX^{ème} siècle, Issy-les-Moulineaux fut le berceau de l'aviation mondiale, en concurrence en particulier avec Boulogne-Billancourt, du fait de son industrie naissante très importante et active et de son terrain d'aviation.

Dans ces deux communes, de nombreux constructeurs d'aéroplanes, de moteurs d'avions, de ballons et dirigeables, magnétos... etc... s'activent et prospèrent, et on parlera de l'avionnerie bouloonnaise, comme de la parisienne ou l'isséenne...

En plus d'avoir été dans le passé le berceau de l'aviation, Issy-les-Moulineaux abrite aujourd'hui le siège du Groupe Safran, comme dans un passé pas si lointain, l'usine "Avions Voisin" filiale de Gnome et Rhône, puis de Snecma... Et aussi Aérazur, qui sera absorbé par Zodiac...

Pourquoi Issy-les-Moulineaux ? Beaucoup des premières usines se sont installées là parce qu'en bordure du terrain d'aviation (historique !) d'Issy, à l'époque champ de manœuvre militaire, mais aussi, par la suite, pour la proximité de la Cité de l'Air (1936), alias base aérienne n°117... Avec les services de la DGA... l'Ecole des Techniques Avancées... les services du ministère de l'Air...

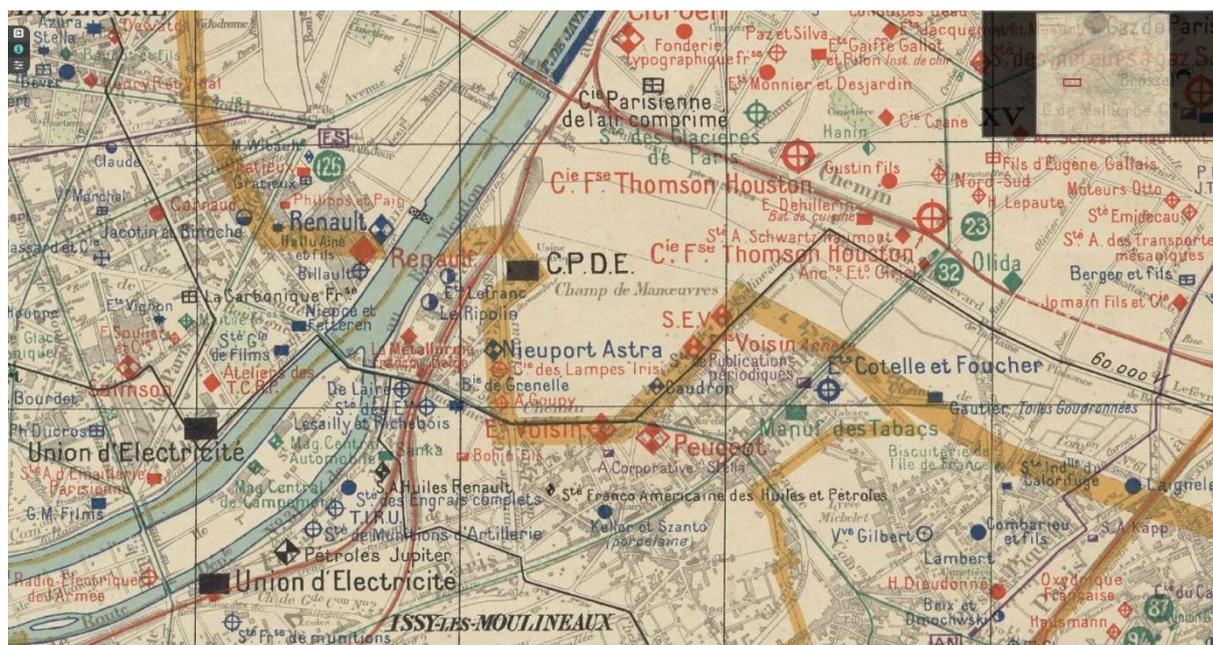


Publicité d'Aérazur

Historiquement, le métallo parisien est sans conteste le meilleur ouvrier du monde ; il y a aussi la proximité des grandes écoles d'ingénieurs, parisiennes pour la plupart, jusque dans les années 70...

Enfin, de précieuses infrastructures sont disponibles : chemin de fer, port fluvial, mais surtout électricité, avec la "centrale Westinghouse" de la Compagnie Parisienne d'électricité, et puis le téléphone, le gaz, l'air comprimé de la " Compagnie parisienne de l'air comprimé ", le pneumatique.... et, surtout, tout l'environnement de ces innombrables usines et ateliers de mécanique, ou d'équipements et appareillage électriques.

En l'année 1927, la " carte industrielle de la région parisienne " nous donne à voir :



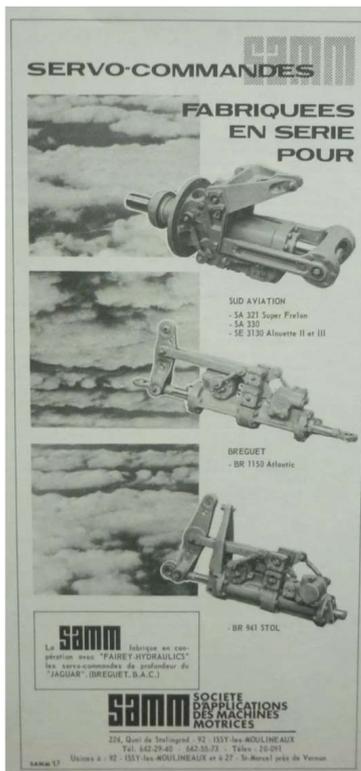
Origine : <https://bibliotheques-specialisees.paris>.

Outre les Voisin, Caudron, Nieuport, Peugeot et S.E.V., en particulier les laminoirs de la " Métallurgie franco-belge ", et aussi les ateliers Renault, qui vont devenir AMX "Ateliers de Mécanique d'Issy-les-Moulineaux ", futur fabricant de chars d'assaut AMX13 et AMX30... la " société de munitions d'artillerie ", alias Gévelot... la " Compagnie des lampes Iris ", qui sera rachetée par Thomson-CSF ... Notons au passage que le terrain d'aviation historique est encore intitulé " champ de manœuvre " sur cette carte...

L'aviation isséenne : les grandes usines

Construites à la " Belle Epoque ", ces usines de construction aéronautique, ont été les premières du Monde, et le sont restées jusqu'au moins la fin de la Grande Guerre.

Elles ont construit des avions, comme Caudron, Voisin, Nieuport, SFAN, des ballons et dirigeables, comme Aérazur (acquis par Zodiac en 1978) ... fabriqué des moteurs d'avions comme Peugeot, et aussi Voisin... des servocommandes pour avions comme SAMM...



Publicité SAMM



Publicité Avions Nieuport

Elles commencent par construire énormément de prototypes sans série derrière, de façon artisanale... Mais elles sont brutalement passées à la dimension industrielle à la faveur de la première guerre mondiale.



Menuiserie usine Voisin

Elles sont également très peu spécialisées, fabricant aussi bien des avions que des moteurs... d'avions... ou d'automobiles...



Installations Caudron

On peut sans doute comparer ces premières usines d'aviation aux chantiers navals de bateaux de course au large ou de luxe d'aujourd'hui ou d'alors (comme par hasard une spécialité française...).



Vue aérienne des installations Caudron

Par la suite, ces usines vont évoluer, changer de raison sociale, de fabrications... pendant de très longues années pour certaines... les dernières à fermer le feront à la fin des années 80, comme Thomson-AVG / ex-Caudron (avionique, collimateurs, visualisations embarquées...) Thomson-CGR / ex-Nieuport, et SEV devenue SEV-Marchal (magnétos, appareillage électrique...), par exemple.



S.E.V.

*La magnéto qui détient
tous les principaux
records du monde*

PARIS-MADAGASCAR-PARIS

sur
hydravion Liore-Olivier, moteur Jupiter

AJOUTE UN NOUVEAU CHEVRON
AU GLORIEUX PALMARES DE LA

S.E.V.

Une fois de plus le succès vient confirmer
les qualités de ses fameuses magnétos
-- dont l'éloge n'est plus à faire --

SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE DES VÉHICULES
CAPITAL 12.000.000

26, Rue Guynemer, ISSY (Seine) Tél. TADIEBARD 04-05, 04-01, 04-02

Adr. 164g ISSY-LES-MOULINEAUX

11 bis, rue Turbigo, PARIS — Adr. télégr.: SODISSEV-Paris — Téléph. GUYVAL 02-09

207, rue Verdun, LYON — Adr. télégr.: Essave-Lyon ; Téléph. VANDIER 6-03

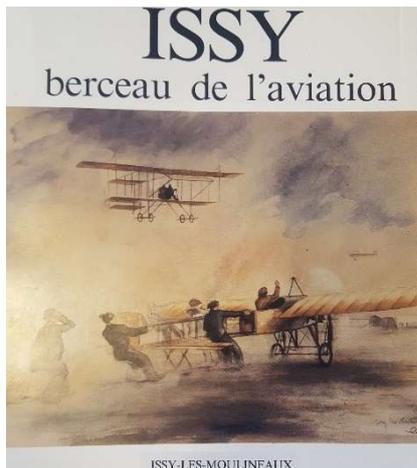
S.E.V., Bdge : 10, place Solvay, BRUXELLES — Adr. télégr.: Kouwe-Bruxelles ; Téléph. 308-26 R.C. Seine 123.150

Publicité SEV

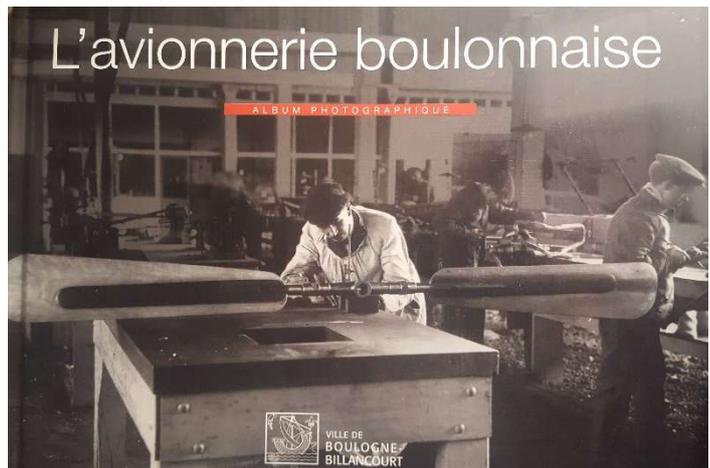
Les autres territoires d'avionnerie en Région Parisienne :

Issy était une des grandes " zone industrielle " de la région parisienne, depuis la Belle Epoque jusqu'à la fin des Trente Glorieuses... Qualité qu'elle partageait avec d'autres communes proches, comme Billancourt, mais aussi plusieurs arrondissements parisiens, comme le XV^{ème}, le XIII^{ème}, le X^{ème}, etc...

Ce sont principalement Boulogne-Billancourt (" l'avionnerie boulonnaise "), avec Renault, Salmson, Farman, REP, Astra... Bois-Colombes, avec Hispano-Suiza et Air-Equipement, Courbevoie, avec Zodiac, Bronzavia et Anzani, Gennevilliers, avec Gnome-Rhone et Goodrich, Vélizy, avec Bréguet, Morane, Nieuport, Suresnes, avec Bloch, Colombes, avec Amiot, Saint-Cloud, avec Blériot, Dassault, Saint-Denis, avec la CAMS, Montrouge, avec Messier et Ratier, Levallois-Perret avec Jeager, Argenteuil, avec les moteurs Lorraine, Dassault... et, bien sûr, Paris, avec Gnome-Rhône, Panhard, Aera, Levasseur, Alkan, Paulstra...



Copyright Musée de la carte à jouer



Publicité L'avionnerie boulonnaise

Les sources internet pour l'histoire des usines d'aviation isséennes

Elles sont très diverses, suivant l'établissement industriel étudié ; certaines usines sont franchement méconnues (Peugeot, avions Voisin...), d'autres (Caudron/Thomson, Nieuport/Thomson, S.E.V...) ont laissé plus de ressources documentaires, du fait, probablement, qu'elles ont fonctionné jusque dans les années 80...

Pour ce qui est des photographies, le fonds des photographies de la section photographique de l'Armée, dit " albums Valois " ¹ met à disposition de nombreux clichés pris au cours de la Grande Guerre, dans les différentes usines d'armement de la Région parisienne, en particulier, les sites S.E.V, Caudron, Voisin, Nieuport...

La base de données " Inventaire général du patrimoine culturel d'Ile-de-France " dite " Mérimée ", du Ministère de la Culture ² fournit des descriptions détaillées de certains établissements : bâtiments, ateliers... mais aussi histoire de l'usine, changements de raison sociale... C'est le cas, notamment, pour Caudron, Nieuport, S.E.V...

La " carte industrielle de la Région Parisienne " ³, extrêmement intéressante pour l'histoire de l'industrie en Ile-de-France, montre tous les établissements industriels, pour tous les corps de métiers, d'une manière très précise et exhaustive, pour l'année 1927.

Sources :

Bibliothèques spécialisées de la Ville de Paris. « Carte industrielle de la région parisienne : 1927 ».

<https://bibliotheques-specialisees.paris.fr/ark:/73873/pf0000856602/v0001>.

Mnesys. « Ressource « Issy-les-Moulineaux. Usine d'aviation Voisin. Menuiser... ».

<https://argonnaute.parisnaterre.fr/ark:/14707/a011432125377auxM3o/from/a011432125377awZsVv>.

« Service Régional d'Ile de France ».

<http://www2.culture.gouv.fr/documentation/memoire/HTML/IVR11/IA00108556/index.htm>.

¹ " Ressource « Issy-les-Moulineaux. Usine d'aviation Voisin. Menuiser... "

² " Service Régional d'Ile de France ".

³ " Carte industrielle de la région parisienne ".

René Farsy : pilote d'essais de la Snecma

" Le pilote d'essais est le chef d'un orchestre dont la partition a été composée par les ingénieurs et les techniciens. "

Constantin Rozanoff



Depuis sa création en 1945, la Snecma a employé une dizaine de pilotes d'essais pour tester des moteurs sur des avions prototypes et des bancs volants. Parmi ceux-ci, et probablement le plus emblématique d'entre eux, figurait René Farsy (1927 - 2019). Familièrement appelé " Atar 1 " dans le monde des essais en vol, en même temps que lui s'efface tout un pan de l'histoire de l'aviation française.

Il y a une soixantaine d'années, le pilote d'essais prenait régulièrement des risques importants et avait une vie aéronautique bien remplie d'aventures. Tous ne revenaient pas de ces vols sur des prototypes qui paraissent étranges aujourd'hui. Pilote très expérimenté, René Farsy vola sur une grande variété d'aéronefs tels que Super Mystère B1, B2 et B4, Mirage III A, B, C, E et R, Mirage 50, Mirage III T (T pour Turbofan) et Mirage F2, deux appareils expérimentaux, Mirage IV A 04, Mirage F1 02, Mirage F1 M53, Etendard IV M et Super Etendard 01, Alphajet E 01 mais aussi à bord des bancs volants multimoteurs comme le SO 30 " Bretagne " Atar, le SE-2060 " Armagnac ", le Lockheed L-649 " Constellation ", le SE-210 " Caravelle " et le Dassault Falcon 10. La panoplie des propulseurs allait des réacteurs simple flux, Atar 8 et 9, aux réacteurs double flux TF-106 et TF-306, M53 et Larzac 04.



Mirage III T au roulage à Villaroche (Copyright Espace Patrimoine Safran)

Carrière militaire (1948 – 1957). Ancien élève de l'Ecole de l'Air de Salon-de-Provence (promotion EA 1948 - Brachet), " le plus vieux de sa promotion mais avec son certificat d'Etudes " disait-il, il est affecté après son macaronage de pilote à l'Ecole de Chasse de Meknès, en mai 1951, au groupe de reconnaissance GR II/33 " Savoie ". Basée à Cognac-Châteaubernard, cette unité, à laquelle avait appartenu Antoine de Saint-Exupéry, vole alors sur North-American F-6D " Mustang ". Tout au long de sa carrière militaire il sera lié aux deux escadrilles de cet escadron de reconnaissance aérienne arborant la " Mouette " du Rhin.

Par la suite, entre mars 1952 et juillet 1953, il participe à la guerre d'Indochine à bord de Grumman F-8F " Bearcat " de l'Escadrille de Reconnaissance d'Outre-mer EROM 80 basée près d'Hanoï : en dix-sept mois de présence il réalise un nombre impressionnant de missions de guerre (248), au rythme moyen d'un vol un jour sur deux ! Pour un pilote du groupe reco-photo, c'était deux ou trois missions par semaine, pas plus car il fallait récupérer la dépense physique engendrée par chaque vol (tension et température très élevée dans le cockpit qui faisait perdre plusieurs kilos par vol.)

Durant ces missions dites de "RAV" (reconnaissance à vue), les pilotes sont le plus souvent seuls, sur des avions non armés dans un espace aérien menaçant, munis de leurs seules caméras...et volent parfois à moins de 30 mètres du sol !



Grumman F-8F 1B " Bearcat " avec son bidon reco (Copyright J Davy). René Farsy alias Rita 8 a réalisé plus de 500 heures de vol sur la machine dont 475 au combat.

Une anecdote très éclairante sur René Farsy, contée par le Général Pierre Jarry (alors pilote à l'EROM 80) figure dans l'ouvrage *Des images sous les ailes* de Philippe Jarry. Il s'agissait d'une réponse à la question des interviewers du Service Historique de l'Armée de l'Air (SHAA) sur le moral conservé ou non par les combattants d'Indochine :

" On faisait le boulot jusqu'au bout, vous voyez (...) Je me souviens de ne jamais avoir voulu faire "ma dernière mission". Pourquoi ? Parce qu'on est tous, plus ou moins, influencés par des événements : le nombre de gars qui se sont perdus au cours de ce qui devait être leur " dernière mission " dans l'Histoire de l'Armée de l'Air, il y en a, il y en a... Alors, on ne faisait jamais la dernière : on se disait : "demain, j'en ferai une autre " (...) Et on a beaucoup admiré à l'EROM 80,... voilà, un jour je me pointe au mess pour dîner avec les pilotes de l'EROM. Je porte les ordres pour le lendemain au commandant de l'Escadrille, le capitaine Moulin. Et il y avait deux pilotes qui devaient partir le lendemain (pour la Métropole). Et le commandant d'Escadrille dit :

" Puisqu'il y a une mission supplémentaire, il faut que l'un de vous fasse encore une mission..." Alors, l'un des deux dit : "Toi, tu as une famille, alors, c'est moi qui l'a fait !" Pas mal... C'était très émouvant. C'était un homme qui était très habitué à se faire tirer parce qu'il passait très près des batteries de DCA. Il est rentré avec treize trous dans son avion. Ce pilote s'appelait Farsy. Il est devenu pilote d'essais. Il était célibataire et il a dit à l'autre : " C'est moi qui la fais !" C'est une anecdote pour montrer que le moral se maintenait. C'était sa dernière mission et il y avait un petit risque supplémentaire."



Dassault MD-311 " Flamant " avec engines filoguidés AS-11 (Copyright Azur)

De retour en métropole, à Cognac, il est transformé sur son premier avion à réaction : le monoréacteur F-84 G " Thunderjet ". Trois ans plus tard, entre janvier et septembre 1956, il repasse sur " Hélices " à Biskra, en Algérie, aux commandes notamment de Republic F-47D " Thunderbolt " et de North American T6 G " Texan ".

En Afrique du nord, l'unité à laquelle René Farsy appartient, la Section de Recherches et Expérimentations 09-540, rassemble des moyens du CEV (Centre d'Essais en Vol) et du CEAM (Centre d'Expérimentations Aériennes Militaires). Implantée sur la base de Télergma, surnommée " le porte-avions des sables ", l'unité est en charge de tester sur le terrain opérationnel divers armements (bidons de napalm, bombes, roquettes, mitrailleuses et missiles) sur tous types d'avions. A partir de bimoteurs Dassault MD-311 " Flamant ", il réalise des tirs d'engins filoguidés air-sol Nord-Aviation AS-11, le premier missile guidé français croisant à 580 km/h avec une portée de 3000 mètres. Fait peu banal, il effectue également deux tirs d'AS-11 en avril 1956 depuis un Morane Saulnier MS-733 " Alcyon ". Ces opérations sont délicates et dangereuses car les fils placés sous l'engin se débobinent au fur et à mesure de son avancement ; d'autre part il doit piloter l'avion avec la main gauche et manipuler la télécommande de l'engin avec la main droite.



Au total, en neuf mois, il effectue une centaine de missions dont 24 d'appui feu.

A l'issue de son tour d'opérations en Afrique du nord, il vole sur monoplace de reconnaissance RF-84 F "Thunderflash" au sein de l'ER 2/33 "Savoie" alors basé à Lahr-Hugsweier, en Allemagne.



Republic RF-84 F "Thunderflash" - ER 2/33 "Savoie" (Copyright Richard J.Caruana)

Centre d'Essais en Vol (1957 – 1962). Rattaché au CEV au mois de juin 1957, dont la mission est d'effectuer les essais en vol officiels de tous les matériels aériens sans exception, civils et militaires, il enchaîne d'innombrables vols d'essais.

En octobre de la même année, désigné par le directeur des Essais en Vol, Mr Louis Bonte, il part avec Francis Plessier aux Etats-Unis pour suivre, le stage de pilote d'essais à l'USAF Test Pilot School (promotion 57D), sur la base aérienne d'Edwards, en Californie. Pendant six mois, il vole sur des machines particulièrement significatives comme : le T-28 " Trojan ", le F-86 " Sabre ", le T-33 " Tee-Bird " et le Martin B-47 " Canberra ". Son carnet de vol s'enrichit de quelques 80 heures. C'est, à ce jour, le seul pilote d'essais de la Snecma à être passé par la " Mecque américaine " des essais en vol.

A son retour en France, affecté sur la base de Cazaux, il dirige le personnel navigant de l'annexe du Centre d'Essais en Vol d'Armement. C'est à partir de cette base aquitaine où l'on vole beaucoup que surviennent deux extinctions réacteur, en vol, sur deux Mirage III A de présérie.



Dassault Mirage III A 08 plus tard affecté aux tirs d'engins spéciaux (Collection G Noguéra)

Tout d'abord, en avril 1960, à bord du Mirage III A 08 au cours d'une campagne de tir de missile air-air Matra R-530 accroché sous le fuselage, alors en cours de développement. Dans cette configuration, l'engin doit parcourir plusieurs mètres sous le ventre de l'avion (5 m), mais se trouvant dans l'axe de l'avion dès le départ, il y a un risque important d'ingestion des gaz brûlés du propulseur à poudre par les entrées d'air du moteur. Si le premier tir en régime subsonique est nominal, le second effectué en supersonique, à Mach 1,8 et 11 000 mètres, provoque peu après la mise à feu, l'extinction réacteur. La procédure de rallumage s'effectue cependant correctement.

C'est à la suite de cet incident qu'une modification automatique du débit carburant à l'instant du tir sera réalisée sur la flotte des Atar 9 afin de rendre le moteur moins sensible à la perturbation des gaz brûlés.

Un peu plus d'un an plus tard, en juin 1961, lors d'un vol d'essais à bord du Mirage III A-09 il atterrit en crash, " le nez dans la luzerne ".



Alors qu'il vole à 20 000 pieds, il positionne accidentellement la manette des gaz sur ralenti. Il réduit sa vitesse mais le réacteur ne reprend pas. Hésitant à s'éjecter, il décide de tenter l'atterrissage sans moteur. Il termine sur le ventre près de la barrière d'entrée de piste avec le rideau de siège éjectable pendant le long du fuselage à cause des cahots du crash. Quant à l'avion, sa pointe avant est détruite, le fuselage plissé et les deux ailes sérieusement touchées.

Vu le coût élevé des réparations, le Mirage III A-09 est sommairement réparé puis convoyé à Istres. Surnommé l'Arbalète, l'appareil terminera sa carrière au sol pour la mise au point des barrières d'arrêt Aérazur.

Au printemps 1962, il effectue un séjour à Colomb-Béchar, base française d'essais aux confins du Sahara où le CEV entretient un important détachement. Pour un pilote, certains essais d'armement requièrent plus d'attention, d'adresse et de maîtrise que beaucoup d'essais d'avions sans armement.

C'est ainsi, qu'entre les mois d'avril et juin 1962, il réalise, aux commandes des Mirage III A-08 et III C n°3, plusieurs tirs d'expérimentations de missiles (air-air Matra R 530 et air-sol AS-30) sur le champ de tir de Béchar dont une démonstration devant une délégation d'une vingtaine d'attachés militaires non OTAN.

Durant ses cinq années de présence au CEV, il enchaîne les missions sur une trentaine de types d'appareils, allant du monomoteur et bimoteur à pistons (Nord 1101 " Ramier ", Avro 652 " Anson ", NC-701 " Martinet ", Nord 2501 " Noratlas ", Douglas C-47 " Dakota ") aux plus performants des appareils militaires, français et étrangers de l'époque (Dassault MD 452 " Mystère " II C, Gloster NF 11 - 13 " Meteor ", English Electric " Canberra ", Fiat G-91 R3 " Gina "). A Brétigny-sur-Orge, il a également l'opportunité de prendre les commandes de prototypes construits en un ou deux exemplaires puis abandonnés : Bréguet 1001 " Taon " 02, Dassault MD-316 T, Morane Saulnier MS-755 " Fleuret ". Son expertise s'étend même aux voilures tournantes avec les Alouette II, III et Bell 47 D, appareil sur lequel il totalise 125 heures de vol.

Après un court séjour au Bureau des Programmes Militaires, à l'état-major à Paris, René Farsy est mis en congé de l'armée de l'Air.



Dassault Mirage III F2 (Copyright Dassault Aviation)

Essais en vol Snecma (1962 – 1980). En septembre 1962, il intègre la Snecma comme pilote d'essais où son rôle est de valider le domaine de vol des nouveaux réacteurs.

Deux ans plus tard il devient chef pilote du motoriste. Il faut achever la mise au point du moteur réalisée aux bancs d'essais au sol, comme par exemple la course de la manette des gaz, trop lente ou trop réactive, déterminer les butées d'accélération et de décélération, valider le fonctionnement de la postcombustion et de la régulation en mode normal et secours. Il faut également rechercher les limites de fonctionnement, allant jusqu'à l'extinction de la chambre de combustion ou de la postcombustion, et au décrochage des compresseurs (risques de surchauffe, contraintes, vibrations).



Sud-Ouest SO-30 " ATAR " (Copyright Espace Patrimoine Safran)

Peu de temps après son arrivée à la Snecma, René Farsy pose sans moteur le Sud-Ouest SO-30 "ATAR", un biréacteur banc volant permettant des essais à haute altitude (8 000 à 12 000 mètres) ce qui n'est pas un mince exploit ! A l'issue de ce vol il a déclaré que : " *En fait, je ne me suis posé chez le motoriste qu'une fois en panne réacteur, sur le biréacteur SO-30 ATAR qui avait vidangé son pétrole en vol à la suite de la rupture du robinet d'intercommunication. Et, ce jour-là, l'ACONTUCOU (Atterrissage CONFIGURATION TURbine COUpée) ne m'étant d'aucun secours, je me suis souvenu de la PTS - prise de terrain en S - un des points forts de l'entraînement sur Morane 315 à Salon-de-Provence. Et cela m'a été fort utile... "*

Deux vols exceptionnels illustrent sa carrière sur deux Mirage III A de présérie :

Tout d'abord, sa participation à l'une des trois campagnes de mise au point des moteurs-fusée d'appoint sur l'avion à ailes delta. C'est le 15 mai 1963, à bord du Mirage III A 03 propulsé par un réacteur Atar 9 C3 et un moteur-fusée SEPR 841, qu'il établit un record d'altitude à 85 500 pieds (26 060 mètres) attesté par le radar Super Cotal du CEV. C'est la plus haute altitude enregistrée en France, et depuis cette date aucun autre avion français n'a tenté d'aller plus haut. A l'époque, l'avionneur envisageait même d'aller jusqu'à 105 000 pieds (32 025 m).



Mirage III A 03 avec une voilure à profil symétrique (Copyright Eric Moreau)

Réalisé dans le cadre du " bon de vol " de l'Atar 9C, le déroulement du vol a été le suivant :

- décollage en plein gaz sec,
- au niveau de la tropopause enclenchement de la postcombustion (PC),
- allumage du moteur-fusée à Mach 1.2, accélération continue en montée avec une prise d'assiette très lente de 20 ° puis de 40 ° à cabrer, ce qui donne Mach 1.8 à l'assiette désirée,
- extinction de la PC et du moteur-fusée vers 75 000 pieds,
- poursuite de la montée sur une trajectoire semi-balistique jusqu'à 85 500 pieds,
- le moteur continue de fonctionner normalement mais vu la faible pression à l'entrée



d'air on se retrouve fonctionner au régime maximum sur le débit constant du ralenti. Voyant le moteur dépasser la limite autorisée, René Farsy a placé la manette des gaz sur ralenti ce qui a ouvert la tuyère, d'où une brutale augmentation du régime et extinction,

- rallumage et descente.

Il est à noter que ce type de vol nécessite l'emploi, par le pilote, d'une combinaison partiellement pressurisée, le vêtement haute altitude dit " habit de lumière ".

Ensuite, en juin 1972, il est confronté à l'explosion de la verrière à bord du Mirage III A 010 lors d'un vol de mise au point de la postcombustion à haute altitude (70 000 pieds soit 22 500 mètres) du réacteur Atar 9K50 (pour la série du Mirage F1). Après l'essai, en descente vers 15 000 mètres, la verrière explose. Malgré cet incident grave avec un réacteur éteint puis réallumé, un gilet de sauvetage gonflé ce qui gêne la vision du tableau de bord, il réussit à poser sans problème son appareil " en décapotable ". Et René Farsy d'ajouter : " au retour au parking, j'ai mis le siège en position extrême haute et comme je suis très grand, j'étais hors cabine jusqu'à la poitrine. Regrets de ne pas avoir fait faire de photos. "

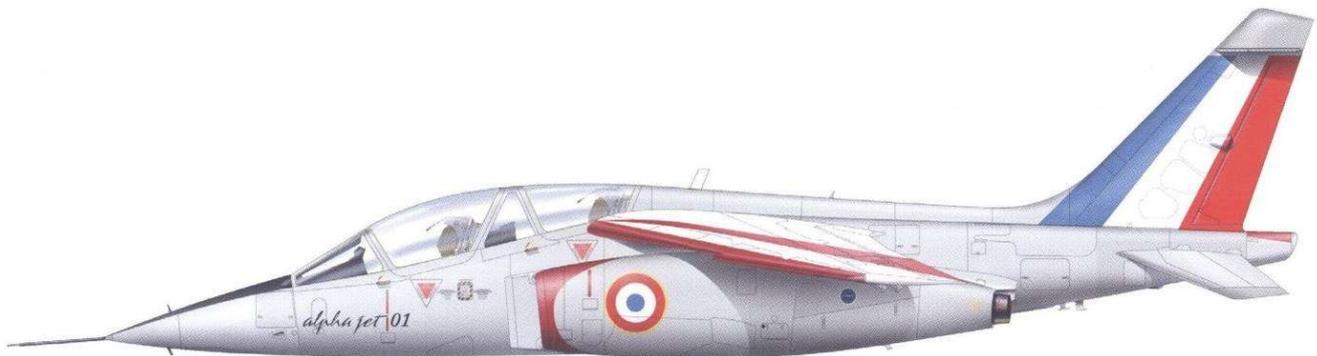


Super Etendard 01 (Copyright Dassault Aviation)

Parmi les anecdotes qui ont ponctué sa vie de pilote d'essais à la Snecma, l'une s'est déroulée sur le Super Etendard 01, un appareil dédié notamment au développement du moteur Atar 8K50. Avec sa tuyère à section fixe il assure une réponse rapide aux sollicitations de la manette des gaz, avantage précieux pour un appareil embarqué. Il faut environ 2 secondes pour passer de 1,5 à 5 tonnes de poussée.

Au mois de février 1975, à la fin d'un vol d'essais comportant des mouvements manette des gaz en courte finale, René Farsy se pose avec une configuration non prévue : nez haut et régime proche ralenti. Il s'ensuit une extinction moteur. Cette situation très grave due à l'ouverture du clapet d'arrêt carburant n'avait alors jamais été rencontrée auparavant pendant la phase de mise au point du réacteur. René Farsy avait découvert, par chance, une anomalie extrêmement dangereuse.

Au cours de sa carrière il a été confronté à quelques centaines de décrochages moteurs en tous genres et donc de rallumages : il a même dû poser une ou deux fois un avion en vol plané sans moteur... Cette expérience avait fait dire qu'il aurait pu prétendre à l'obtention d'un brevet A de planeur en monoréacteur.



AlphaJet prototype 01. Il fut utilisé pendant cinq ans, de juillet 1975 à septembre 1980, pour la mise au point du moteur double corps double flux Larzac 04. (Copyright Revue AirDoc)

Comme souvent lors des essais en vol, les surprises abondent. Ainsi, en janvier 1978, c'est le cas pour René Farsy à bord du prototype 01 de l'Alpha Jet lors d'un vol à basse altitude et grande vitesse (1000 ft / 520 kt). Au cours de cette mission, il entend un fort bruit suivi d'un dévissage de l'un de ses moteurs Larzac. Au retour au parking, les techniciens constatent que la tuyère d'éjection a disparu ! Sans autre dommage.

Pour mémoire, à l'époque, la tuyère est fixée sur le moteur à l'aide d'un collier du commerce à fermeture rapide (collier "Sarma", du nom de son fabricant), l'avantage étant un démontage / remontage rapide ainsi qu'un poids peu élevé. A la suite de l'incident la bride de raccordement fut fixée à l'aide de boulons.

Dans les années 1970, il participe activement à la mise au point du moteur M53, à bord notamment de la Caravelle III n°193, banc d'essais subsonique, puis sur l'unique prototype du Mirage F1 E, banc volant supersonique. Sur cet appareil dédié à la mise au point des M53-2 puis des M53-5, à partir de novembre 1978, il accumule 134 heures de vol en 143 vols. Il effectue même un vol record à 66 000 ft (19 800 mètres). Dans la seconde moitié de la décennie, le développement du propulseur est plutôt difficile. Sa configuration monomoteur avec la présence d'un bloc de régulation volumineux et très complexe avait entraîné, à l'époque, l'ajout d'un dispositif dit de " secours carburant ". Plus de 2 000 vols d'essais, dont un tiers avec la Caravelle et le Mirage F1 E, auront été nécessaires pour sa mise au point, contre 800 pour le M88-2 du Rafale.



Mirage F1 E M53 (Copyright Espace Patrimoine Safran)

Spécialiste des vols en haute altitude, il mènera une dernière campagne de comportement du moteur Atar 9K50, au début de l'année 1980, sur Mirage 50 à Mach 2 entre 60 et 65 000 ft.

Il prend sa retraite en juillet 1980, au terme de son unique vol sur le Mirage 2000-01. René Farsy était commandant de l'armée de l'Air et comptait 6 235 heures de vol dont 3 900 heures en essais principalement, selon ses propres propos, sur " Pétafeu " (avion de chasse en jargon essais en vol).



Mirage F1 prototype 04 (Copyright Dassault Aviation)

Homme courtois, modeste et discret, d'une stature imposante " six pieds deux pouces " (1 m 94) et d'une belle prestance et très calme, il ressemblait à l'acteur britannique Sean Connery. Etant le plus grand pilote d'essai sur le site d'Istres (Sneema, Dassault, CEV), il servait de référence pour des tests de sièges éjectables ou des vérifications ergonomiques de postes de pilotage.

Au cours de sa vie active, il aura piloté plus de cent types d'avions différents (combat, transport, entraînement) et même quelques hélicoptères. Fait également peu courant, lors du Salon aéronautique et spatial du Bourget en juin 1971, il a fait partie de l'équipe de présentation en vol de Dassault aux commandes du Mirage F1.



Décoré de la Légion d'Honneur (chevalier), il s'est vu décerner la Croix de Guerre des Théâtres d'Opérations Extérieures (2 palmes, 1 clou), la Croix de la Valeur Militaire (1 clou), de l'Ordre du Mérite Civil et la Médaille de l'Aéronautique. Il a participé activement à la fondation de l'Amicale des Essais en Vol SNECMA et en était le Président d'Honneur. Il était également membre du Groupement Marc Ambrogi - Marseille des Vieilles Tiges.

Pilote de chasse et pilote d'essai, c'était l'une des figures les plus remarquables de l'histoire des essais en vol au sein de la Snecma.

Deux points communs existent entre le pilote et le musée aéronautique et spatial du groupe Safran à Villaroche : le biréacteur SO 4050 Vautour II N n° 337, trônant en " pot de fleurs " devant le musée, sur lequel il a volé, en août 1959, à l'occasion d'essais radar et le moteur M53-5 de développement n°229 exposé dans le hall et qui a fonctionné sur le banc volant Caravelle, en février / mars 1978, alors que René Farsy était aux commandes de l'avion banc d'essais.



René Farsy à l'issue de son vol record du 15 mai 1963 à bord du Mirage III A03

Remerciements : la rédaction de cet article doit beaucoup aux informations communiquées par des personnes ayant connu René Farsy tant dans le domaine professionnel que privé. Il m'est agréable de remercier chaleureusement l'Amicale des Essais en Vol Snecma et plus particulièrement son président, Mr Daniel François.

Je tiens également à remercier Mr Philippe Jarry pour la reproduction du précieux témoignage de son père paru dans son ouvrage *Des images sous les ailes* ainsi que l'Amicale des Anciens du Larzac.

Repères sur la carrière de René Farsy

Né le 9 juin 1927

Engagé dans l'armée de l'Air en 1948

Breveté pilote de chasse le 4 novembre 1950 sous le n° 33854

Breveté pilote d'essais le 15 octobre 1962 sous le n° PE-0216

Pilote Professionnel d'Avion le 30 décembre 1966 sous le n° 1828

Grade militaire : commandant honoraire

Liste de tous les appareils pilotés par René Farsy

Armée de l'Air : 1948 - 1957

Morane-Saulnier MS-315
Morane-Saulnier MS-230
Junkers Ju 52/3m
Siebel 204
SIPA 111
Ateliers Aéronautiques de Colombes
AAC.1 " Toucan "
North American T-6 " Harvard "
Douglas C-47 " Dakota "
Nord N 1101 " Ramier "
Handley-Page " Halifax "
Morane-Saulnier MS-472 "Vanneau"
Vultee BT-13 " Valiant "
Supermarine Spitfire Mk IX
Caudron C-449 " Goéland "
North American P-51 " Mustang "
Cessna UC-78 /AT-17 "Bobcat"
SNCAC NC-701 " Martinet "
Grumman F-8F 1B " Bearcat "
Lockheed T-33 "T-Bird" et RT-33A
Republic F-84 G " Thunderjet "
Nord 1002 " Pingouin "
Dassault MD311-312-315 " Flamant "
Morane-Saulnier MS-733 / MS-735
" Alcyon "
Max Holste MH 1521 " Broussard "
North American AT-6 et T-6 G
" Texan "
Republic F-47 " Thunderbolt "
Dassault MD-450 " Ouragan "
Dassault MD-454 Mystère IV A
Republic RF-84 F " Thunderflash "

Centre d'Essais en Vol :

1957 - 1962

Gloster NF-11, NF-13 et NF-14
" Meteor "
Avro 652 " Anson "
SNCAC NC-701, NC-702 "Martinet"
English Electric " Canberra " B2
SNCASO SO 30 P " Bretagne "
Douglas C-47 " Dakota "
Dassault MD-452 Mystère II C
Dassault MD-311 " Flamant "
Morane-Saulnier MS 733 " Alcyon "
North American T-28 A " Trojan " **
North American F-86 E et F
" Sabre " **
Lockheed T-33 " T-Bird " **
Martin B-57 E " Canberra " **
Dassault MD-454 Mystère IV A
Morane-Saulnier MS-755 " Fleuret "
Fouga CM 170 R " Magister "
Douglas C-47 " Dakota "
Dassault Super-Mystère B-2
SNCASO SO-4050 " Vautour " II A,
II B et II N
Douglas A-26 et B-26 " Invader "
Nord 2501 " Noratlas "
Dassault MD-316 T 01
Nord 1101 " Ramier "
North American T6 " Texan "
North American T-28 " Fennec "
Morane-Saulnier MS-760 " Paris "
Breguet 1001 " Taon " n° 01
Fiat Aviazone G-91 R3 " Gina "
SNCASE SE-203 " Aquilon "
Dassault " Etendard " IV M
SNCASE SE-3130 " Alouette " II
Dassault Super Mystère B-1 01
Dassault Mirage III A (08 et A 09)
Bell 47 D
SNCASE SE-3160 " Alouette " III
Nord 3400 " Norbarbe "
Max Holste MH 1521 " Broussard "

Essais en vol Snecma : 1962 - 1980

SNCASE SE-2060 " Armagnac " n° 08
(banc volant Atar 9K),
Dassault Super Mystère B-2
Dassault Mirage III A (03 et 010)
Dassault Mirage III C / R
Dassault Super Mystère B-4
SNCAC NC-702 " Martinet " *
Dassault " Etendard " IV M
Gloster " Meteor " Mk 7 *
SNCASO SO-30 P " Bretagne "
SNCASO SO-30 " ATAR "
Nord 1100 " Noralpha " *
Nord 1203 " Norécrin " *
Dassault Mirage IV A 04
Dassault Mirage III E 02
Dassault Mirage III T 01 " Turbofan "
Dassault Mirage III C2 (Atar 9K)
Sferma " Marquis " *
Dassault Mirage III B *
Morane MS-760 " Paris " *
Dassault Mystère 20 *
Cessna 421 " Golden Eagle "
Dassault Mirage III F2 01
Nord 260 " Super Broussard " *
Beechcraft UC-45 " Expedito " *
Aérospatiale SA-330 " Puma "
SNCASE SE 3160 " Alouette " III
Dassault Mirage F1 02
Lockheed L-749 " Constellation "
n° 2503 (banc volant Larzac 04)
De Havilland DH 125 " Jet Dragon "
Robin DR-400/160 " Chevalier " *
Robin DR-400/120 " Petit Prince " *
Dassault Falcon 10 (banc volant
Larzac 04)
SNCASE SE-210 " Caravelle " n° 193
(banc volant M53)
Robin DR-400/160 " Major " *
Dassault Super Etendard 01
Dassault Mirage F1 E-01/ M53
Nord 1110 " Astazou "
Dassault-Dornier " Alpha Jet " 01
Mudry CAP 10
SNCASE SE-210 " Caravelle " n° 193
(banc volant CFM56)
Socata MS-880 " Rallye " *
Dassault Mirage 50
Dassault Mirage 2000-01

Pour entraînement ou liaison : *

Avions pilotés par René Farsy à l'USTPS d'Edwards : **

A la retraite, vols à l'aéroclub d'Eyguières : Fournier RF6 B, Robin DR-400, Piper PA-38 " Tomahawk ",
Robin ATL " Club ".

Le Dassault Mirage III T, banc d'essais volant

Au début des années 1960, trois programmes d'avions de combat, pénétration à basse altitude (Mirage F2), décollage et atterrissage vertical (Mirage III V) et à géométrie variable (Mirage G) menés par la Générale Aéronautique Marcel Dassault (GAMD) nécessitaient l'emploi d'un moteur double flux de la classe des dix tonnes de poussée.

Snecma ne disposant pas de ce niveau de puissance, le motoriste entreprit une collaboration, en 1959, avec la firme américaine Pratt & Whitney pour réaliser un moteur double flux.

Le programme nécessitant un banc de test volant supersonique, Dassault réalisa le Mirage III T, un appareil à voilure delta dérivé du Mirage III de série et construit spécifiquement pour tester les moteurs franco-américains TF-104 et TF-106.



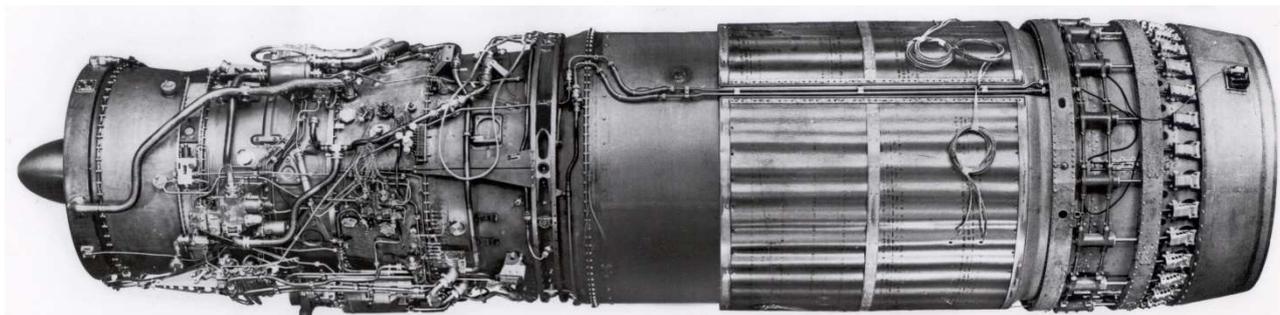
Mirage III T n° 01 " Turbofan " (Copyright Espace Patrimoine Safran)

Les moteurs franco-américains TF-104, TF-106.

En 1961, la Snecma entrepris l'étude de réacteurs double flux de type TF (TF étant les initiales de turbofan). Les programmes militaires français, à cette époque-là, ont évolué vers l'emploi d'avions de combat polyvalents à qui l'on demandait à la fois de conserver, en altitude élevée, des vitesses supersoniques supérieures à Mach 2 et d'assurer, à basse altitude, des missions de longue durée. Or les turboréacteurs supersoniques de la famille Atar, dont les qualités primordiales sont la simplicité, la robustesse, n'étaient pas adaptés à ce type de mission; c'est ainsi que les études de la Snecma se sont orientées vers un turboréacteur à double flux répondant au nouveau besoin opérationnel.

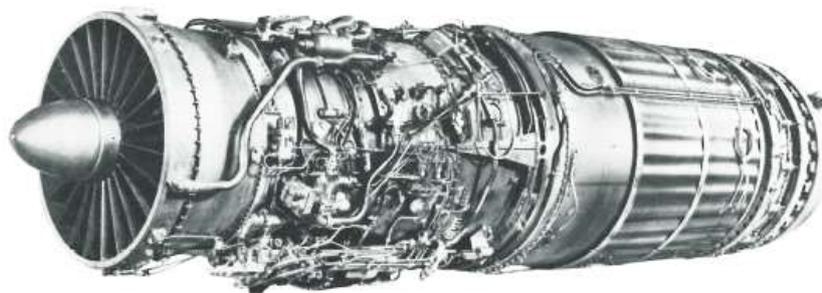
Le TF-104 est issu directement du réacteur civil américain JTF-10 de Pratt & Whitney, par adjonction à l'arrière d'un canal de postcombustion de conception Snecma. En effet, compte tenu des délais et de la puissance exigée par le programme du Mirage III V, chasseur supersonique à décollage vertical, l'Etat français avait choisi de s'appuyer sur un moteur existant pour développer le propulseur de cet avion.

Il confia alors au motoriste la réalisation, à partir du JTF-10 d'une poussée de 3 750 kg conçu pour le vol subsonique, d'un réacteur capable de vols supérieurs à Mach 2 par adaptation de sa technologie et étude d'une postcombustion sur les deux flux. La Snecma ayant déjà acquis une solide expérience des problèmes de postcombustion, grâce à la mise au point de celle de l'Atar monoflux, fut ainsi la première firme au monde à l'envisager sur un double flux.



Turboréacteur double corps double flux TF-104 B (Copyright Espace Patrimoine Safran)

A l'époque, le TF-104 n'est encore qu'un prototype de transition, destiné essentiellement à l'étude et aux essais des différentes formules de postcombustion, mais qui a permis aussi de familiariser les ingénieurs français aux techniques du double flux. Les premiers essais au banc sol du TF-104 avec postcombustion remontent à 1961 et sur banc volant SE-2060 n°01 " Armagnac ", chargé d'explorer le domaine subsonique, en avril 1963. Mais parallèlement à ces essais la Snecma réalisait le TF-106 supersonique. Cette transformation très importante a nécessité l'étude et la réalisation d'un compresseur fan, à trois étages, l'introduction de matériaux plus nobles, l'étude et la réalisation d'une turbine basse pression perfectionnée et une régulation progressive assurant les performances requises.



Turboréacteur double corps double flux TF-106 A (Copyright Espace Patrimoine Safran)

Très rapidement le TF-106 fonctionnait avec des taux de postcombustion supérieurs à 80%, dans les conditions statiques, et il a déjà effectué de nombreux vols, sur le Mirage III T, banc volant des réacteurs TF. Au 1^{er} octobre 1965, les réacteurs TF-104 et TF-106 avaient accumulé plus de 3000 heures d'essais en sec et postcombustion allumée, dont près de 400 en vol sur le SE-2060 n° 01 "Armagnac" et le Mirage III T.

Le Mirage III T, banc d'essais volant supersonique

Monoplace à aile delta dérivé de l'avion Mirage III de série, le Mirage III T a été conçu à l'origine comme banc volant des turboréacteurs double flux TF-104 de 6 500 kg de poussée et TF-106 de 7 500 kg de poussée, en principe interchangeable au prix d'adaptations mineures. Il permettait la mise au point de ces moteurs en vol, avant leur utilisation sur les avions Mirage III V et Mirage F2.

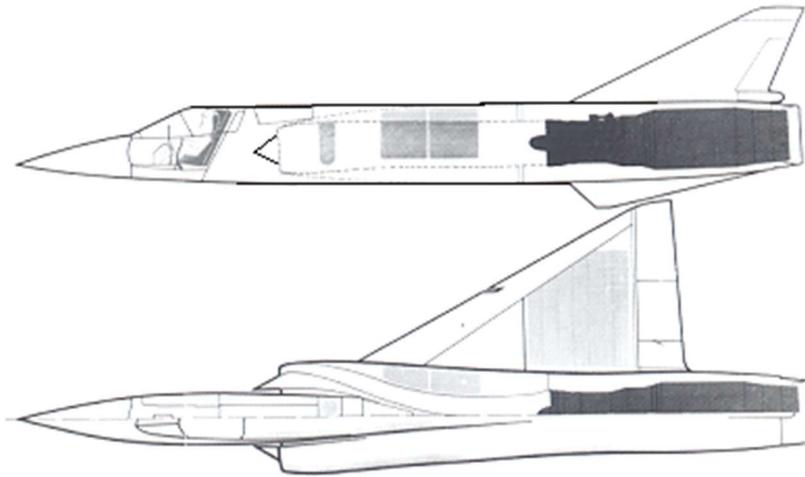
Seul le fuselage de l'appareil était nouveau : il était sensiblement élargi pour s'accommoder du grand diamètre des réacteurs (1 300 mm pour le TF-106) et des entrées d'air de forme différente - à lèvres plus épaisses, très rondes surnommées " oreilles d'éléphant " - et très reculées. La voilure agrandie (surface de 37 m²), la dérive, le train d'atterrissage et la plupart des équipements étaient des éléments de série des Mirage III E et Mirage III R. La pointe avant du fuselage en amont des entrées d'air et les entrées d'air elles-mêmes étaient celles du Mirage III V 01. Les circuits, sauf le circuit carburant, étaient les circuits de série. L'installation du turboréacteur était très voisine de celle du Mirage III V 01. L'avion permettait ainsi, non seulement la mise au point du moteur, mais aussi celle de son installation et l'adaptation des entrées d'air. Le Mirage III T comportait, bien entendu, une installation de mesures très complète, pouvant notamment enregistrer simultanément plus de 100 paramètres.



Mirage III T 01 propulsé par un TF-106 au roulage à Melun-Villaroche. La chambre réacteur est ventilée par des écopes.
(Copyright Dassault Aviation)

Conçu pour les vols à grande vitesse, le monoréacteur delta était capable d'une vitesse de Mach 1.2 au voisinage du sol et Mach 2.2 aux altitudes égales ou supérieures à 11 000 mètres.

Construit en 1963, le Mirage III T 01 a réalisé son premier point fixe en octobre de la même année mais des décrochages compresseur ont été rencontrés lors des premiers rouleurs. Les travaux effectués aussi bien sur le moteur que sur la cellule ont nécessité une interruption totale de huit mois avant de pouvoir effectuer la mise au point réelle du moteur TF-104 B.



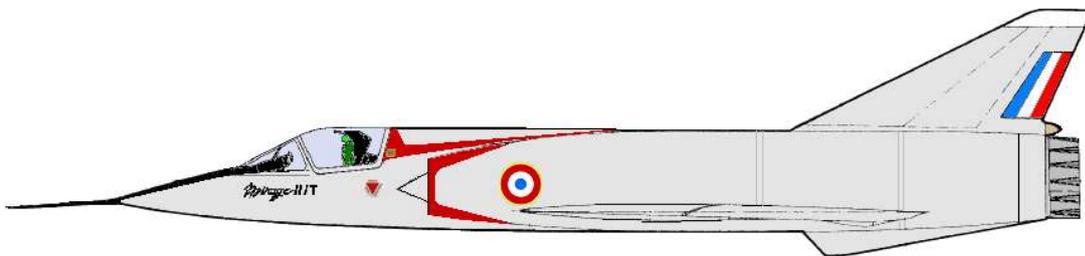
Mirage III T n° 01 : installation moteur

Le 4 juin 1964, il effectuait à Istres son premier vol équipé du TF-104 B aux mains du pilote de l'avionneur, Jean Coureau. Pour ce vol inaugural le moteur (n° 10403) était dans une configuration avec préchauffe du flux secondaire et postcombustion partielle sur le flux primaire.

C'était le premier avion monomoteur supersonique au monde qui ait volé avec un turboréacteur double flux avec postcombustion sur les deux flux.

Entre les mois de juin et d'octobre 1964, il testera le TF-104 B au cours de 26 vols d'essais. Après un chantier de modifications de la cellule avec notamment le remplacement des entrées d'air à bords épais arrondis par des entrées d'air à lèvres minces, il recevra deux variantes de TF-106, A2 et A3.

Dans cette configuration, l'avion réalisera 99 vols avec les TF-106 A2 (validé en avril 1965) et A3 (validé en juillet 1965) dont un marqué par une rupture de turbine contraignant à un atterrissage sans moteur. En novembre 1965, après quinze mois de mise au point, la plage de vitesses de l'appareil s'étendait de Mach 1.45 (grâce au changement des lèvres d'entrée d'air) à 150 nœuds et 21° d'incidence, le plafond était de 40 000 ft mais avec un facteur de charge ne dépassant pas + 4 g.



Mirage III T n° 01. Le monoréacteur delta servit de banc d'essais pour les réacteurs dérivés des Pratt & Whitney.

Il vola avec un TF-104 à partir de juin 1964, puis avec le TF-106 à partir de janvier 1965

Au cours de sa carrière pas moins de six problèmes seront résolus : distorsion dans l'entrée d'air, mouvements manette des gaz, rallumage en vol, régulation de la postcombustion, domaine de vol et échangeurs thermiques. Seul le dysfonctionnement de la traînée de culot (zone de dépression à l'arrière d'un objet mal profilé) ne sera pas résolu.

Apparues avec l'avionnage du TF-106, les consommations kilométriques en croisière subsonique furent beaucoup plus élevées que celles prévues. L'explication venait du fait que les moteurs double corps double flux, avec et sans postcombustion, entraînaient des variations de sections de sortie des gaz très importantes pouvant provoquer des traînées de culot conséquentes en vol subsonique élevé et transsonique.

Prévu pour adapter la cellule au montage du moteur TF-306 de la classe des dix tonnes de poussée, l'opération sera finalement abandonnée du fait du coût financier. D'une durée de dix mois, elle nécessitait un découpage du fuselage suivi du remontage d'un nouveau ainsi que le réaménagement des systèmes de l'avion.

Il est à noter qu'un second prototype biplace désigné Mirage III T2 était prévu.

Le Mirage III T 01 réalisera son ultime vol le 16 mars 1967. Au total, l'avion cumulera en 34 mois d'activités 126 vols dont une cinquantaine aux mains de trois pilotes d'essais du motoriste : Pierre Galland, Jacques Gusman et René Farsy.

Stocké à Istres pendant trois ans, l'appareil sera déclassé instruction en novembre 1970 puis remis à la base aérienne 721 de Rochefort-sur-Mer où il est exposé à l'entrée de la base.

Principales caractéristiques du Mirage III T01

Longueur sans perche : 15,37 m

Envergure : 8,48 m

Hauteur : 4,60 m

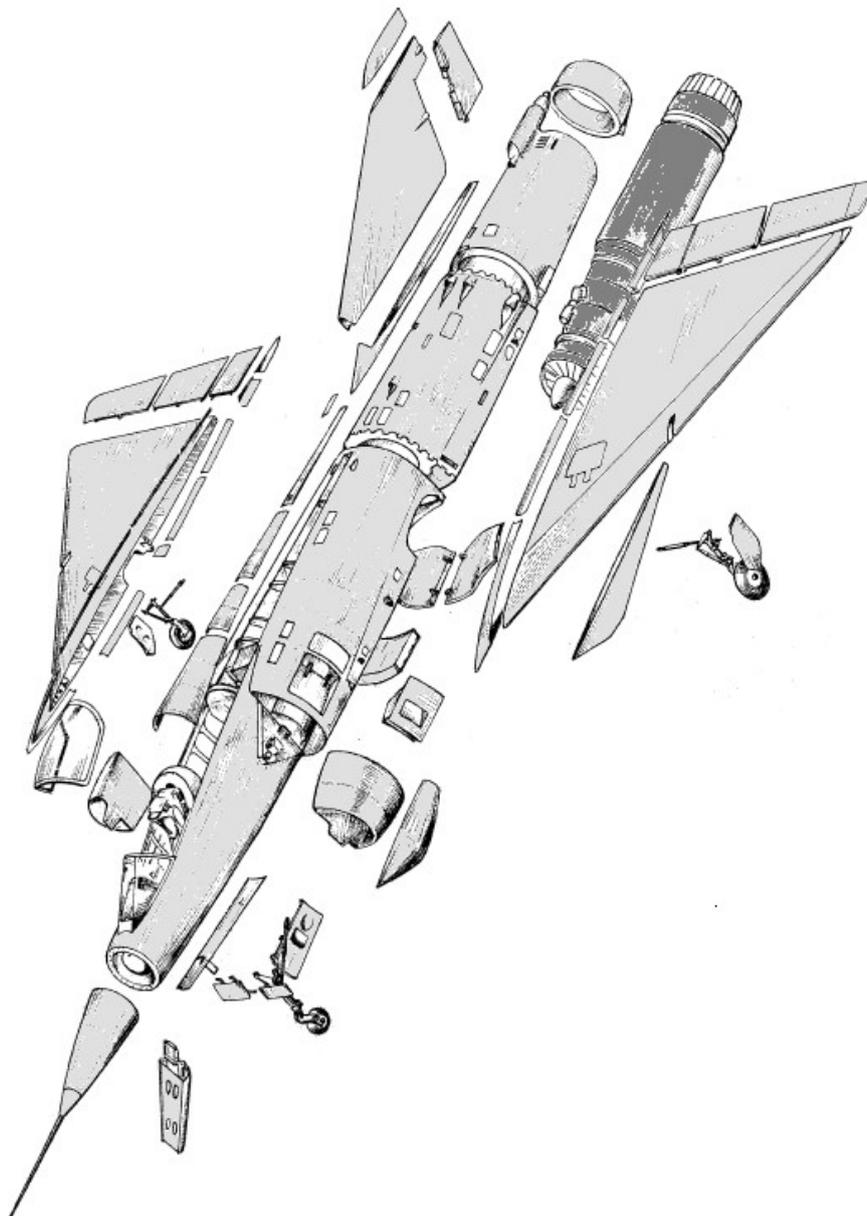
Surface alaire : 37 m²

Masse à vide équipé : 7 870 kg

Masse au décollage : 11 230 kg

Carburant interne : 4340 litres

Vitesse maximum : 2 350 km/h



Mirage III T - Eclaté

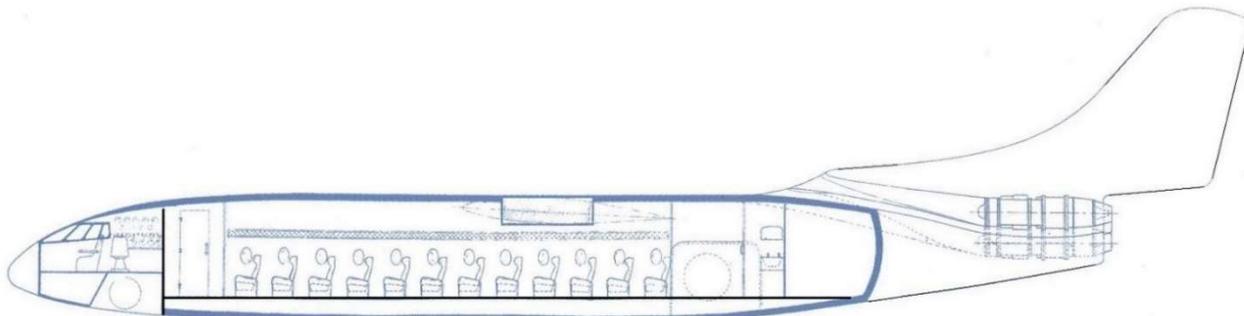
Sources : Espace Patrimoine Safran

Les projets de Caravelle à moteurs Atar 101 (1951 - 1953)

Caravelle

Dès la fin de la Seconde guerre mondiale, sept grandes entreprises françaises étudièrent des projets d'avions de ligne à réaction, mais ce n'est qu'à la fin de 1951 que le Secrétariat Général à l'Aviation Commerciale et Civile (SGACC) émit une spécification officielle relative à un avion moyen-courrier. La fiche précisait qu'il s'agissait d'un appareil court/moyen-courrier capable de transporter 55 à 65 passagers et une tonne de marchandises à une vitesse de 600 km/h sur 2 000 km. Le type et le nombre de moteurs n'étaient pas précisés.

Tous les constructeurs Français répondirent et proposèrent un total de 20 projets propulsés par des turboréacteurs, des turbopropulseurs ou à propulsion mixte. Parmi les sept propositions des avionneurs, le projet X-210 de la Société Nationale de Constructions Aéronautiques du Sud-Est (Sncase) équipé de trois réacteurs Snecma Atar 101 fut retenu.



Avant-projet X210.02.10 avec trois Atar 101 alimentés par une entrée d'air unique (Juillet 1951)

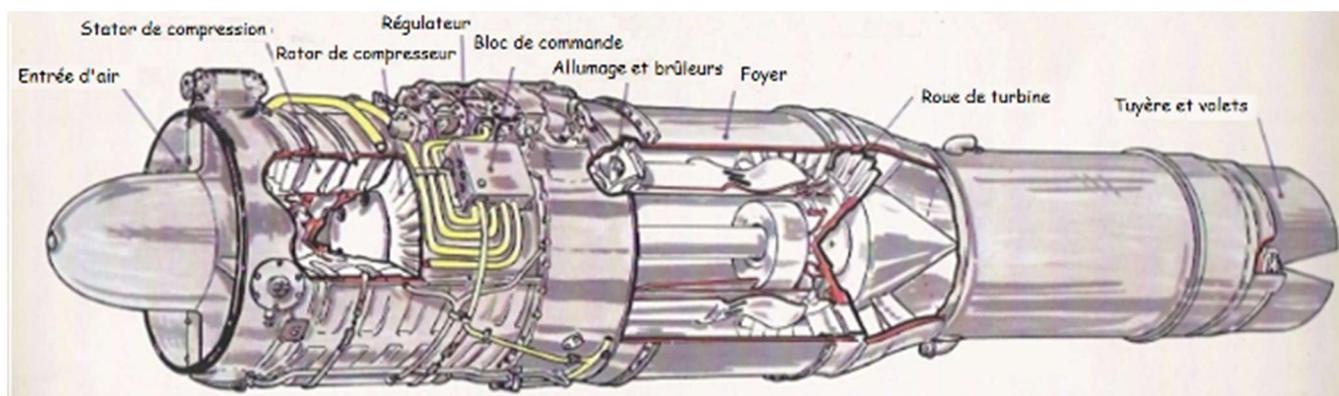
Dans le cadre des multiples avant-projets de l'avion moyen-courrier, entre 1947 et 1952, Snecma étudia des formules toutes basées sur l'implantation de quatre puis, en juillet 1951, trois moteurs à l'arrière du fuselage.

Cette configuration inhabituelle était apparue sur un triréacteur Atar à aile haute, le X210.02.10 avec les moteurs regroupés à l'intérieur du fuselage, alimentés par une entrée d'air dorsale unique. Cette disposition était similaire à celle utilisée sur les avions d'attaque SE 2410 et SE 2415 "Grognard" avec ses deux moteurs Rolls-Royce "Nene" superposés. Propulsés par trois Atar 101 D fournissant chacun 2 800 kg de poussée, l'appareil avait une configuration originale.

Dérivé du moteur de série Atar 101 C, l'Atar 101 D2 équipait alors le monoplace de chasse Mystère II C en service dans l'Armée de l'air française.

De type simple corps simple flux, le propulseur comporte de l'avant à l'arrière : un compresseur axial à sept étages avec un taux de compression de 4,5, une chambre de combustion annulaire, une turbine mono étage, une tuyère à section variable comportant deux volets.

Les caractéristiques techniques de base et les performances principales du réacteur sont : une régulation hydromécanique, un diamètre maximum qui se situe autour de 920 mm, une longueur de 3,8 mètres, une vitesse de rotation de 8 300 tours/minute et un débit d'air de 52 kg/seconde. Sa masse est de 915 kg et sa température d'entrée turbine de 860 °C. Consommation spécifique 1.09.



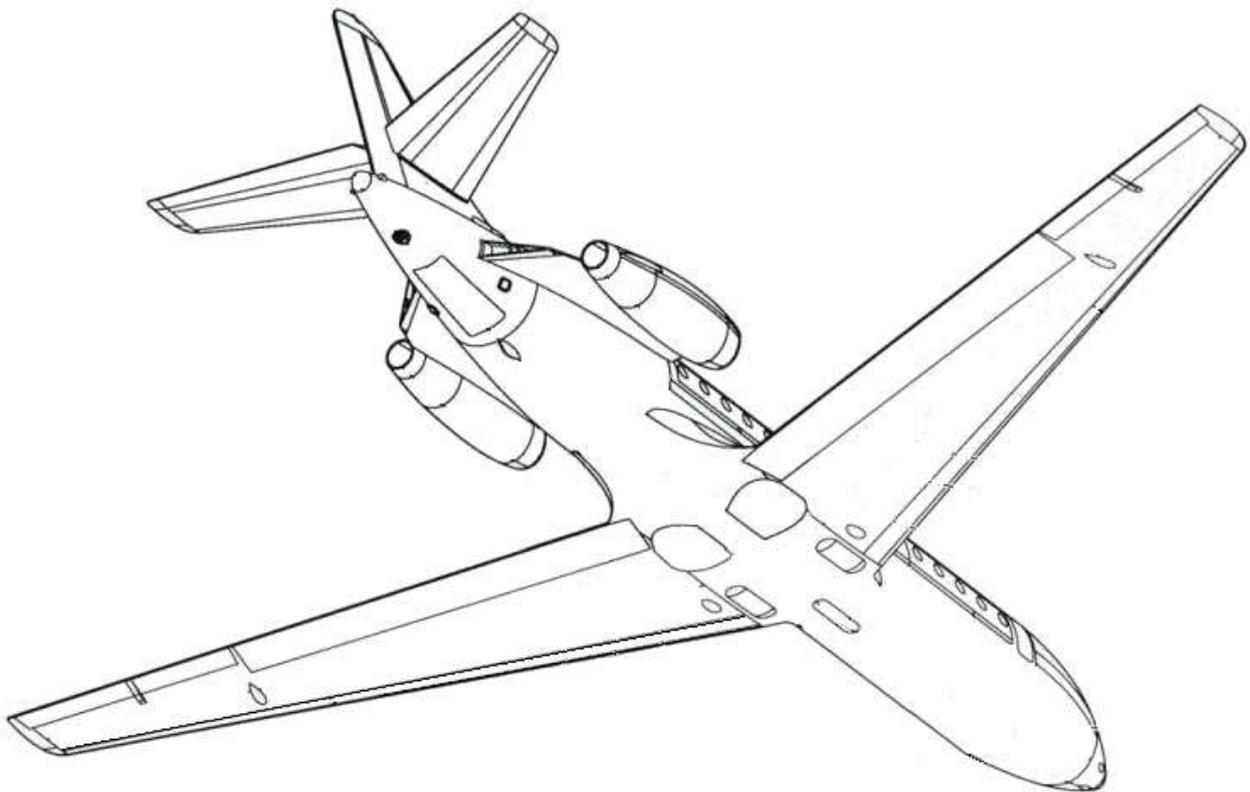
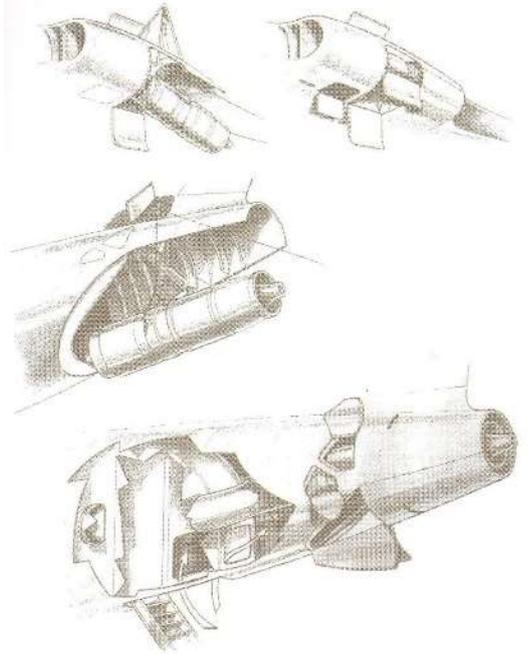
Snecma Atar 101 D

Avec cette formule dite "TriAtar" et jugée la plus réaliste, la masse au décollage était de 39 tonnes, l'autonomie de 1 880 km à une vitesse de croisière de 760 km/h.

Après plusieurs études et essais en soufflerie, il apparut cependant que les problèmes soulevés par l'alimentation en air des moteurs latéraux, comme la stabilisation du débit d'air dans tout le domaine de vol, seraient grandement simplifiés si ces deux moteurs étaient montés à l'extérieur du fuselage et non pas à l'intérieur.

En octobre 1951, cette disposition fut adoptée sur les projets X210.02.14 puis X210.02.18 avec l'emploi d'une voilure basse permettant d'abaisser au maximum la hauteur de l'avion au sol. Cette solution apportait en premier lieu une grande pureté aérodynamique, appréciable aux grandes vitesses et une continuité des volets hypersustentateurs augmentant la portance aux basses vitesses. Si le confort des passagers était amélioré du fait du positionnement de la cabine en avant de l'entrée d'air, la sécurité l'était tout autant par diminution du risque d'incendie en cas d'atterrissage train rentré, en raison de l'éloignement des réacteurs par rapport aux réservoirs de carburant regroupés dans la voilure.

Quelques mois plus tard, les deux moteurs latéraux étaient montés dans des nacelles formant des excroissances du fuselage, qui faisaient également office d'entrée d'air pour le réacteur central. Cette configuration qui aurait toutefois compliqué les opérations de maintenance fut à la base de tous les projets suivants, en ce qui concernait la disposition des moteurs, la section de fuselage et la voilure. La vitesse de croisière maximale était de 790 km/h.



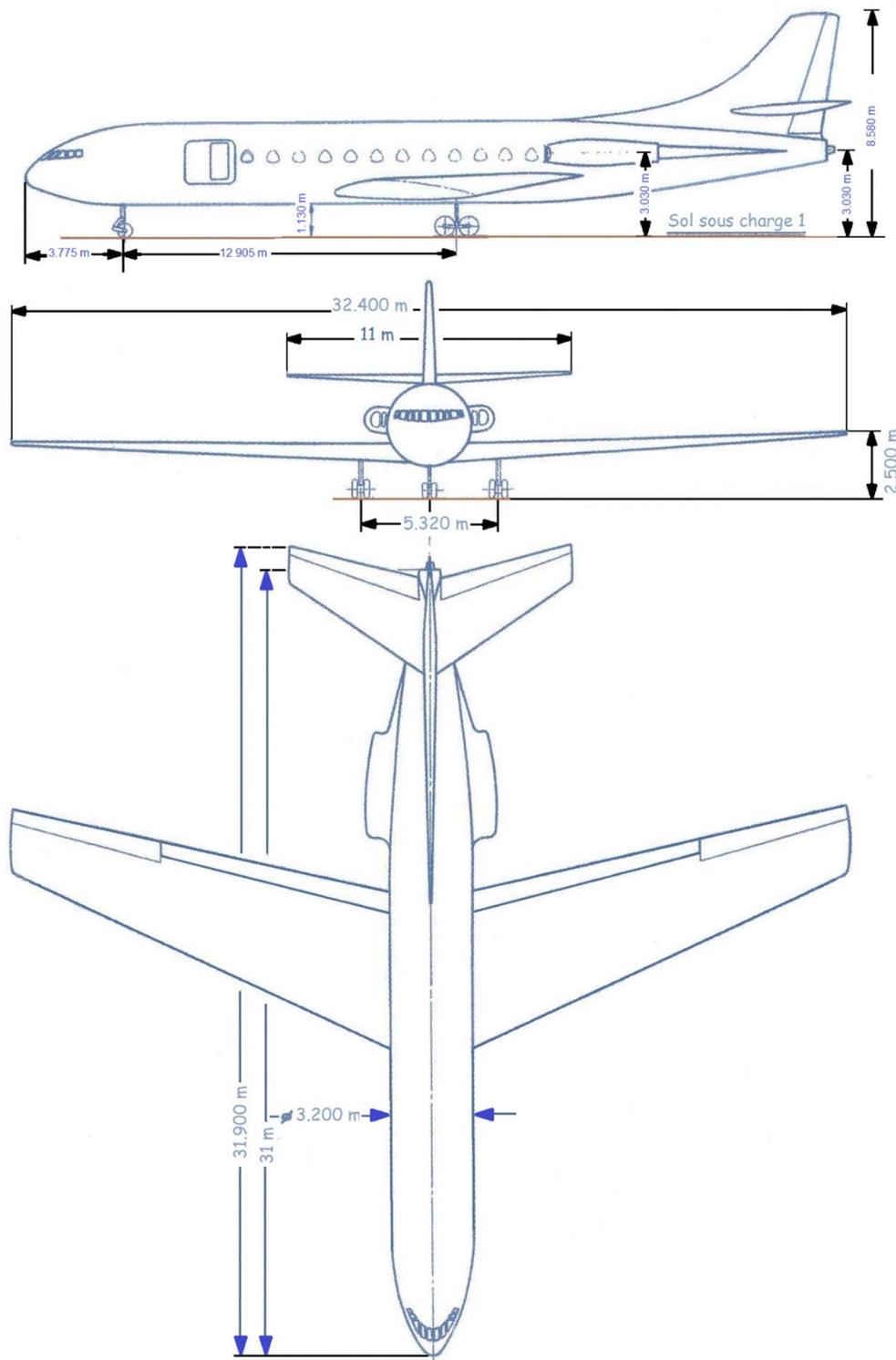
SNCASE SE-210 Caravelle

Rompant avec une tradition qui voulait que chaque nouvel avion de transport civil fût baptisé du nom d'une province française, Georges Héreil, président-directeur général de la SNCASE décidait de donner le nom de Caravelle.

Dans le cadre d'une éventuelle demande pour un long-courrier, la SNCASE proposa, en mars 1952, un quadri Atar 101, le X210.02.24, les moteurs étant monté à l'arrière du fuselage, l'un sur l'autre, dans deux nacelles externes.

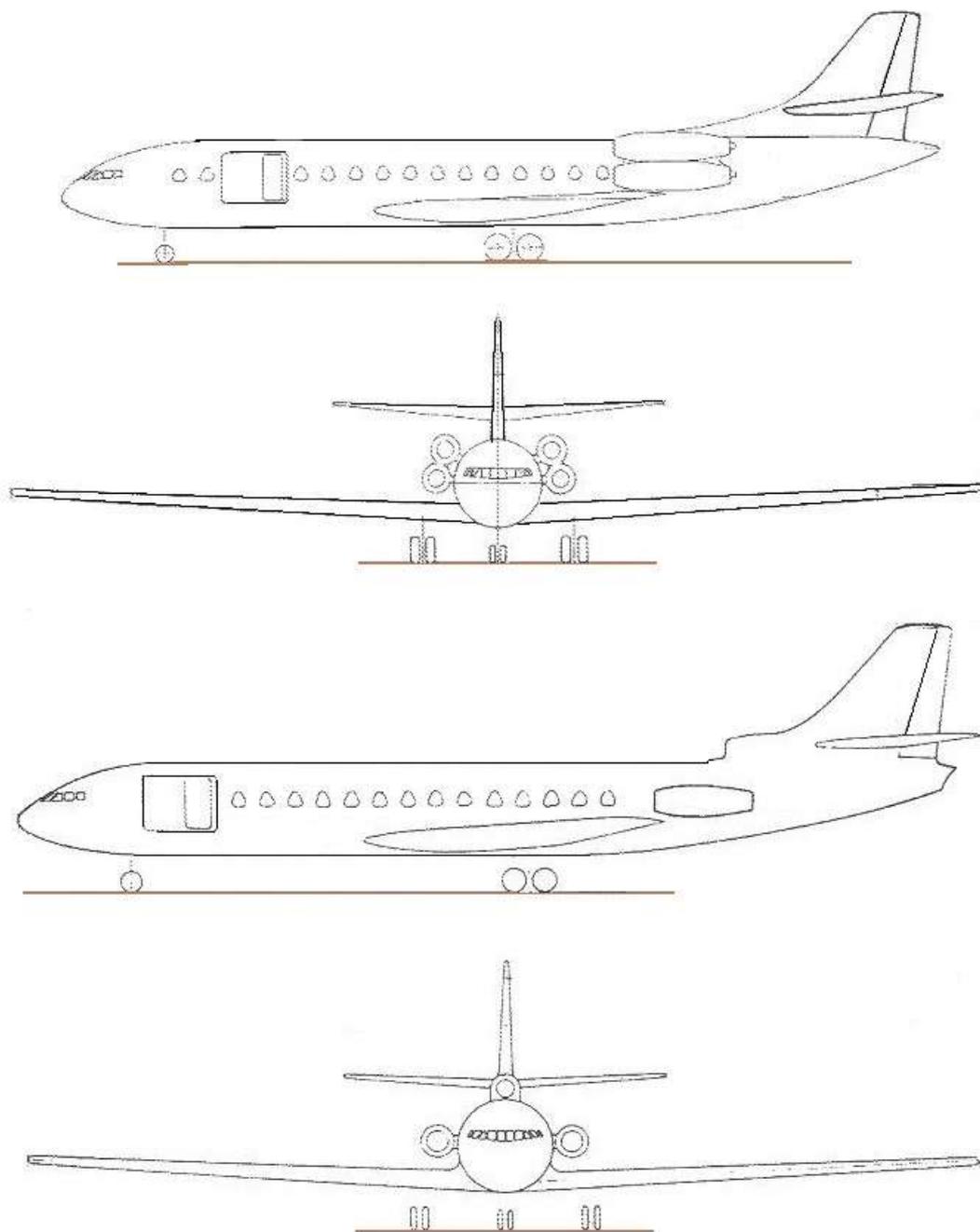
En mai 1952, l'ultime avant-projet X210.02.28 Tri-Atar 101 D présentait des nacelles séparées du fuselage pour les moteurs externes (pods) c'est-à-dire peu différent de la future Caravelle. Cette solution aérodynamique, moins "pure", désolidarisant les moteurs latéraux par l'intermédiaire de moignons profilés, limitait le bruit et d'éventuelles vibrations.

Si le principal avantage de cette formule était de dégager l'aile de toute turbulence, elle s'avérait intéressante notamment dans le domaine de la stabilité directionnelle en cas de panne d'un des deux moteurs et en cas de crash, train rentré (les réacteurs ne risquant pas d'être arrachés lors de l'impact).



Plan trois vues de l'avant-projet X210.02.18 tri Atar 101 D (Décembre 1951)

Avec trois Atar 101 D d'une puissance maximale calculée de 2 800 kgp, l'appareil devait emmener en conditions optimales d'utilisation à la masse de 38,5 tonnes, une charge marchande de 7,5 tonnes à une vitesse de croisière de 760 km/h sur une distance de 1 500 km. Les calculs autorisaient l'emport de 81 passagers ou 8 200 kg de fret sur une étape de 1 880 km.



Plans des avant-projets X210.02.24 quadri Atar 101 D (mars 1952) et X210.02.28 tri Atar 101 D (mai 1952)

Finalement, en janvier 1953, malgré la préférence du constructeur SNCASE pour le Tri-Atar qu'il jugeait plus adaptée pour des développements futurs, les Services Officiels recommandèrent une formule unique et bimoteur basée sur l'emploi de deux réacteurs Rolls-Royce "Avon" RA26 fournissant chacun 4 535 kgp. A l'évidence, pour cet usage, l'Avon était meilleur.

Sources documentaires : Aviation Magazine International, Caravelle, la française de la Jet Set de John Wegg

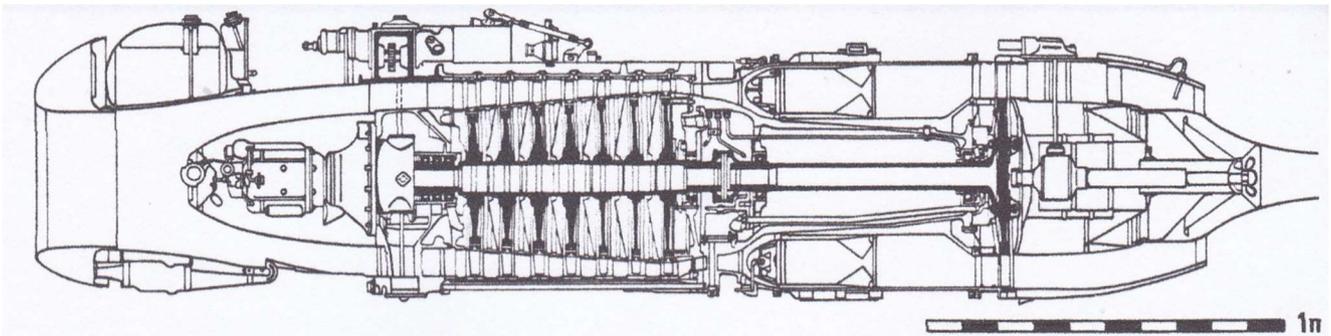
Junkers Jumo 004 B et BMW 003

Les motoristes allemands font partie des pionniers du turboréacteur, avec Heinkel, Junkers et BMW pour Bayerische Motoren Werke. Seuls Junkers et BMW ont pu mettre leurs moteurs en opération dans la dernière année de la seconde guerre mondiale, avant que Rolls Royce (RR) le fasse en Angleterre. Les moteurs allemands étaient très différents des moteurs anglais, ce qui est bien compréhensible, les deux équipes d'ingénieurs n'ayant aucun contact !



Turboréacteur BMW 003

Le moteur Jumo 004 de Junkers, équipant le Messerschmitt Me 262, et le BMW 003 équipant les Heinkel He 162 et l'Arado Ar 234C avaient tous deux un compresseur axial à 8 et 7 étages respectivement et une tuyère variable à aiguille alors que le moteur RR Welland anglais équipant le Gloster Meteor avait un compresseur centrifuge et une tuyère fixe.

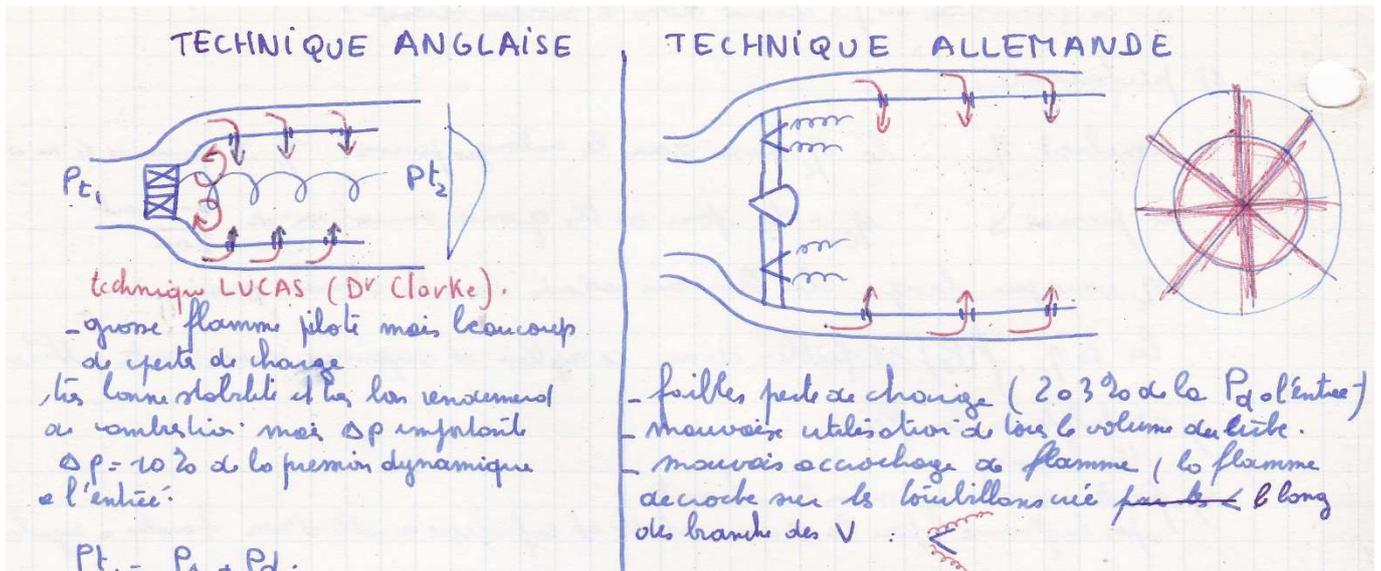


BMW 003 B - Coupe longitudinale

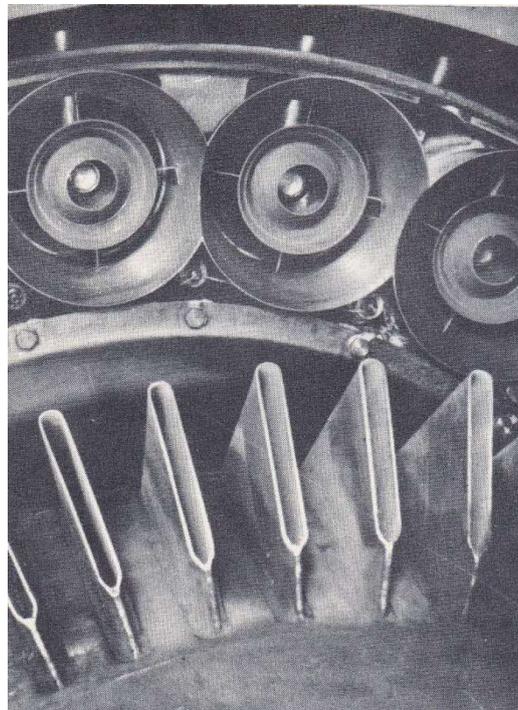
Pourquoi les moteurs allemands de la guerre avaient-ils une tuyère variable ?

Rolls Royce pour son premier turboréacteur, avait fait développer par Lucas une chambre de combustion très performante, à très bon rendement, où un gros tourbillon torique, ramenait les produits de combustion vers l'avant pour l'allumage du mélange frais. Cette technique est toujours utilisée sur les moteurs modernes.

Junkers et BMW, pour leur part, adoptèrent un concept différent où la chambre était équipée d'accroche-flammes en V autour de l'injecteur. C'était le petit tourbillon produit par le culot de ces accroche-flammes qui devait ramener des gaz chauds pour permettre l'allumage.



Notes de cours prises par P Mouton en 1959 (ETAVA)



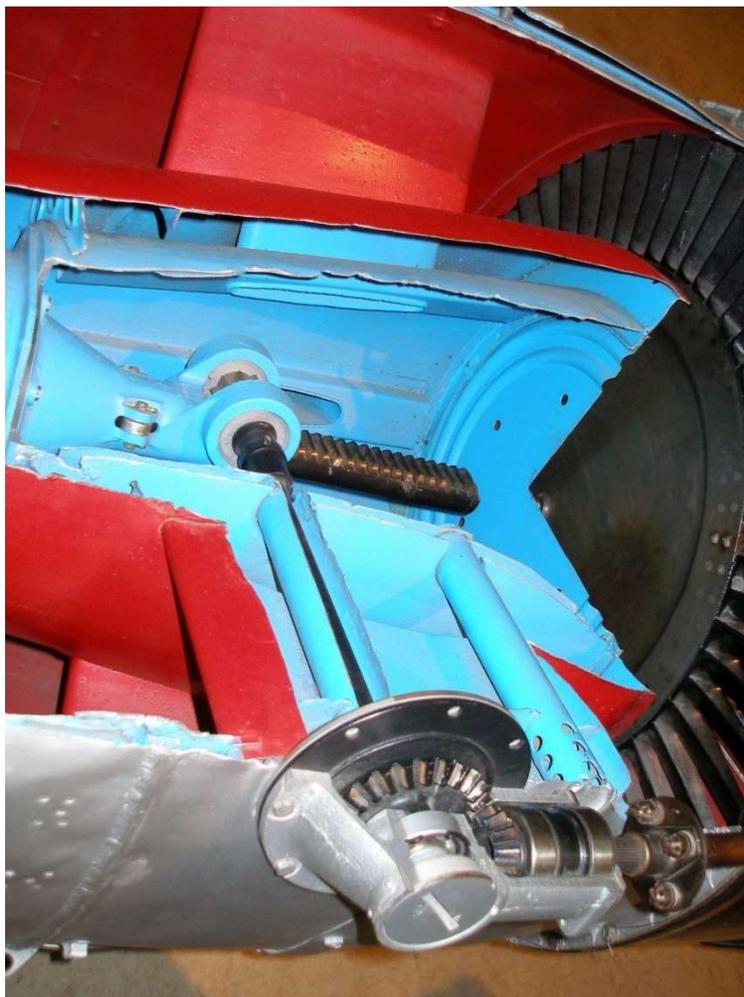
Détail de la chambre de combustion du BMW 003 - photo journal SNECMA

Ce type de chambre, qu'on retrouve d'ailleurs sur les moteurs ATAR de Snecma, car étant dans la lignée du BMW 003, n'avait pas, en 1945, un très bon rendement. Le rendement de combustion du Jumo 004 au point fixe n'était que de 0,88, ce qui fait que 12% du carburant injecté brûlait encore en traversant la turbine et agissait donc comme une petite post combustion parasite. Une tuyère fixe aurait conduit à une surpression derrière la turbine dont la chute de taux de détente aurait dû être compensée par une augmentation de débit carburant et donc une augmentation de Température de Sortie des Gaz (EGT ou Exhaust Gas Temperature). Le pilote aurait donc dû réduire le régime de rotation avec une perte conséquente de poussée.

Les Allemands ont résolu ce problème de poussée, non pas en améliorant la chambre de combustion ce qu'ils ne savaient pas faire, mais en installant une tuyère variable commandée manuellement par le pilote. La commande de cette tuyère diffère entre le BMW 003 et le Jumo 004. Sur BMW 003, la commande est indépendante par sélection par le pilote de 4 positions suivant les conditions de vol. La commande de régime de rotation est également indépendante par une manette. Sur Jumo 004, ces deux commandes, tuyère et régime, sont couplées sur la même manette. L'ouverture de la tuyère est donc fonction du régime et le pilote en cas de dépassement d'EGT doit donc réduire le régime du moteur.

Junkers a en partie découplé la position de la tuyère avec le régime en y ajoutant une commande automatique destinée à éviter la chute d'EGT qui se produit lorsque l'avion vole à grande vitesse. En effet les moteurs allemands de cette époque avaient un taux de compression très faible (2,9 pour le Jumo 004) et des composants avec de mauvais rendements (0,78 pour le compresseur et 0,74 pour la turbine du Jumo 004). Ceci faisait qu'au point fixe la tuyère n'était pas sonique (taux de détente de 1,34 pour le Jumo 004) ce qui rendait l'EGT dépendant du Mach de vol. Le taux de détente dans la tuyère augmentant avec la vitesse de vol, l'EGT diminuait donc au fur et à mesure que l'avion accélérât. Pour récupérer ce " gaspillage " de poussée, une commande de fermeture automatique de la tuyère, fonction de la différence entre les pressions statiques intérieure et extérieure de la manche avait été installée en " biais " avec la commande par la manette.

Le BMW 003 avait sa tuyère manœuvrée par un moteur électrique et un vérin à vis alors que le Jumo 004 utilisait un moteur hydraulique (huile haute pression) à engrenages et une crémaillère.



Commande de l'aiguille de tuyère du Jumo 004 - Photo P Mouton

A la question de savoir pourquoi les moteurs allemands avaient une tuyère variable, la réponse est donc :

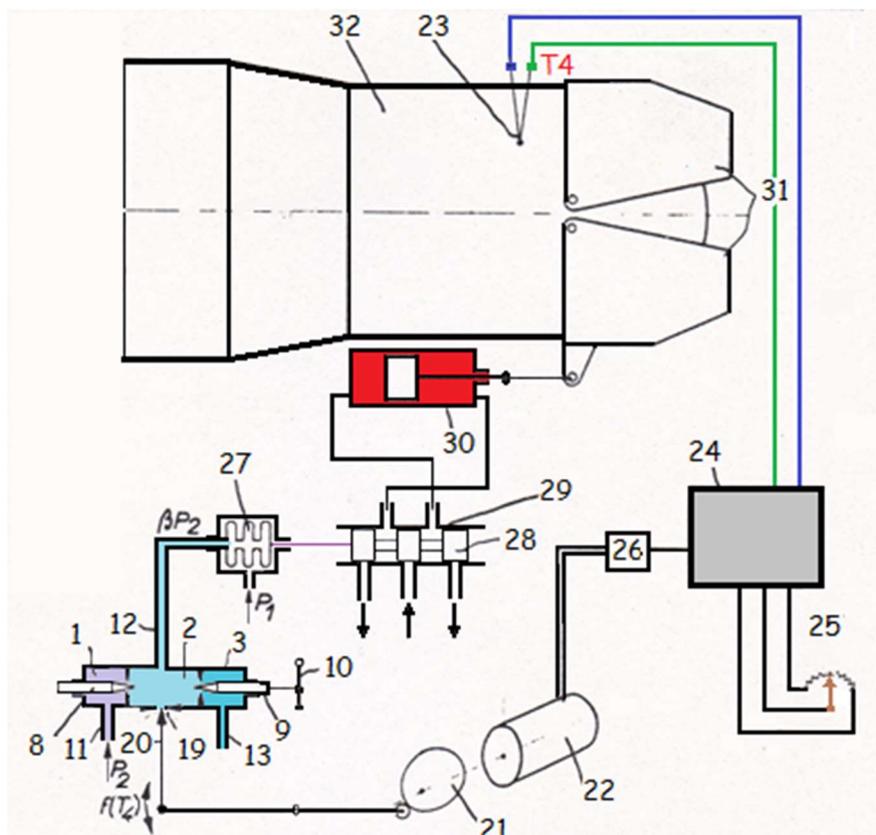
Les turboréacteurs allemands de la seconde guerre mondiale avaient un rendement de chambre de combustion très mauvais et une ouverture de la tuyère était nécessaire pour compenser les effets d'une post-combustion "parasite" qui se formait derrière la turbine.

Débuts de l'électronique à Snecma

La régulation de la quasi-totalité des moteurs est aujourd'hui du type " électronique numérique ", alors que jusqu'aux années 1960 elle était hydromécanique. On se pose alors la question de savoir :

Comment le passage à la régulation électronique s'est-il fait à Snecma ?

En 1959, lors de mon arrivée à Villaroche, l'ATAR était le seul moteur en développement. L'accroissement de la vitesse de vol des avions qui en étaient équipés (Mirage III et IV) avait eu pour conséquence que la régulation hydromécanique de température dérivait fortement à grande vitesse et devait être améliorée. L'idée d'un "Trim" électrique s'est donc faite en 1957 et un brevet français a été déposé au nom d'Albert Steiglitz sous le numéro 1 391 769. Mr Steiglitz était à cette époque le chef du département " régulation " de Snecma.



Croquis accompagnant le brevet de Mr Steiglitz

Le moteur Atar avait déjà une régulation (programmée) de la température de sortie chambre basée sur le rapport entre le débit carburant et l'augmentation de pression dans le compresseur. L'idée de Monsieur Steiglitz a été de modifier le " delta P " mesuré du compresseur et servant à cette régulation, en fonction de l'écart existant entre une consigne de la température (T_4) sortie turbine et sa valeur réelle mesurée par des sondes thermocouples. Le concept fut appelé " Correcteur T_4 ".

Le premier prototype de laboratoire fut construit par un ingénieur allemand (Monsieur Lemm), un ancien du groupe " O " de Hermann Oestrich, qui travaillait aux avant projets " régulation ". L'amplificateur était à lampes et le réducteur du moteur d'asservissement construit à partir d'un vieux réveil acheté " aux puces ", par Mr Lemm. Lorsque je suis arrivé aux " avant projets " régulation en septembre 1959, un amplificateur magnétique avait été commandé à Brion Leroux et, Mr Lemm ayant quitté Villaroche pour l'Egypte, Mr Lierman, l'ingénieur dont je dépendais, avait repris le développement du système. Trois mois plus tard, Mr Lierman, à son tour, quittait Villaroche et j'ai repris, petit agent technique avec moins de trois mois d'ancienneté, la responsabilité du développement du correcteur T_4 . Après des vérifications au laboratoire, le système a été estimé prêt pour essais sur moteur qui se sont déroulés sur un Atar 9D, ancêtre de l'Atar 9K du Dassault Mirage IV. Ces essais ont validé le concept et c'est sur ce premier succès que je

suis parti, pour 27 mois, faire mon service militaire de " maintien de l'ordre " en Algérie. Le programme avait alors été repris par un jeune ingénieur, nouvellement embauché, Monsieur Roy.

A mon retour d'Algérie, monsieur Roy avait disparu et le correcteur T₄ avait été repris par un autre jeune ingénieur, Roland Puillet, qui, quelques années plus tard deviendra mon chef de service dans le cadre du programme Concorde. En 1962, la division électronique de Snecma (Elecma) venait d'être créée et sa première action de " lobbying " a été de faire abandonner l'amplificateur magnétique du correcteur T₄ et de le remplacer par un amplificateur analogique à transistors. Ce fut réalisé par un électronicien de talent, Mr Balliguet.

Cette phase du programme a constitué la véritable entrée de Snecma dans le domaine de la régulation électronique des moteurs, dont la première application a donc été le correcteur T₄, (Boîtier CT 018) qui sera fabriqué en série à partir de 1964 pour le Mirage IV/Atar 9K. Les composants électroniques disponibles à cette époque étaient très rudimentaires et limités aux transistors au silicium, aux diodes, aux résistances et aux énormes condensateurs " propylènes ". Suivront le calculateur postcombustion (PC) de Concorde et le calculateur électronique du Larzac avant que le premier calculateur de régulation (toujours analogique mais avec un " secours hydromécanique ") du moteur M53 soit développé. Le CT 018 représente donc une " première " pour Snecma en matière d'électronique " moteur ".



Mirage IV A

Avec le correcteur T₄ va apparaître aussi un nouveau mode de panne, l'interférence électromagnétique par des sources " extérieures ", qui va conduire Snecma à la mise en place de pratiques de conception extrêmement strictes (auteur Roland Puillet) pour la réalisation des câblages électriques.

La première régulation électronique (analogique) développée par Snecma en 1960, a été le correcteur T₄ de l'Atar 9K de l'avion Mirage IV. A cette époque Snecma devenait pionnière mondiale dans cette nouvelle technologie. L'expérience acquise devait permettre le développement du calculateur PC de Concorde puis celui du moteur M53 de l'avion Mirage 2000.



Vintage Motor Cycle Club (VMCC) Manx Rally 2019 - Mésaventures et mes aventures



Pour fêter les cent ans de Gnome & Rhône, les quatre-vingt-dix ans de la D3 et les quatre-vingt ans du pilote, je m'étais inscrit à l'édition 2019.

Nous partîmes à deux motos, la D3 et une Triumph T140. Pour une question de standing en tant que représentant de Gnome & Rhône, nous sommes passés par Zeebrugges (ce qui nous fait un trajet réduit pour atteindre Heysham).

Le séjour sur l'île de Man a démarré sous de mauvais augures, car au moment de descendre la T140 de la remorque nous constatons que la roue arrière est dégonflée (il était 18 heures et samedi soir donc tous les garages fermés). Pour nous reconforter direction le pub pour déguster une pinte de " OKELLS ".

Le dimanche direction le paddock du " Manx GP " en espérant trouver un stand pour changer la chambre à air. Echec chez Dunlop, ils n'ont pas la dimension, mais nous sommes dépannés chez " AVON " qui nous parle de Patrick Godet et Bruno Leroy.

Lundi test des motos sur les petites routes du " Billown circuit " puis direction " The sound of calf of Man " et visite du " National folk museum " (Très bon Manx kippers au Sound visitor centre).

Mardi matin départ pour le point de rassemblement du " Social Run " situé sur " Old harbour of Laxey " que hélas nous n'atteindrons pas suite à la rupture du câble du boisseau de la D3. Normalement cela n'aurait pas dû se produire car nous étions passés par Fairy bridge (May the luck of the fairies ride with you).



Rangement de la D3 le long d'un sympathique mur



Avec les salutations de Peter Murray

Arrêt de plusieurs motocyclistes, ainsi que des " Steel box driver " proposant leur aide et que je remercie dans un anglais parfait ... mais qu'eux avaient quelques difficultés à comprendre " Thank you for your help, my son is back with the trailer ".

Nous nous rendons au point d'arrivée situé à Kirk-Michael où des membres du VMCC IOM me dépannent avec un " Repair kit " dont ils me font cadeau. Je solutionne la commande du boisseau mais à ce moment c'est le boisseau d'air qui refuse d'obéir, je jette l'éponge à défaut de balancer la D3 dans la mer d'Irlande.

La fin du séjour se poursuit en visite de différents sites très intéressants - Musée Murray, Mine de Laxey et Isabella ainsi que l'ARE motorcycle museum à Kirck-Michael - et bien évidemment les essais du Manx GP et Classic TT (quater bridge, batan bridge et ballaugh bridge).

Et c'est le retour.

PS. Un merci à Peter Murray qui m'a dépanné pour mon boisseau d'air.



Notes de lecture

Musée aéronautique et spatial du groupe Safran - Collections permanentes



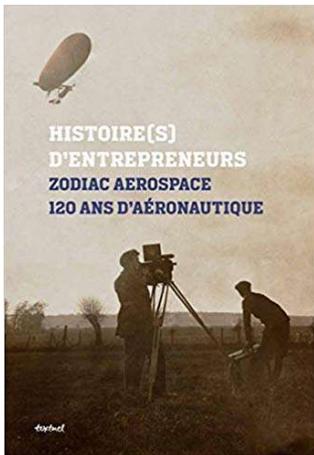
Réalisé par l'Association des Amis du Musée Safran (AAMS), ce livre retrace l'ensemble des collections permanentes de matériels produits par les sociétés qui sont à l'origine de Safran. Il comporte quatre grandes parties : un groupe à travers l'histoire, la collection aéronautique, la galerie spatiale et les autres collections telles que les motos et bicyclettes Gnome et Rhône, les machines à coudre, la voiture Messier, le tracteur SIFT, etc...

Tous ces matériels sont regroupés et exposés dans le musée Aéronautique et Spatial Safran de Melun Villaroche.

Ce livre est destiné à vous rappeler la visite que vous aurez faite soit individuellement, soit accompagné d'un guide. Il peut aussi aider les futurs visiteurs à préparer cette visite et leur permettre de poser des questions aux guides présents dans le musée.

Zodiac aerospace - Histoire(s) d'entrepreneurs : 120 ans d'aéronautique

de Paul Villatoux, Editions Textuel

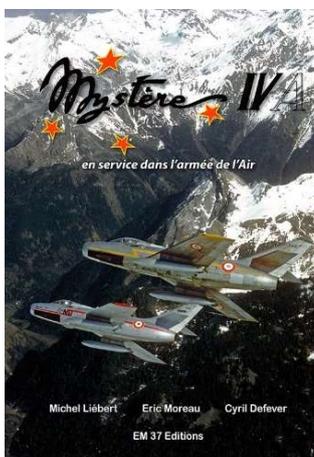


Une plongée inédite au cœur de l'histoire et des archives de Zodiac Aerospace, dont les origines se confondent avec l'apparition des dirigeables mais aussi des premiers avions.

Héritière d'un petit atelier de ballons captifs créé à la fin du XIX^{ème} siècle, Zodiac Aerospace est aujourd'hui un leader mondial des équipements et systèmes aéronautiques montés à bord des avions commerciaux, régionaux et d'affaires. Cet ouvrage propose une découverte insolite au sein de la plus ancienne société de fabrications aéronautiques encore en activité dans le monde, dont les origines se confondent avec l'apparition des dirigeables, mais aussi des premiers avions. 120 années d'une histoire aussi riche que tumultueuse, dont Zodiac Aerospace s'apprête à écrire un nouveau chapitre.

A noter que le nom de Zodiac, retenu en février 1909, est un hommage aux frères Montgolfier dont le ballon de 1783 est orné, dans sa partie supérieure, des douze signes du zodiaque en couleur d'or sur un fond peint bleu azur.

Mystère IV A en service dans l'armée de l'Air par Eric Moreau, Michel Liebert et Cyril Defever - EM 37 Éditions



Paru cet été 2019, le livre intitulé : Mystère IV A en service dans l'armée de l'Air, retrace toute l'histoire de cet avion de légende.

À travers cet ouvrage de référence de plus de 550 pages, Eric Moreau, Michel Liébert et Cyril Defever nous présentent la longue carrière du MD 454 Mystère IVA dans l'armée de l'Air, de son développement à la présentation des différentes escadres à laquelle il a appartenu. Mis en service en mars 1955, il fut également la monture de la Patrouille de France de 1957 à 1962 et exporté en Israël et en Inde.

Avec toute la minutie qui caractérise leur travail, les auteurs rendent ainsi compte de la totalité des opérations effectuées par le Mystère IVA, décrit dans ce livre comme : " l'aboutissement final des avions à réacteur centrifuge chez Dassault [...], et qui se distingue par une très grande finesse, des lignes pures et élégantes. " Constitué d'un très large corpus photographique et présentant de nombreux documents et illustrations inédits, ce livre devrait ainsi répondre à toutes les questions que vous pourriez vous poser sur ce magnifique avion.