

PRENDRE L'AIR



SNCASO SO 30 " Atar " (@ Michel Liebert)



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

**N°9
Décembre
2022**

Contact

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

Sommaire

<i>Editorial</i> Jacques Daniel	3
<i>Le mot du Président</i> Jean Claude Dufloux	4
<i>In Memoriam Eric Moreau</i> Jacques Daniel / Alain Crosnier	5
<i>ETOPS historique et conditions " d'Extended Twin Operations à Extended Operations "</i> Albert Grenier	9
<i>Une mission d'assaut classique en Mirage III E</i> LTCL Jean Copponnex	17
<i>Genèse du Dassault Mirage IV A de la Force de Frappe pilotée Française</i> Albert Grenier	21
<i>Les records réalisés par les turboréacteurs Atar 101, 8 et 9</i> Jacques Daniel	34
<i>Le SO-30 " Nene " : banc d'essai volant (1951 - 1953)</i> Jacques Daniel	52
<i>Le biréacteur expérimental SO-30 " Atar " (1953 - 1969)</i> Jacques Daniel	57
<i>Le Dassault Mirage 2000 C (1984 - 2022)</i> Jacques Daniel	67
<i>Notes de lecture</i> Jacques Daniel	76

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

Editorial

Ce numéro est particulièrement dédié à mon ami de quarante ans, Mr Eric Moreau décédé le 1^{er} septembre 2022. Historien et talentueux photographe de l'aviation, il était l'auteur de monographies de référence sur les Mystère IV, Mirage III, Super Mystère B2 et le F-100 Super Sabre. Pour les passionnés de la période moderne des avions de l'Armée de l'air, ces ouvrages sont considérés comme des bibles. Alain Crosnier, un ami proche, se joint à moi pour lui rendre hommage.

Avec ce neuvième numéro de " Prendre l'air ", nous célébrons un moment important dans la vie d'un magazine semestriel, notre quatrième anniversaire. Depuis la première parution, en décembre 2018, nous nous sommes efforcés de garder toute sa spécificité à cette revue qui mêle matériels aéronautiques et spatiaux, tout en la faisant évoluer discrètement, pour la rendre encore plus agréable à regarder et à lire.

Pour nombre de spécialistes de l'aviation commerciale, l'acronyme ETOPS (de l'anglais : *Extended-range Twin-engine Operation Performance Standards*) est un terme commun. En fait il s'agit d'un règlement de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) permettant aux avions commerciaux équipés de deux moteurs d'utiliser des routes aériennes comportant des secteurs à plus d'une heure d'un aéroport de secours dont, en particulier, les parcours océaniques. " Prendre l'air " vous propose un historique et les conditions régissant son application.

Dans ce numéro, vous trouverez un récit du Lieutenant-Colonel Jean Copponnex, un ancien pilote de chasse puis de bombardement, d'un vol " aux ras des pâquerettes ", en fait une mission opérationnelle en basse altitude et grande vitesse aux commandes d'un Mirage III E. Version la plus évoluée des Mirage III, elle a été durant de nombreuses années le fer de lance de la Force aérienne tactique française.

S'il est un appareil emblématique dans l'Armée de l'air, c'est bien le biréacteur Dassault Mirage IV A mais sa genèse au sein de la Force de frappe pilotée n'est abordée que rarement. Cet oubli est réparé avec cet article d'Albert Grenier. Pour l'anecdote, ce texte a été initialement rédigé, en langue anglaise, pour la revue de la Royal Aeronautical Society dans le but de faire un maximum de publicité, afin que le public aille visiter le YAM (Yorkshire Air Museum), l'un des musées les plus importants d'Europe consacrés à l'aviation et sis à Elvington.

L'auteur de ce récit a passé près de dix années afin qu'un Mirage IVA (le n° 45 codé BR), soit offert au Musée de l'aviation du Yorkshire établi sur l'ancienne base du Bomber Command de la deuxième guerre mondiale d'Elvington. Son idée était d'honorer les deux escadrons français 346 " Guyenne " et 347 " Tunisie ", seuls groupes de bombardement lourds de l'armée de l'air française pendant la Seconde Guerre mondiale et qui utilisèrent cette base anglaise.

Entre 1957 et 1973, pas moins de 16 records français, européens ou mondiaux, de vitesse, en circuit fermé, de distance ou d'altitude ont été battus par des pilotes masculins et féminins à bord de onze avions d'armes propulsés par des réacteurs Atar. Le dernier, en juillet 1973, sur Dassault Mirage G8-02, à géométrie variable avec deux Atar 9K 50, n'a, à ce jour, pas été égalé.

Parmi les sujets importants pour la Snecma au cours des décennies 1950 et 1960, il faut citer les programmes de développement et de mises au point des réacteurs, simple corps simple flux, de la famille des Atar 101, 8 et 9.

Au travers de ses précédents numéros " Prendre l'air " s'est déjà penché sur les avions bancs d'essais volants de la Snecma. L'ambition de ce présent numéro est de s'intéresser de près à la carrière des deux premiers appareils à réaction bimoteurs multiplaces : les SNCASO SO-30 " Nene " et SO-30 " Atar ", tous deux bancs d'expérimentation de réacteurs. Mais alors que le premier a pour vocation d'acquérir des données sur l'utilisation commerciale des futurs avions de transport à réaction de la fin des années 1950, comme la Caravelle, le SO-30 " Atar " ne sert, au contraire, que de banc de mise au point des réacteurs Atar de la Snecma.

Nul ne l'ignore, les moteurs Hispano-Suiza font partie (depuis 1970) de l'histoire de la Snecma : ainsi le musée de Villaroche possède, dans ses réserves, un réacteur à flux centrifuge " Nene " des années 1950. Cette machine construite sous licence par la firme française a propulsé le biréacteur SO-30 " Nene ", entre

1951 et 1953. A notre connaissance, il s'agit de l'un des rares - si ce n'est le seul - banc volant d'Hispano Suiza et, de plus, celui qui a connu une très courte carrière : trois années uniquement.

Quant au SO-30 " Atar ", très apprécié par ses équipages, il a connu l'une des plus longues carrières des appareils utilisés par la Snecma : 16 années entrecoupées seulement par un intermède, d'environ trois ans et demi, comme avion de servitude du Centre d'Essais en Vol (CEV) de Brétigny-sur-Orge et dédié à la mise au point du système de navigation et de bombardement (SNB) du Dassault Mirage IV A.

Enfin, pour les aficionados du Dassault Mirage 2000 C, l'année 2022 a été, après 38 années d'utilisation, celle de son retrait de service opérationnel au sein des unités de l'Armée de l'air française. Pendant près de quatre décennies, le monoplace bisonique a assuré des missions de chasse et d'interception au-dessus de l'hexagone mais aussi participé à plusieurs opérations extérieures (ou Opex) au Moyen-Orient, dans les Balkans et en Afrique. A l'instar de sa variante biplace d'entraînement, le Mirage 2000 B, sa particularité, côté motorisation, était d'être propulsé par les M53-5 puis M53-P2. Un article dresse un bref historique de l'avion delta à commandes de vol électriques.

Enfin, la partie notes de lecture vous propose une sélection d'ouvrages parus cette année dont un ouvrage sur les pilotes irakiens, Les héros de Bagdad, d'une guerre à l'autre, le tome III de Jean-Louis Bernard.

Je vous souhaite une bonne lecture !

L'équipe de rédaction de Prendre l'air

Le mot du Président

ETOPS ! Vous avez dit ETOPS ;

Eh ! bien vous trouverez dans ce n° 9 de PRENDRE L'AIR la réponse à vos interrogations et d'autres choses encore.

Excellent moment.

Je vous souhaite à tous ainsi qu'à tous ceux qui vous sont chers d'excellentes fêtes et une bonne année 2023.

Bien à vous

Le Président
Jean Claude DUFLOUX

In memoriam Eric Moreau

"La vocation c'est d'avoir pour métier sa passion."

Stendhal

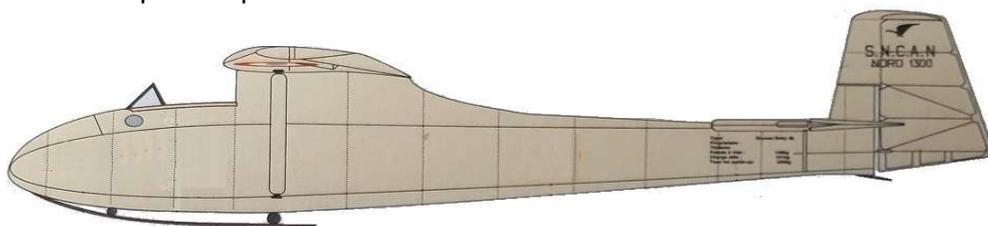


Qualifié par certains connaisseurs de " géant de l'Histoire de l'Armée de l'Air ", un " Fana qui écrit pour les fanas " voire de " bible aéronautique ", Eric, le spotter chevronné et écrivain, fait partie de ceux qui ont apporté une contribution importante à l'histoire des matériels de l'armée de l'Air pour la période allant des Mystère aux Mirage en passant par les Fouga Magister, T33 " T-Bird ", F-100 Super Sabre. Il était bien placé pour aborder ces sujets car, durant sa carrière militaire, il était contrôleur local d'aérodrome, donc en contact permanent avec les pilotes et les machines.

Eric est né à Tours en avril 1947. Sa passion pour l'aviation remonte à son enfance à Saint Patrice, dans les années cinquante, lorsqu'il voyait évoluer dans les airs tourangeaux les Vautour II N de la 30^{ème} escadre de chasse tout temps puis les T-33 " T-Bird " arrivés en 1961 sur la base aérienne de Tours. Atteint par le virus aéronautique, il fréquente régulièrement l'aérodrome de Dierre, près d'Amboise : il ne fait alors pas loin de 100 km dans la journée, en train et à vélo, pour aller voler à l'aéroclub. L'activité étant onéreuse, il se tourne vers le vol à voile. Durant un stage d'été de dix jours, sur le terrain de Brive, il effectue sa formation de base sur le planeur biplace côte à côte Caudron C-800. Au bout de 3 heures de pratique, Eric effectue son premier solo aux commandes d'un Nord 1300. Quelques jours plus tard, après un dernier vol sur Castel 310 P, il décroche le brevet C (n° 16919), officiellement daté du 7 septembre 1964.

Avec un largage vers 500 mètres d'altitude et un taux de chute de 1 m/s en moyenne, chaque vol dure en moyenne une dizaine de minutes. La formation comprend des cours théoriques et briefings avant chaque vol par l'instructeur. A l'époque, l'obtention du brevet C impliquait une prise d'altitude : un vol comportant une durée d'au moins 5 minutes au-dessus du point le plus bas.

Planeur monoplace d'entraînement SNCAN Nord 1300. Un patin en forme de ski remplace la roue.



En juillet 1965, Eric s'engage dans l'aviation légère de l'armée de Terre (Alat) dans le but de devenir pilote d'hélicoptères mais les examens médicaux diagnostiquent un daltonisme. Un ami, connaissant sa passion, lui conseille de se tourner vers le métier de contrôleur aérien au sein de l'armée de l'Air afin d'être " au plus près des avions ". Quelques mois plus tard, il annule son contrat et effectue un changement d'arme. En attendant de rejoindre l'école des sous-officiers à Nîmes-Courbessac, Eric est affecté temporairement à l'Escadron de Transmissions 802. A l'issue de sa formation militaire sur la base aérienne de Nîmes-Courbessac, en fin septembre 1967, il intègre le Centre d'instruction des contrôleurs de la sécurité aérienne (CICOCSA 910) de Dijon-Longvic où il complète son parcours professionnel. Prévu pour être opérateur de contrôle aérien dans les stations radars de défense aérienne, " les trous " comme il les appelait, il réussit à changer de catégorie pour devenir contrôleur d'aérodrome et d'approche. Fin décembre 1967, Eric est affecté à Tours Saint-Symphorien, fief de l'Ecole de Chasse alors équipée du célèbre biplace à réaction, le Lockheed T-33, familièrement appelé " T-Bird ". Là, il va développer son art de la photographie au sol en arpenter inlassablement les parkings mais surtout en vol, sa spécialité lui permettant de voler comme observateur pour appréhender et comprendre le métier de pilote.



Sa passion pour les aéronefs l'amène souvent à " mitrailler " plusieurs fois le même appareil. Et lorsque des pilotes ou des mécaniciens lui font la remarque, Eric explique qu'il s'agit d'une configuration différente, d'un numéro ou d'un insigne d'unité particulier, d'un angle de la prise de vue différent voire d'une " belle météo ".

Pour réaliser le meilleur cliché sur les parkings et les zones de dispersion des avions - " les alvéoles et les marguerites " -, qu'il sillonne fréquemment, il n'hésite pas à demander aux mécaniciens d'enlever les bâches de protection, les groupes d'énergie voire les échelles d'accès.

Onze ans plus tard, c'est comme adjudant et breveté supérieur qu'il est muté sur la base aérienne de Creil-Senlis où il côtoie les derniers Mirage III C de la 10^{ème} escadre de chasse. Mais avec la mise en sommeil de la base picarde, en juin 1985, il revient en Touraine où il découvre un " coursier " biplace biréacteur, l'Alphajet E. Nommé adjudant-chef et maître contrôleur, il y reste quatre ans puis est placé en service détaché au Service Historique de l'armée de l'Air (SHAA), à Vincennes. Cette affectation est une aubaine pour Eric. Il quitte l'armée de l'Air en septembre 1989 après 25 ans de service, puis endosse " l'uniforme civil ", en décembre 1990, tout en restant au SHAA comme chercheur.



Affecté à la section audiovisuelle, il rédige des historiques d'unités, de bases aériennes, sur l'aviation militaire, des origines à nos jours appuyés par les images et les interviews des protagonistes de l'époque. Son activité le conduit à interviewer pilotes et mécaniciens sur les bases aériennes d'outre-mer, à La Réunion et à Dakar, puis sur les théâtres d'opérations extérieurs (opex) : à Al Ahsa et Ryad, en Arabie saoudite, ou à Douchanbé, au Tadjikistan. Il prend sa retraite à l'âge de 60 ans, en 2007. Peu après, en juillet 2010, il devient autoentrepreneur en créant sa propre maison d'édition EM 37 Editions.

En douze ans d'existence, les six ouvrages édités sont des succès avec même des commandes étrangères : Israël, Grande-Bretagne, Allemagne, Suisse, Belgique, Pays-Bas, Italie, Espagne.

Au cours de sa carrière d'historien de la période des avions à réaction, surtout, il rédige nombre d'articles pour diverses publications aéronautiques de référence comme Le Fana de l'Aviation - dès 1976 -, Air Fan mais aussi pour la revue officielle de l'Armée de l'Air, Air Actualités. Fait peu connu, Éric figure parmi les membres fondateurs du *Trait d'Union* ... et son tout premier article dans la revue (en 1970) est, à juste titre, consacré au Lockheed T-33 ! Non seulement il écrit des articles étoffés mais sait les illustrer grâce à ses talents de photographe à une époque (dans les années 1960/1970) où photographier des avions de combat, au sol et en vol, était généralement considéré comme un acte répréhensible. Maniant à la fois le carnet de notes et l'appareil photo, il faisait partie d'un petit groupe de militaires passionnés qui a persévéré, parfois en cachette, à constituer au fil des ans un incroyable fonds photographique. Qu'il en soit vivement remercié.

Afin de pouvoir publier ses articles, il utilise le pseudonyme de Frédéric Romeau... mais la qualité des clichés ne trompe personne sur l'identité du photographe.

Après la rédaction d'articles et la publication de fascicules retraçant les historiques de l'Ecole de Chasse " Christian Martell " de Tours (le GE-314), de l'Escadron de chasse 2/10 " Seine " et celui de la 10^{ème} Escadre de Chasse de Creil-Senlis, il se lance en collaboration étroite avec Patrick Audouin et surtout de Bernard Chenel dans l'ouvrage de référence sur le Mirage III C, leur premier chef-d'œuvre. Il sera suivi par d'autres monographies toutes aussi épaisses et documentées : Mirage III E, Mirage III R/RD, Super Mystère B2, Super Sabre F-100, etc. Des livres inégalables par leurs qualités avec notamment des témoignages extrêmement vivants qui, selon Jean-Loup Cardey, un de ses nombreux amis, " comptent parmi les plus beaux et les plus complets jamais écrits sur les avions de chasse français ".

Lorsque l'on feuillette son carnet individuel des Services Aériens on est frappé par la diversité des aéronefs sur lesquels il a volé - avions à hélices, à réaction voire quelques voilures tournantes - et le nombre d'heures de vol bouclées en vingt-trois ans d'activité, entre mai 1968 et mars 1990 : plus de 520 heures. Rares sont ceux qui, en tant que personnel non navigant de l'Armée de l'air, ont eu un tel palmarès.

La diversité des appareils est étonnante : Max Holste MH-1521 Broussard, Dassault MD-311 et 312 Flamant, Nord 262 D, Nord 2501 Noratlas, Aérospatiale MBB C-160 F Transall, Breguet 1050 Alizé, Lockheed T-33 " T-Bird " (A, S et SF), Alouette II et Alouette III, SA-341 F Gazelle, SA-321 G Super Frelon, SA-330 Puma, CM-170 Fouga Magister, Morane-Saulnier MS-760 Paris, Dassault Mystère XX, Dassault-Dornier Alphajet E, Dassault Mirage III B et III BE, Mirage F1 B, Sepecat Jaguar E, Socata TB-30 Epsilon, Embraer EMB-121 Xingu, Avro 696 Shackleton.



Lockheed T-33 familièrement appelé " T-Bird "

Dans cette liste, l'appareil préféré d'Eric est le monoréacteur d'entraînement Lockheed T-33 " T-Bird ", à la fois pour la machine et comme spot photo : sa grande verrière panoramique étant dépourvue de tout montant. Pendant treize années, il devient, selon le jargon des pilotes, un véritable " crevard " avec 99 missions pour 142 heures de vol, en partie pour le Service d'Information et de Relations Publique des Armées (Sirpa). En raison de sa spécialité de contrôleur, il a collectionné nombre de places arrière en enchânant presque tous les types de missions : voltige, formation serrée, vol de nuit, vol aux instruments, navigations de jour et de nuit, atterrissage guidé par radar (GCA pour Ground Control Approach) et même défilé aérien. De son siège, Éric a déployé tout son talent en prenant des milliers de photos d'avions portant les cocardes tricolores. Dans les années 1970, il était considéré par ses pairs comme le précurseur et le plus prolifique des photographes d'aéronefs en vol.



Dassault/Dornier Alphajet E (@ Eric Moreau)

Extrait de son carnet de vol : premier semestre 1986

Si, pour Eric, la décennie 1970 a été profondément marquée par le T-33 " T-Bird ", celle des années 1980 sera celle de son avion fétiche : le biréacteur Alphajet E sur lequel il a totalisé pas moins de 188 heures de vol en seulement huit années. Baptisé " Gadget ", en raison de sa petite taille par les pilotes et mécaniciens, l'Alphajet était également une excellente plateforme pour photographier. Malgré sa place arrière surélevée, le " chasseur d'images " avait deux contraintes à prendre en compte : la verrière en deux parties et une voilure haute et épaisse. A son bord, il a collectionné des missions aussi diverses que : assauts basse altitude avec tirs air-sol, interceptions en basse et en haute altitude, défilés aériens, etc.

En 2020, c'est la consécration avec la remise du diplôme de l'Aéroclub de France (AéCF) pour son ouvrage, co-écrit avec Cyril Defever et Michel Liebert, sur le *Mystère IVA en service dans l'armée de l'Air*, publié à compte d'auteur. Depuis ses origines, avec quelques périodes d'interruption, l'AéCF décerne des prix littéraires aux auteurs qui, dans l'année, ont publié un ouvrage à thème aéronautique.

Serviable, Eric n'hésitait pas à aider les passionnés moins experts que lui, puisant dans ses propres archives mais aussi pour apporter sa contribution à l'iconographie de nombre de livres sur l'aviation voire au profit de certains musées aéronautiques.

Tous les connaisseurs savent que c'était un historien pointu et un photographe exceptionnel, doué d'une mémoire encyclopédique.

Mirage III C - EC 2/10 " Seine " (@ Eric Moreau)



Eric s'est éteint le 1^{er} septembre 2022.

On perd un immense féru de l'histoire de l'armée de l'Air contemporaine, de ses matériels, de ses unités. Ses ouvrages monumentaux resteront pour nous rappeler son bon souvenir.

Jacques Daniel

Message d'un proche ami



Roi de la tour et de l'approche,
talentueux photographe à terre comme dans le ciel,
chercheur et historien au sérieux reconnu,
auteur primé,
vaillant éditeur à succès,
toujours prêt à guider dans les méandres du SHAA,
animé par une passion commune,
prêt au partage et à la collaboration.
C'est le maître écouté de mes débuts,
camarade de route et de bonne entente depuis l'autre siècle,
gaillard, parfois un peu ronchon, bougon et soupe au lait...
Néanmoins accueillant et ouvert, L'ami de tous les instants,
Eric, le très cher complice tel que nous le connaissons et l'apprécions,
un fidèle compère attaché au Bourgueil et à sa terre natale.
Premier parmi les premiers de mes amis,
fier d'avoir tissé des liens privilégiés avec lui et avec toi chère Joëlle.

Alain Crosnier



Mirage III C (@ Eric Moreau)

ETOPS historique et conditions

" d'Extended Twin Operations à Extended Operations "

L'inévitable corvée de remise des bagages au comptoir d'enregistrement est terminée. Passe d'accès à bord en mains, vous vous dirigez vers votre porte d'embarquement. Comme vous êtes prévoyants, il vous reste du temps pour contempler les immenses parkings. Surprise ! Plus ou presque, aucun des impressionnants quadrimoteurs qui les occupaient il y a encore quelques années. Ne reste que les rares et quelques peu atypiques Airbus A380. Partis les A340-300 ou A340-500/600 ! Absents les élégants Boeing 747 " Jumbo jet " ! Ils ont fait place aux " gros " bimoteurs Boeing 777, Airbus A330 ou A350. Avant d'aborder les raisons de ce phénomène, un peu d'histoire.

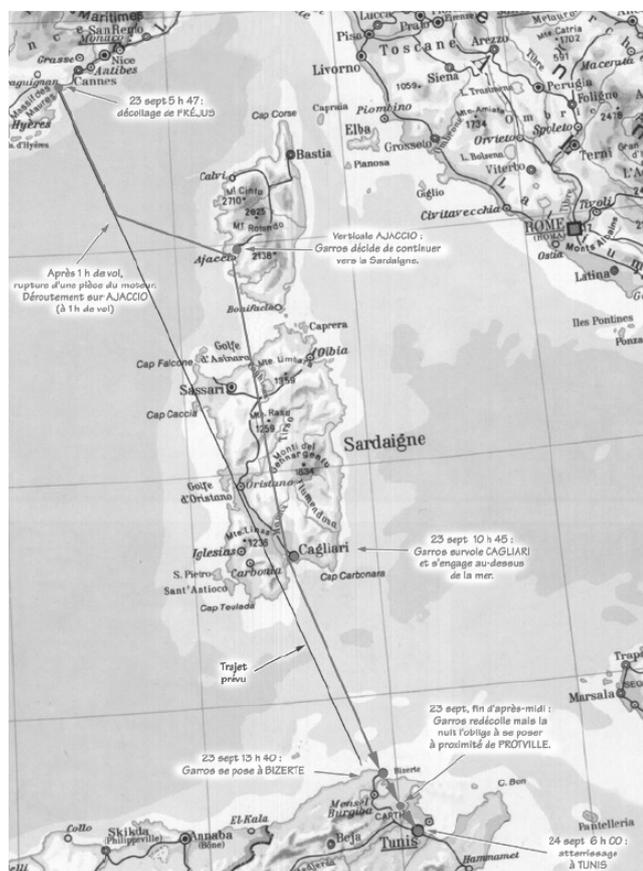
Traversées des mers et des océans (1909 – 1939)

Si le jour exact n'est pas connu avec exactitude, tout commence avec le premier vol " d'un plus lourd que l'air motorisé ". L'histoire a retenu que c'était le matin, glacial du 17 décembre 1903. Un certain capitaine S.J. Payne, responsable du poste d'observation côtier de Kill Devil Hill sur la côte Atlantique en Caroline du Nord, à l'aide de ses jumelles observe, le Kitty Hawk Flyer des frères Wilbur et Orville Wright effectuer un vol " au-dessus " de la plage. Le moteur est un quatre cylindres de leur conception de 12 chevaux. Les frères Wright auraient alternativement déjà volé, sans témoin, les jours précédents. Mais le vol du 17 décembre a un témoin oculaire, certainement très attentif car ce premier vol ne parcourt que 54 mètres en 12 secondes. Ils renouvelleront la tentative plusieurs fois dans la journée, dont un vol de 260 mètres en 59 secondes. Leur campagne d'essais s'arrête brutalement le même jour, après le quatrième vol. Un fort coup de vent endommage gravement leur Kitty Hawk Flyer alors qu'il est parqué.

Le 25 juillet 1909 décollant, seul à bord, du hameau des Baraques, près de Calais, croisant entre 80 et 100 mètres à l'altitude, à la vitesse moyenne de 60 kilomètres heure après avoir, longeant la côte anglaise, cherché un " trou " dans les falaises, qu'il ne peut franchir pour cause d'impossibilité à gagner plus d'altitude, Louis Blériot se pose près de Margate à North Foreland Meadow. Son avion est un monoplan, monomoteur Blériot XI à moteur tri-cylindres, refroidissement à air, Anzani de 25 chevaux. L'atterrissage est dur. L'avion et son hélice sont endommagés mais les 38 kilomètres qui séparent la France de la Grande-Bretagne sont franchis en 32 minutes. Louis Blériot est le premier aviateur à réussir une traversée océanique.

Nous ferons plusieurs remarques au sujet de ce vol historique. Le 13 juillet, Louis Blériot avait effectué un vol de 41 kilomètres en 45 minutes. Le constructeur du moteur, l'Italien Alessandro Anzani, est présent au moment du décollage pour assister le pilote. Le vol réussi de Louis Blériot faisait suite à deux échecs d'un même pilote, Hubert Latham, dont le premier, au tiers de la distance, à cause d'une panne du moteur. Le pilote indemne et son avion sont récupérés par un navire de la " Royale ". Louis Blériot empoche les 1000 Livres Sterling de la prime offerte par le Daily Mail récompensant le premier aviateur à avoir accompli cet exploit.

Quatre années plus tard, le 23 septembre 1913, autre traversée maritime remarquable : le premier franchissement de la mer Méditerranée. 780 kilomètres en 7 heures et 53 minutes réalisée par l'ingénieur et pilote Roland Garros entre Fréjus-Saint Raphaël, d'où il décolle à 5 heures 47, et Bizerte. L'avion est un monoplan Morane-Saulnier Type H, motorisé par un



prototype du moteur Gnome sept cylindres rotatif de 60 chevaux désigné " Sigma ". L'avion est lourd, 200 litres d'essence et 60 litres d'huile de ricin. Le vol n'est pas sans péripétie, le moteur subit deux pannes ! Quand il se pose à Bizerte à 11 heures 45, alors qu'il était attendu à Tunis, il ne reste que cinq litres d'essence ! La trajectoire avait longé les côtes de la Corse puis de la Sardaigne, prévues en cas de détournement.

Insuffisamment médiatisée la première traversée de l'Atlantique Nord, d'ouest en est sans escale, fut réalisée par un équipage à deux : le capitaine John Alcock, pilote au Royal Naval Air Service britannique et le lieutenant Arthur Whitten Brown navigateur du Royal Flying Corps. Ils avaient décollé de Terre-Neuve le 14 juin 1919, atterrissage dans le district du Connemara en Irlande, le 15 juin à 8 heures 40 après avoir parcouru 3 050 kilomètres en seize heures et vingt-huit minutes. Leur avion est un bombardier bimoteur biplan Vickers Vimy IV, à moteurs Rolls-Royce Eagle de 360 chevaux. Premier moteur d'avion construit par Rolls-Royce, l'Eagle est un douze cylindres en V, à refroidissement par liquide. Comme pour celui de Roland Garros, leur vol n'est certes pas sans difficulté, météo, brouillard, neige, glace, givrage des carburateurs. Brown effectuera plusieurs sorties sur l'aile pour dégivrer les prises d'air des carburateurs ! Comme pour Louis Blériot, l'avion posé dans une zone marécageuse est très endommagé. Tel que pour la traversée de la Manche, le Daily Mail avait offert une récompense de 10 000 Livres Sterling.



Hispano 12 Nb de 600 ch (@ DR)



Bellanca " Miss Veedol " (@ DR)

Huit ans plus tard, toujours d'ouest en est, les 20 et 21 mai 1927, en 33 heures et 30 minutes, l'Américain Charles Lindbergh, réalise à bord du monoplan monomoteur Ryan NYP (Pour New York - Paris) la première liaison entre New York et Paris sans escale. L'avion est un monomoteur, monoplan métallique Ryan M-2 " Experimental " baptisé " Spirit of Saint Louis ". Le moteur est l'excellent Wright Whirlwind, J-5C de 223 chevaux à neuf cylindres en étoile refroidis par air. Résultat de la méticulosité de la préparation de Charles Lindbergh, le vol, si on fait abstraction de la fatigue du pilote, est " sans histoire " l'atterrissage parfait sur l'aéroport du Bourget, après presque 6 000 kilomètres. Lindbergh empoche le prix de 25 000 dollars US, offert par le propriétaire d'hôtels Raymond Orteig au premier aviateur allié qui relierait, sans escale, dans un sens ou dans l'autre, New York et Paris. Terminons avec deux autres traversées océaniques, sans escale, réussies. Celle de Dieudonné Coste et de son navigateur Maurice Bellonte, qui franchissent l'Atlantique Nord, dans le sens Est Ouest. Après étude minutieuse de la météorologie, ils décollent le 1^{er} septembre 1930, à 9 heures 54 de l'aéroport du Bourget, se posant 37 heures plus tard sur le terrain de Curtiss Field à New-York. Techniquement le vol est sans problème mais, sans la vue du sol et une météo est peu coopérative, la navigation est difficile. Il aura fallu plus de trois ans pour vaincre l'Atlantique Nord dans les deux sens. Leur avion est le fiable Breguet XIX-TR, " Super Bidon " monomoteur largement modifié désigné " Le Point d'Interrogation ". Le moteur est le remarquable, peut-être le meilleur de son temps, Hispano 12 Nb de 600 chevaux, 12 cylindres V à refroidissement par liquide. Est-il utile de préciser, qu'avant ce très grand succès, Dieudonné Coste, associé à Joseph Le Brix, avaient, en utilisant un avion de conception très proche, accumulé, une cascade de records de distance dont le franchissement de l'Atlantique Sud.

Autre première traversée océanique significative sans escale : celle de l'océan Pacifique Nord, également peu médiatisée, entre le Japon et la côte ouest des États-Unis. Le 10 avril 1931, à bord d'un avion monoplan Bellanca Pacemaker d'Aircraft Corporation, baptisé " Miss Veedol " (en reconnaissance au fabricant d'huile Veedol, qui les assiste financièrement) Hugh Herndon, Jr. et Clyde Pangborn décollent depuis la plage de

Sabishiro Beach au Japon (cent kilomètres au sud de Yokohama). Ils se posent 41 heures et 34 minutes plus tard à Wenatchee dans l'état de Washington. Leur moteur était un Pratt & Whitney Wasp C radial de 450 chevaux. Vol homérique, il leur faut 915 litres d'essence, l'avion ne pouvant emporter que 650 kilogrammes de charge maximum, ils démontent la radio, les flotteurs d'urgence, les canots de sauvetage et imagine un système pour larguer le train d'atterrissage aussitôt après le décollage. En cours du vol, Pangborn s'endort, le moteur s'arrête. En catastrophe, au ras des flots, il se réveille et ouvre le robinet d'essence d'un des réservoirs. Dans la région de Vancouver, pour cause de brouillard, ils manquent de percuter le Mont Rainier... en suivant, l'arc Aléoutien, ils ont parcouru 7 200 kilomètres ! Encore pour cause de brouillard, ils dépassent leur terrain de destination à Seattle se posant 250 kilomètres plus à l'est dans un champ, où accourent 200 personnes seulement. Ils recevront malgré tout, le prix de 25 000 Dollars US offert par le journal Japonais Asahi Shimbun et le trophée Harmon dédié aux grands exploits aéronautiques. Ils avaient fait plus fort que Charles Lindbergh !

N'oublions pas, en respect de leur exploit, la première traversée de l'océan Pacifique Sud toutefois, avec escales, entre Oakland (Californie, région de San-Francisco) et Brisbane (Australie), via Honolulu aux îles Hawaii et à Suva dans les îles Fidji. La plus longue branche, entre Honolulu et les îles Fidji, est de plus de 5 000 kilomètres. L'équipage composé de deux Australiens Charles Kingsford Smith, pilote, et Charles Ulm, copilote, et de deux Américains Harry Lyon, navigateur et James Warner, radio. Ils avaient décollé d'Oakland, le 31 mai 1928 et rejoint Brisbane, le 9 juin 1928 en huit jours et 11 566 kilomètres parcourus. Leur avion, est un monoplane trimoteur Fokker F.VII B baptisé " Croix du Sud ". Les moteurs sont des Wright J-5 Whirlwind, identiques à celui de l'avion de Charles Lindbergh. Même aujourd'hui, les routes du Pacifique Sud restent très " challenging ".



Wright J-5 Whirlwind (@ DR)

Traversées océaniques (1940 – 1950)

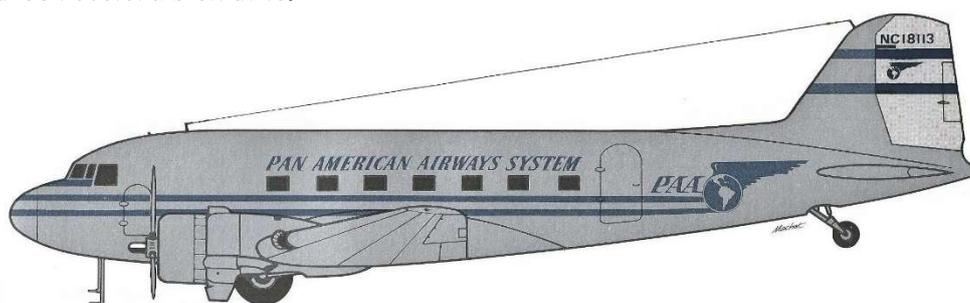
Il est remarquable d'observer, qu'abstractions faites des récompenses accordées après ces vols, toutes les remarques préfigurent, dès le vol de Louis Blériot, à presque cent ans de décalage, les conditions qui vont conduire à la réglementation émise en 2007...

Tous réalisés dix ans avant le début des années quarante, ces exploits ne sont en réalité pas véritablement exploités. Arrive la seconde guerre mondiale et les invraisemblables progrès, tous azimuts, qu'elle apporte au monde de l'aviation. Nouvelles technologiques qui participent au développement fantastique des moteurs en puissance et robustesse, naissance du réacteur, des instruments de bord, des moyens de communication et de navigation en route et aux aéroports, des radars tant au sol qu'embarqués, la découverte et la meilleure connaissance de phénomènes météorologiques jusque-là ignorés. Non moins important, l'exploitation des avions en équipage, avec la mise en place de procédures et l'expérience de centaine de milliers de survols océaniques.

Dès la fin de l'année 1930, les Britanniques, dans le plus grand secret, sont contraints d'acheter aux États-Unis et au Canada, des avions multimoteurs qu'il leur faut acheminer vers l'Europe. Sous la direction du général de brigade Don Bennett, est créée " l'Atlantic Ferry Organization ". Depuis Terre-Neuve elle ramène ces avions en Ecosse. Même si certains, en fait très peu, finissent leur voyage en Irlande, c'est un incontestable succès. Démontrant qu'avec une formation adéquate, des équipages peu expérimentés sont capables de traverser l'Atlantique Nord et de convoier, en flux réguliers, des milliers d'avions en Grande-Bretagne. Quelques années plus tard, c'est à ce même Don Bennett que le Bomber Command de la RAF confie la création de la " Pathfinder Force " dont la mission était, navigant avec précision, de guider les équipages des escadrons " conventionnels " vers les objectifs. Inutile de rappeler que le Bomber Command effectua des milliers de ces très longues missions, allers et retours, toujours de nuit, souvent dans des conditions météorologiques épouvantables au-dessus de la Mer du Nord et de la Baltique. C'est au cours d'une de ces missions sur Berlin que furent soupçonnés les fameux " Stream " Atlantiques. Conditions similaires pour le Coastal Command, dont les équipages, au-dessus des eaux de l'Atlantique ou de la Mer du Nord, chassaient jour et nuit, souvent très loin des côtes, sans repaire, pendant des heures, les navires de combat et les sous-marins de la Kriegsmarine.

Sur le front du Pacifique, aussitôt que possible, les États-Unis entreprennent de bombardier massivement le Japon. C'est le raid atypique et historique des seize bombardiers bimoteurs légers B-25 " Mitchell ", conduit par le général James Doolittle, décollant du porte-avions Hornet vers quatre villes japonaises, qui ouvre la séquence. La contribution du général Doolittle à la technologie des instruments de bord est importante. Il fut le premier pilote à avoir décollé, volé et atterri aux instruments. Ce raid est suivi de milliers d'autres, impliquant des centaines d'avions, principalement le quadrimoteur Boeing B-29 " Superfortress ". Premier avion incluant l'esquisse de toutes les technologies modernes. Les premiers raids, peu productifs, partent et retournent d'abord des Indes, puis de Chine. Pour les alimenter, des dizaines de milliers de vols logistiques au-dessus de l'est de la chaîne Himalayenne, " Over the Hump " essence, pièces de rechange, marchandises nécessaires à la vie des hommes s'imposent. Les avions utilisés sont principalement des bimoteurs Douglas DC-3/C-47, Curtiss C-46 ou le quadrimoteurs Douglas C-54, version militaire du DC-4.

Avec la reconquête des îles du Pacifique, le point d'appui des raids se déplace sur les Îles Mariannes, notamment l'Île de Guam, soit plus de cinq-mille kilomètres aller et retour ! Entièrement en survol Océanique dans des conditions météorologiques fréquemment difficiles. La reconquête de l'Île d'Iwo-Jima réduit la distance de moitié, mais le parcours reste océanique. Autre " challenge ", le convoi des avions entre les États-Unis et les Îles Mariannes. Les B-29, sortant de la chaîne d'assemblage, s'envolent vers leur destination finale, en équipage, de terrains dans la région de San-Francisco vers Hawaï, plus de quatre mille kilomètres ! (l'île de Wake reste aux mains des Japonais pour toute la durée de la guerre) avant le saut final vers Guam, six mille cinq-cents kilomètres. Si, à ce moment, les militaires ont d'autres considérations, ces milliers de vols, à longue distance, tant océaniques que continentaux, permettent d'accumuler une expérience inestimable qui se révélera bien utile.



Douglas DC-3 (@ DR)

Vers la réglementation ETOPS

Dès le début de l'aviation, les autorités s'inquiètent de la distance maximale, d'un terrain, à laquelle, un avion peut s'éloigner. Le premier organisme à légiférer, c'est en 1936, " l'Aeronautics Branch Bureau of the Air Commerce " ancêtre de la FAA (Federal Aviation Administration). Cette première règle impose " A tous les avions bimoteurs de ne pas s'éloigner, au cours de leur route, de plus de 100 nautiques miles (180 kilomètres) d'un terrain capable de permettre l'atterrissage et le décollage en sécurité ". On en reste là jusqu'en 1953, année où la FAA durcit la règle pour les bi et trimoteurs, imposant celle des 60 minutes de vol, sans vent en condition standard, à vitesse en monomoteur. Dans la pratique, cette règle, qui va durer jusque dans les années 70, ne vise en réalité que le seul Douglas DC-3. Cet avion est certes performant et robuste, surtout disponible en très grande quantité. Mais, considérant la fiabilité des moteurs, la FAA ne souhaite pas que des compagnies aériennes l'utilisent pour des traversées océaniques ou désertiques en concurrence avec les quadrimoteurs jugés plus sûrs. En 1963, toujours sur la base de la fiabilité des moteurs, les trimoteurs sont exemptés. Toutefois, des dispositions d'assouplissement à la règle apparaissent. Ainsi, en 1970, la FAA pour permettre l'utilisation des Boeing 737-100 et -200 et des Douglas DC-9 sur certaines routes, initialement exclusivement dans les Caraïbes, autorise ces avions bimoteurs à s'éloigner de soixante-quinze minutes d'un aéroport. C'est la première véritable dérogation accordée à des avions bimoteurs à réaction. En outre ces vols ne seront plus considérés ETOPS. La démarche d'approbation se fait dans le cadre de la Part CFR 121 (Règlementation US applicable à l'exploitation des avions de ligne) elle est validée après demande de l'opérateur, l'étude de la fiabilité des avions, de leurs moteurs (Pratt & Whitney JT8-D), des conditions prévalant dans la zone des opérations, des procédures et de l'efficacité de la maintenance de l'opérateur. On

observera que la dérogation est accordée : après confirmation que le besoin existe et à la demande spécifique de l'opérateur. Elle inclue l'analyse des conditions d'exploitation dans la zone considérée, les performances en termes de fiabilité de l'avion, de ses systèmes et de ses moteurs, tant au niveau de la flotte globale, que de celle l'utilisateur. Ce triptyque perdure encore aujourd'hui.

En l'absence de besoin, en réalité faute d'avion bimoteur suffisamment performant, la règle n'évolue pas. En effet, toutes les routes océaniques sont parcourues efficacement par des Boeing 707, des Douglas DC-8 voire le Convair 990 Coronado (tous quadrimoteurs) puis les Boeing 747, Lockheed L-1011 " TriStar " ou DC-10, quadri ou trimoteurs. Les Boeing 737-200, Douglas DC-9 et autres Sud Aviation " Caravelle ", tous conçus court-courriers, n'ont pas " le souffle " pour les grandes distances. Cela va changer ! Depuis l'Europe, à la fin des années 70, arrive un " Game changer " l'Airbus A300. Cet avion, premier bimoteur à fuselage large, est révolutionnaire. Capable de transporter, dans le typique arrangement trois classes, de 200 à 250 passagers, soit entre trente et cinquante pourcents de plus que le 707, jusqu'à de 4 700 à 6 500 kilomètres. Boeing réplique aussitôt avec le 767-200. Les moteurs utilisés, tant sur l'A300 que le 767, sont proches de ceux des Boeing 747 ou des Douglas DC-10. Ils ont en conséquence accumulé un nombre significatif d'heures de vol dans presque tous les cieux de la Terre. Les deux avions ont l'allonge nécessaire pour traverser l'Atlantique Nord, voire d'autres secteurs océaniques. Le moment est venu de faire évoluer la règle. En 1980 l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) crée un comité ETOPS, (Extended Twin Operations) chargé d'étudier la faisabilité de ces opérations et d'en définir la réglementation de façon à garantir le plus haut niveau de sécurité. En 1985, la FAA reconnaissant " Les capacités des nouveaux bimoteurs ", édite la fameuse circulaire AC-120, qui autorise, sous conditions, de déroger à la règle de 1953. Elle introduit les éloignements de 90 et 120 minutes. La DGAC, (l'EASA n'existe pas encore) validera cette initiative en 1987. Dès le 1^{er} février 1985, un Boeing 767-200 de la défunte TWA (Trans World Airlines), vol numéro 810, relie Boston à Paris en ETOPS 120 minutes. Ses moteurs sont des Pratt & Whitney JT9D-7R. C'est la première traversée de l'Atlantique Nord sous réglementation ETOPS en 120 minutes. Dans le cadre de la préparation à ce premier vol, seize pilotes avaient reçu, au simulateur de vol, une formation spécifique aux procédures ETOPS et réglementation internationale ainsi que de nombreuses simulations d'atterrissages sur l'aéroport de Sondrestromfjord (Groënland) lequel aurait éventuellement servi de terrain de déroutement. Onze observateurs de la FAA étaient à bord. La vérité impose de dire que depuis presque deux ans, El Al, Air Canada et la TWA qui opéraient le Boeing 767-200 sur cette route, selon la règle des 60 minutes, avaient dès la fin de 1983, obtenu une exemption qui les autorisaient à bénéficier des 75 minutes. Concomitamment, les 75 minutes sont accordées au 767-200 dans la zone Caraïbes. Toutefois, selon les règles de l'OACI, quelques opérateurs d'Airbus A300 utilisaient déjà cet avion pour des survols océaniques au-delà de la limite FAA de 60 minutes. Dans les mêmes conditions, le 767-200 avait consommé, à l'heure de vol, environ 3200 kilos de kérosène de moins que le Lockheed L-1011 " Tristar " cheval de trait de la TWA... Le 767-200, qui n'était pas conçu pour des vols ETOPS, avait dû faire l'objet d'un certain nombre de modifications techniques. TWA décide aussitôt de l'investissement nécessaire pour adapter la totalité de sa flotte de 767-200 aux opérations ETOPS.



Boeing 737-400 (@ DR)

Ces opérations se développant sans difficulté, en 1988, la circulaire AC-120 est amendée, toujours pour l'Atlantique Nord, autorisant les opérations jusqu'à 180 minutes, et en 1994 pour la France. Dans le cadre d'une politique " des petits pas ", en mars 1990, un Airbus A310, de la PANAM, équipé de moteurs Pratt & Whitney PW4000, est le premier avion dont les moteurs, à régulation électronique FADEC (Full Authority Digital Engine Control), à obtenir l'approbation ETOPS. En 1991, c'est l'Airbus A320, et ses moteur CFMI

Au niveau des systèmes de l'avion est introduite la notion de systèmes " significatifs ". Ainsi, les systèmes avion sont divisés en deux groupes. Le groupe " un ", directement lié au nombre de moteurs. Il inclut les moteurs proprement dit et l'inverseur de poussée, les systèmes hydraulique, carburant, pneumatique, les circuits électriques, la détection incendie, la turbine de puissance auxiliaire (APU), le générateur de secours.

Le groupe " un " doit faire l'objet d'une étude analytique détaillée visant à caractériser les conséquences de pannes, de pannes multiples voire croisées. Tel que l'arrêt d'un moteur en vol, la perte d'indication ou de contrôle de la commande de puissance d'un moteur, sur la pérennité du vol. Essentiellement, la consommation carburant, l'altitude de rétablissement en mono moteur, donc les réserves de carburant à disposer, le conditionnement de cabine, l'antigivrage etc...

Le groupe " deux " n'est pas lié au nombre de moteurs. Il s'applique au fonctionnement des systèmes critiques pour la continuité et la sécurité du vol en mode dégradé, notamment l'exécution d'un déroutement en toute sécurité. Typiquement, les systèmes de communication et de navigation, le refroidissement des équipements, en particulier les écrans du cockpit, la quantité oxygène disponible, tant pour les passagers que pour l'équipage. Conditions qui pourraient rendre la charge de travail de l'équipage excessive ou nécessitant une attention trop importante, telle que la gestion manuelle du transfert du carburant, le contrôle de la température en cabine ou imposant des efforts physiques excessifs pour le contrôle des commandes de vol, voire inconfortables comme des températures extrêmes en cabine.

Avec la notion de systèmes " significatifs " est également considérée celle du système le plus limitatif. Pour surprenant que cela puisse paraître, à ce moment, le système le plus limitatif est le dispositif d'extinction d'un éventuel incendie en soute cargo. En-deçà de 180 minutes, le temps de déroutement ne doit pas excéder la durée maximale d'efficacité du système en cause moins 15 minutes. Au-delà de 180 minutes, la durée du temps de déroutement relative aux limites de l'effectivité du système le plus limitatif, est calculée, pour le système d'extinction sur la base de la vitesse tous moteurs opérationnels. Pour les autres systèmes, sur la base de la vitesse de croisière, un des moteurs non fonctionnel, corrigée du vent et de la température.

Les nouveaux textes définissent les règles de maintenance à appliquer aux équipements identiques d'un même système " significatif " aux bi et multi moteurs pendant les phases d'entretien programmés ou de dépannage. Pour les bimoteurs, les interventions simultanées sur ces équipements sont, en principe, proscrites.

L'industrie aéronautique doit à la réglementation ETOPS le perfectionnement des logiciels de suivi des performances, tant des avions que des moteurs. Tendances des marges de la température d'échappement, du régime de rotation du rotor du générateur de gaz, au décollage ou à la puissance maximum en croisière, consommation d'huile des réacteurs ou de la turbine auxiliaire de puissance ou APU (qui pourraient potentiellement devenir des systèmes limitatifs) et du carburant...

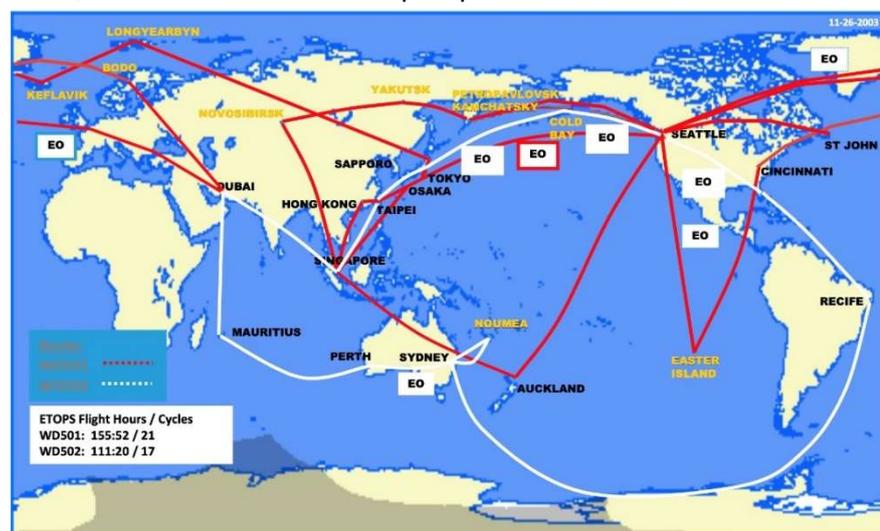


Boeing 767-200 de la TWA (@ TWA)

Dans le cadre de la nouvelle réglementation, l'extension au-delà de 240 minutes est accordée au cas par cas. C'est Air New Zealand qui obtient, pour ses Boeing 777-200 ER (moteurs Rolls Royce Trent 800), la première autorisation à 330 minutes. Autorisant la liaison directe entre Auckland et Buenos Aires. La compagnie LATAM obtient la même mesure pour ses Boeing 787 " Dreamliner ", lui permettant de relier Santiago du Chili à Sydney. L'Airbus A350 (moteurs Royce Trent XWB) quant à lui, est autorisé à pratiquer l'ETOPS 370 min. C'est le premier avion à obtenir un temps de déroutement supérieur à 180 minutes avant son entrée en service.

Les termes de la nouvelle règle sont synthétisés dans un document désigné CMP (Configuration Maintenance and Procedures) approuvé et contrôlé par l'autorité de certification, dont les révisions s'effectuent selon le principe de l'AD (Airworthiness Directive). Il liste les exigences minimales, pour un couple avion-moteur particulier. Typiquement, le CMP inclus, pour les opérations en réglementation ETOPS : la configuration avion, moteurs, turbine auxiliaire de puissance, les règles de maintenance publiées dans le document du MRBR (Maintenance Review Board Report), les procédures d'opérations, listées dans l'AFM (Airplane Flight Manual) et FCOM (Flight Crew Operations Manual). Les limites de remise en œuvre pour l'ETOPS, déjà mentionnées dans la MMEL (Master Minimum Equipment List). Le CMP est conçu pour pouvoir évoluer, en fonction de l'expérience, même dans l'urgence. Les opérateurs doivent évidemment s'y conformer.

La carte jointe montre les routes parcourues pendant la campagne d'essais en vols destinées à valider l'ETOPS 180 minutes dès l'entrée en service du Boeing 777-300 ER. Votre rédacteur, au titre d'ingénieur motoriste d'essais, participa à la totalité des vols du WD501 (routes en rouge). Presque toutes incluaient une longue phase en monomoteur et en modes dégradés. Le plus souvent sur un seul des deux alternateur secours, sans utilisation de la turbine auxiliaire de puissance (APU) et sur un seul système pneumatique de conditionnement d'air de la cabine. Ce long périple permettait, simultanément, de valider un certain nombre d'aéroports pouvant supporter d'éventuels déroutements atypiques : Novossibirsk, Iakutsk, Petropavlovsk, Longyearbyen. L'aéroport de l'île de Pâques n'est pas à proprement parler un aéroport de déroutement. Mais en raison de son isolement, c'est l'aéroport le plus éloigné de tout autres au monde, permettant de donner un éclairage positif aux opérations en réglementation ETOPS. Celui de Longyearbyen, qui pourrait être utilisé en déroutement sur les routes du Pôle Nord, est le plus septentrional de la planète Terre. Le WD502 (routes en blanc), au cours du vol Recife Sydney, 18 heures et 25 minutes, survola la région Antarctique.



Routes parcourues pendant la campagne d'essais en vols pour valider l'ETOPS 180 minutes à l'entrée en service du Boeing 777-300 ER (Extended Range)

J'ai bien conscience de n'avoir abordé ici que la surface d'un sujet complexe, particulièrement évolutif, mais surtout sous-jacent depuis ce fameux matin glacial du 17 décembre 1903, il y presque cent-vingt ans. Nul doute, qu'évidemment, d'autres évolutions suivront. Retenons toutefois, que dès 1991, soit six ans seulement après la première traversée en 120 minutes, le nombre de passagers traversant l'Atlantique Nord à bord du seul Boeing 767 avait dépassé celui de ceux qui traversaient en tri ou quadrimoteurs. En 2000, plus de 50 % des vols transatlantiques était le fait du seul Boeing 767 ! J'ai notamment évité de verser dans la polémique, maintenant vaine, d'un programme qui pour être un véritable succès revient de loin.

N'oublions pas les propos de Lyn Helms, (Ancien administrateur de la FAA) qui déclarait : " Il fera très froid en enfer le matin où je laisserai des twins effectuer de longues distances au-dessus des océans ! " Voire le sarcasme des contrôleurs Irlandais, le 1^{er} février 1985, en accueillant le premier vol en ETOPS 120 minutes du Boeing 767-200 de la TWA qui avaient demandé " Si tous les moteurs tournaient toujours ! "

Concluons en s'interrogeant sur le fait que rares sont ceux qui font remarquer que tous les premiers " grands vols " furent effectués en mono moteur ! En 2003, au Museum of Flight de Seattle, à l'occasion des célébrations du centenaire du premier vol d'un plus lourd que l'air motorisé, un intervenant avait fait remarquer que la longueur du premier vol, 54 mètres, était inférieure à celle de l'envergure du Boeing 777-200, 64,8 mètres !

Une mission d'assaut classique en Mirage III E

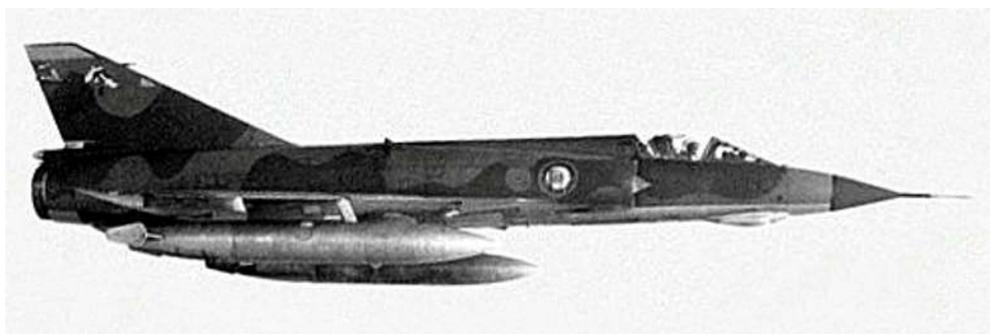
Chasseur-bombardier de formation, 80 % de mon activité s'est déroulée dans les basses couches, dont, sur Mirage III E, la moitié carte en main, les yeux sur le trait, le cap, la montre, et droit devant, sur les côtés et dans les rétros. Comme un caméléon, quoi... Mais ça, c'était, si on peut dire, facile.

Quand le ciel est bleu, ou le plafond suffisamment haut pour ne pas boucher l'horizon, c'est presque de la promenade. Les repères sont identifiés au loin, on les voit venir. On détecte et corrige la moindre dérive, on contrôle le timing - +/-10 kts par-ci par-là par petits coups de gaz - on s'aligne sur les repères évidents au loin, c'est un réel plaisir.

En dispositif, les autres patrouilles d'accompagnement suivent sagement, les équipiers surveillent le ciel, il n'y a qu'à vérifier dans les rétroviseurs qu'ils sont en place, les rappeler à l'ordre au besoin. Au point tournant, la patrouille extérieure anticipe déjà son virage pour croiser au-dessus, preuve que son leader suit bien la navigation, la patrouille intérieure croise en-dessous et tout le monde se retrouve en place au cap suivant. On est entre pros, chacun agit comme appris depuis des générations de chasseurs. Les jeunes équipiers dans chaque patrouille observent et s'imprègnent des techniques et méthodes éprouvées, déjà conscients de leurs futures responsabilités au gré de leur progression.

C'est une vraie satisfaction quand ça se déroule comme dans le livre, de voir la parfaite cohésion, signe d'efficacité, qui règne dans le dispositif. Mais ça, me direz-vous, quel que soit l'avion, c'est la même technique. Que ce soit Mystère IV, F-100, F-84F, Jaguar, Ouragan ou Vampire pour les très anciens... rien ou presque n'a changé. Pour la technique du vol en formation, l'organisation des patrouilles, le sacro-saint " Règlement de Chasse " (est-il toujours en vigueur de nos jours ?) s'imposait.

Quant à la navigation à vue, elle reste la navigation à vue : le cap, la montre, un bon trait sur la carte, il n'y a rien de tel... Le Mirage III E avait cependant un avantage sur les autres : son calculateur de navigation. On en a vu certains lui faisant une confiance absolue dériver lentement mais sûrement de leur route... Erreur grossière de débutant.



Mirage III E - EC 1/3 " Navarre " configuré avec deux réservoirs pendulaires de 1 300 litres (@ Lcl Copponnex)

La technologie de l'époque n'était pas parfaite et si la précision théorique pouvait amener l'avion dans un rayon de l'ordre du kilomètre de son objectif, il était nécessaire de vérifier régulièrement et recalibrer le système au besoin. Mais la direction et distance de ses objectifs présentées au pilote étaient une aide fort appréciable.

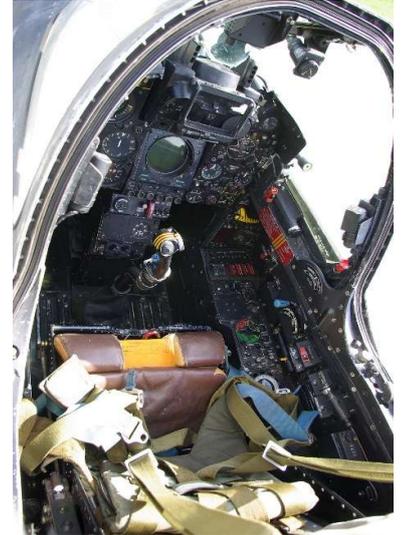
Si la préparation de mission était bien faite, les contournements impromptus de grains, les détournements éventuels en cas de panne ou d'aggravation météo en étaient grandement facilités. Les calculs mentaux de temps et carburant étaient plus rapides et précis, ce qui, avec ces engins ayant une fâcheuse tendance à consommer rapidement le peu de pétrole dont ils disposaient, était rassurant. Les cieux sont favorables, les pilotes détendus, vigilants tout de même, car un incident peut arriver à tout moment, chaque aviateur sait cela dès le premier apprentissage.

On en arriverait même à penser que cette belle Armée de l'air est un magnifique aéroclub de luxe... C'est que la période était à la Guerre Froide, autrement dit à un temps de paix stabilisé. Nous savions bien que des escadres montaient l'alerte, que de savants plans d'action étaient élaborés tournés vers le grand est, que la DA veillait avec ses avions armés BdG (munitions bonnes de guerre) pour surveiller et protéger notre espace aérien, que les FAS assuraient une garde préventive permanente, cela n'atténuait en rien le plaisir de

voler et de bien voler en améliorant autant que faire se peut nos techniques pour une meilleure efficacité au cas où...

Pour amener un peu de piment aux missions d'entraînement, celles-ci se pratiquaient avec un cadre tactique voulant simuler une situation de conflit, avec une zone amie, et une zone ennemie au-delà des " lignes ". Celles-ci étaient définies parfois pour toute l'escadre, le contexte des missions étant identique pour l'ensemble des missions : zones de défense Sol/Air, bases aériennes et types d'avions stationnés, objectifs potentiels etc... Ainsi, toute zone règlementée, toute agglomération relativement importante, tout terrain d'aéroclub, tout aérodrome étaient censés être défendus (DCA ou missiles Sol/Air) ou abriter des unités aériennes hostiles, donc à éviter autant que possible.

Notre beau dispositif constitué de 3 patrouilles simples en formation défensive, poursuit sa progression à 500'/sol 420 kts, vitesse normale habituelle du temps de paix sur le territoire national pour naviguer en BA. Il s'agit, comme souvent dans le domaine aéronautique d'un compromis pour obtenir un bon rayon d'action en fonction de la consommation carburant, pour limiter, si possible, les nuisances sonores aux populations laborieuses, et, ce qui n'est pas négligeable, avoir un agréable confort de pilotage, l'avion étant au cœur du bon domaine de vol. De plus, pour les calculs rapides 420 kts, c'est 7 NM/minute. Pour donner une idée aux non-initiés, cela correspond à un petit poil près, à 210 mètres/seconde. Nous sommes toujours en zone amie, mais le trafic radio est réduit au minimum, il peut y avoir des écoutes et la discrétion est de mise. Chaque pilote vérifie périodiquement l'état de sa machine et ne rend compte qu'en cas de problème éventuel, charge à son leader de prendre la décision qui s'impose. En particulier en cas de consommation excessive de pétrole ou d'anomalie de transfert. A l'approche des lignes, le chef du dispositif ordonne l'accélération et chacun avance la manette pour atteindre les 450 kts, maximum autorisé en temps de paix. Dans la réalité, les 420 kts auraient été 450, les 450 en 500 kts, voire plus et les 500' règlementaires auraient bien diminué. C'est bien connu, plus l'avion va vite et bas, moins il est vulnérable, mais malheureusement, plus il consomme. C'est bien là le problème de nos brillants Mirage III, ils avaient les pattes un peu courtes, surtout avec les charges sous les plumes, les 5F un peu moins, mais quand même...



Donc, accélération, 450 kts stabilisés, nous fonçons vers l'objectif en évitant les zones signalées comme dangereuses. Les équipiers ont la tête montée sur roulement à billes, ils ont la charge de détecter et signaler tout objet volant, ennemi potentiel proche ou à la limite de l'horizon. Les leaders peaufinent la navigation car il va bientôt y avoir la séparation des patrouilles pour des approches séparées sur l'objectif.

La 33 ER (*) dans sa grande mansuétude, avait fourni de magnifiques photos renseignées de l'objectif, une base aérienne, de sorte que le leader n'a eu aucun mal à définir les différents objectifs secondaires à désigner à ses patrouilles d'accompagnement. Celles-ci traiteront à la roquette les sites de défense situés aux abords de la base, la patrouille lead se chargeant des installations techniques et tour de contrôle à la bombe de 400 kg freinée. Les avions d'accompagnement sont équipés chacun (fictivement, bien sûr) de deux LAU32 aux points externes de voilure avec 7 roquettes de 2.75" par lance-roquettes, la patrouille guide de deux bombes de 400 kg freinées par avion, le total équipé (réellement) de deux bidons de 1300 l sous voilure, ce qui donne une autonomie de l'ordre de 1H15/1H20 environ, environ 240 MN de rayon d'action en BA. Il faudra donc un léger décalage dans le temps pour neutraliser l'artillerie à la roquette avant le passage en vol rasant des bombardiers.

Les trajectoires sont choisies pour attaquer suivant les axes préférentiels, les timings ajustés avec précision. Chacun a tracé soigneusement les axes d'attaque sur sa carte au 100 000°, les caps de dégagement et le rassemblement ultérieur. Suit un briefing rigoureux précisant le rôle des participants, les consignes de sécurité. Les montres sont réglées et rendez- vous est donné sur la fréquence pour la mise en route.

Mission bien préparée est à moitié réussie disait-on. Il est vrai que lorsque tout ce qui est prévisible a été étudié, ne reste donc que l'imprévu à gérer, ce qui n'est pas rien, car l'imprévu n'est guère prévisible n'est-ce pas ?

Au franc battement d'ailes, signal de séparation des patrouilles, les deux PS droite et gauche ouvrent à droite. Elles attaqueront par un cabré gauche. J'ouvre moi-même à gauche pour revenir ensuite par la droite sur le run en TBA à 60° du cap d'attaque des premiers assaillants avec un retard de 20 secondes, l'effet de surprise devrait être total.

Une minute d'éloignement, franc virage à droite, objectif droit devant. A 30" du largage mes équipiers se sont placés en ligne à droite et à gauche. J'aperçois sur ma droite mes patrouilles au cabré, elles renversent et parallèlement simulent la passe de tir roquettes.

Stabilisés face à nos objectifs respectifs, nous peaufinons nos visées et dégageons dans l'axe après le tir fictif.

Les deux patrouilles précédentes ont déjà entamé un virage à droite, j'enchaîne pour rassembler à l'intérieur, ils annoncent le visuel et nous poursuivons au cap retour. Chacun reprend sa place et toujours à grande vitesse, nous rejoignons nos lignes. Tout était bien préparé et minuté, pas d'anicroche, chacun connaissait parfaitement son rôle, tout s'est déroulé comme prévu.

Au débriefing, la restitution des films des cinémitrailleuses, confirmera ou non, la réussite de la mission pour chacun des membres du dispositif. Même si le déroulement d'une mission est nominal, seuls les résultats des tirs comptent pour affirmer qu'elle est réussie ou non.

Nous ne sommes effectivement pas dans un "aéroclub de luxe", et notre but est bien de délivrer l'armement sur les objectifs assignés, et de les neutraliser pour ne pas dire les détruire !

Cette belle mission imaginaire, quoi que... s'est déroulée dans des conditions particulièrement favorables. Le III E comme chacun sait maintenant avait d'autres capacités, poursuivre sa mission à basse altitude en IMC (pour les néophytes : dans les nuages et sans vue du sol). L'idée initiale n'était pas d'effectuer une mission intégralement en IMC, mais de permettre sur son itinéraire, la traversée d'une zone de très mauvaise météo telle qu'un front sans se détourner de sa route. Au calculateur de navigation traitant les informations des centrales anémo et gyro et du radar Doppler, s'ajoutaient les possibilités Air/Sol de son radar Cyrano 2 avec ses fonctions de visualisation, découpe, anticollision et percée, rendant l'avion totalement autonome pour toute percée ou traversée de zones nuageuses interdisant la navigation à vue.

Si les missions dites de pénétration pour neutraliser les radars adverses avec l'AS37 Martel ou pour délivrer l'arme nucléaire tactique AN52 étaient devenues essentielles et prépondérantes, les capacités du III E pouvaient très bien être utilisées pour des missions d'assaut dites classiques à la condition que les objectifs puissent être traités à vue malgré une météo en partie défavorable sur l'itinéraire.

Imaginons maintenant qu'un front actif barre la route des avions. Plusieurs options s'offrent au leader : faire 1/2 tour, tenter de contourner l'obstacle, passer au travers.

En entraînement du temps de paix, et pour respecter les règlements de sécurité et de circulation aérienne en vigueur, seuls les deux premiers choix sont permis annulant ou compromettant la réussite de la mission. Mais, dans des conditions très particulières d'exercice où l'espace est réservé sans risque de rencontrer des intrus et où le strict respect de l'itinéraire et des horaires est imposé, comme dans un plan de frappe réel, la troisième option sera évidente. Dans la préparation de mission, les leaders tiennent compte de cette éventualité. En particulier dans un secteur avec relief accentué, les altitudes de sécurité sont précisément calculées dans le couloir où évoluera la formation, et les consignes à tenir par tous les leaders et équipiers précisées lors du briefing, si bien que si l'évènement se présente, la mission pourra se poursuivre presque normalement.

Nous revoici donc sur la route aller, face au fameux secteur critique. Le terrain commence à monter quand le plafond semble au contraire descendre. Le ciel s'assombrit, la visibilité diminue, le vol à vue semble bien être compromis. D'eux-mêmes, les leaders des patrouilles extérieures se laissent doucement glisser vers l'arrière pour garder un bon visuel sur l'ensemble du dispositif. Radio sonde branchée, les radars des leaders passent de la veille à la fonction anticollision pour mieux appréhender le relief à l'avant. Le plafond devient rapidement limite, il va falloir monter dans la couche.

Sur un rapide battement d'aile des leaders, les équipiers se mettent en PS et les patrouilles simples prennent la formation finger. Ordre est donné de passer en colonne de patrouilles, vitesse stabilisée 420 kts et nous montons en IMC à l'altitude de sécurité calculée lors de la préparation. Le calculateur de navigation est alors d'un grand secours donnant les distances nous séparant du prochain point, distances correspondant

aux altitudes que nous devons respecter. Montées et descentes à 1000'/minutes, à vitesse constante pour que chaque patrouille garde le même espacement, de l'ordre de 15 secondes.



Mirage III E avec un missile air-sol AS37 Martel et un missile air-air R530 (Coll. MJC via 4^{ème} EC)

Lorsque le relief est passé, le radar en fonction percée, plan de garde à -750', la descente est entamée prudemment. Le scope se charge au-delà des 5 NM, on arrondit doucement puis on remonte le plan de garde à -500', on efface les échos sur le scope en attendant de voir le sol. Le terrain est normalement légèrement vallonné. Le gros du front est maintenant passé, le sol apparait à travers quelques barbules, le plafond remonte légèrement, c'est gagné ! Nous sommes passés. J'annonce mon altitude et attends l'annonce du visuel de mes patrouilles. Les radars repassent en veille pour la discrétion.

Sur un signal de la main, les équipiers repassent en formation offensive. Pour faciliter la mise en place des deux autres patrouilles je réduis un peu les gaz jusqu'à les voir en place de chaque côté, je reprends la bonne vitesse et nous continuons comme si de rien n'était. Le III E a permis de passer sans encombre avec la sécurité souhaitée.

L'objectif sera traité normalement, nous avons respecté le timing à un poil près sans dévier de la route. Pour le retour, si nécessaire, nous referons une manip identique, à moins que ce soit dans nos lignes auquel cas nous contacterons le contrôle pour un retour en altitude.

(*) Escadre de Reconnaissance.

Genèse du Dassault Mirage IV A de la Force de Frappe pilotée Française

Albert Grenier aborde le développement, l'histoire du bombardier nucléaire stratégique Mirage IV A utilisé par l'Armée de l'Air et la genèse de la Force de Frappe Française dont un exemplaire, a été offert par la France au Yorkshire Air Museum (YAM).

Le 30 Mars 2017, un bombardier supersonique Mirage IV A (numéro de série 45 - F-THBR) a été offert au Yorkshire Air Museum & Allied Air Forces Memorial d'Elvington. Situé dans le North Yorkshire à Elvington, le site abritait pendant la seconde guerre mondiale une base aérienne de 2300 personnes d'où opérèrent deux escadrons de bombardiers lourds des FAFL (Forces Aériennes Françaises Libres), a une longue tradition avec l'Armée de l'Air Française.

La Force de frappe Française

De 1964, jusqu'à son retrait du service en 1996, le Dassault Mirage IV A fut le premier segment de ce qui allait devenir la triade de la force Française nucléaire de dissuasion. Cet avion historique s'inscrit au préambule de la technologie nucléaire et au développement de la " Force de frappe ".

Si vous demandez à un citoyen Français " Qui a décidé d'ajouter un volet nucléaire aux moyens de défense Français ? " Sans l'ombre d'un doute, il vous sera répondu " Le Général de Gaulle bien sûr ! " Toutefois, ceci n'est pas tout à fait exact. De fait, en octobre 1945, le Général de Gaulle, de retour d'une visite au Président Harry Truman aux USA, particulièrement impressionné par " L'intense activité et l'optimisme " qu'il observa, décida de créer le CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) dont la mission fut de développer des technologies nucléaires, tant civiles que militaires.



Avant d'être offert au Yorkshire Air Museum & Allied Air Forces Memorial d'Elvington (YAM), le Mirage IV A (F-THBR) numéro de série 45 était en exposition au Musée de la Cité des Sciences de Paris. (@ DR)

La France ne partait pas d'une feuille blanche. Grâce à des scientifiques tels qu'Henri Becquerel, Pierre et Marie Curie le pays avait déjà une longue expérience en matière de sciences nucléaires. En 1903, le trio avait obtenu le Prix Nobel de physique. En 1911, Marie Curie, seule, recevait le prix Nobel de chimie pour ses travaux sur le polonium et le radium. Ces résultats étaient tels qu'en 1940, si la France n'avait pas été vaincue aussi rapidement, il lui aurait été possible de développer une bombe atomique pendant la guerre.

La déconvenue de Suez

Au départ, à un rythme plutôt lent, le nouveau CEA commence ses travaux. Mais une accélération va se produire. En octobre 1956, dans le cadre du très secret accord de Sèvres, la France et la Grande Bretagne s'associant à Israël, décident de reprendre le contrôle des berges du canal de Suez. Si d'un point de vue militaire, l'entreprise est un succès évident l'expédition se conclue par une humiliation frustrante pour les deux puissances européennes. L'URSS, trop heureuse de masquer sa concomitante répression de l'insurrection de Budapest, menace d'utiliser l'arme atomique contre les deux nations Européennes. Manquant du support des États-Unis, voire de la ferme opposition du Président Eisenhower, la France et la Grande Bretagne n'ont d'autre option que d'arrêter leurs opérations militaires et de se retirer complètement des

berges du canal. La France comprend alors que, si elle veut rester une puissance majeure, sa seule alternative est de disposer d'un armement nucléaire en propre.



Le fuselage du Mirage IVA préservé est déchargé à Elvington (YAM)



Première Bombe A française : Arme nucléaire AN-11 à gravité (Tzar/Wikipedia)

La décision étant prise de construire un armement nucléaire, une nouvelle organisation est créée, la DAM, (Direction des Applications Militaires) puis intégrée au CEA. Toutefois, à ce moment, la France, emberlificotée dans la crise Algérienne, incapable de maintenir une majorité stable, permettant des gouvernements durables, rien de significatif ne se matérialise. Le Général de Gaulle est élu à la Présidence de la République en décembre 1958, prenant ses fonctions en janvier 1959. Un an plus tard, le 7 février 1960, la première bombe A Française, une arme à fission de 70 KT est détonnée à Reggane dans le Sahara Algérien.

En mars de la même année, les directives sont émises de façon à pouvoir constituer une triade. Elle s'appuiera sur un vecteur piloté sous la forme d'un avion capable de Mach 2 continu, associé à une bombe à gravité et à fission, de 60 KT, de missiles balistiques basés au sol (SSBS) et d'une force de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (MSBS).

Le Général de Gaulle ordonne que le premier segment de la triade soit déclaré opérationnel, au plus tard à la fin de 1964. Dès la mise en place du concept, il était entendu que les chances de survie d'un vecteur piloté pénétrant profondément, même à grande vitesse, dans la partie Européenne de l'URSS étaient très réduites. En conséquence, le vecteur piloté n'était considéré que comme une étape intermédiaire indispensable en l'attente que des technologies françaises fussent disponibles pour la mise en place de missiles intercontinentaux, plus performants. Le premier escadron, Groupement des Missiles Stratégiques (GMS), est déclaré opérationnel en août 1971. En décembre de la même année, le premier sous-marin nucléaire lanceur d'engins " Le Redoutable " avec ses 16 missiles intercontinentaux capables d'emmener une tête unique, arme à fission " boostée ", de 500 KT commence sa première croisière opérationnelle.

L'avion de revanche

Au début des années cinquante, bien qu'aucune décision formelle de développer une force nucléaire ne fût prise, dans le plus grand secret, des études étaient conduites pour construire un intercepteur discrètement désigné " Avion de revanche ". De façon à préserver le plus grand secret, malgré l'incompréhension des bureaux d'études, les services du Ministère de la Défense, ne cessaient de changer les spécifications. Ces incessantes altérations demandaient que le rayon d'action soit agrandi, la charge utile augmentée, ajouté à des moyens de navigation plus performants. Évoluant, indiscutablement vers celles d'un bombardier moyen supersonique. Finalement, ces " spécifications intermédiaires " requerraient un avion capable de transporter, sans ravitaillement en vol, une charge de 1 500 kilogrammes à 1 500 kilomètres. La moitié de la distance devant être parcourue à une vitesse supérieure à Mach 1,7.



Le Mirage IV A dérive des Mirage I et III (@ Armée de l'air)

Il y eut deux candidats : Le Sud-Ouest Aviation SO-4060 " Super Vautour " et le Dassault Mirage I/III. La GAMD ou Générale Aéronautique Marcel Dassault, telle que connue à l'époque, remporte le contrat avec un avion bimoteur de 30 tonnes de poids maximum au décollage désigné Mirage IV-01. En réalité, c'est un dérivé bimoteur du Mirage III propulsé par deux Snecma ATAR 9B, simple flux avec post combustion, moteur très bien adapté aux vitesses supersoniques. Technologiquement inférieur, le SO-4060 " Super Vautour ", est abandonné. Il ne volera jamais.

La spécification SASP (Système d'Arme Stratégique Piloté) est finalisée en 1959. Elle impose un avion capable d'un rayon d'action de 3000 kilomètres, de Mach 2 et d'une charge utile de 1 500 kilogrammes. Les autres spécifications ne sont pas modifiées.

Initialement, la GAMD propose le Mirage IV B de 57 tonnes au décollage. Toutefois, l'industrie française, étant incapable de fournir un moteur suffisamment puissant. Le moteur Snecma le plus puissant de ce moment, l'ATAR 9B développe 4,25 kN (Sec) / 6,0 kN (avec post combustion), le IV B devra utiliser des moteurs Américains Pratt & Whitney J75. La variante J75-P-19W utilisée par le chasseur bombardier Republic F-105 " Thunderchief " est tarée à 6,37 kN (Sec) / 10,9 kN (avec post combustion). Ce programme, hautement stratégique, ne pouvant se satisfaire de technologies US, l'option Mirage IV B est éliminée. Ceci étant, l'aspect financier ne peut être occulté.

Les Mirage IVA arrivent dans les escadrons



Un Mirage IV A au décollage, assisté de fusées JATO
(© Armée de l'Air)

Le premier Mirage IV n° 01 prend son envol le 17 Juin 1959 depuis le centre d'essais en vol de Melun-Villaroche aux mains de Roland Glavany. Il vole si bien que le 20 juin, à son troisième vol, il exécute un passage en basse altitude au-dessus des spectateurs du salon de l'aéronautique du Bourget qui se tenait cette année-là. Mach 1,4 est atteint au 14^{ème} vol avec deux records du monde à suivre. En septembre 1960, les 1 000 kilomètres en circuit fermé sont effectués à la vitesse de 1 822 km/h. Le précédent record était détenu par le McDonnell F-101 " Voodoo " à 1 162 km/h. Trois jours plus tard, ce sont les 500 kilomètres également en circuit fermé, à la vitesse moyenne de 1 972 km/h effectué entre Mach 2,08 et Mach 2,14. Pour impressionnantes que soient ces performances, il est demandé à la GAMD de les améliorer avec une attention particulière au rayon d'action. Pour loger plus de carburant, le fuselage du prototype est allongé, et la masse maximum au décollage portée à 32 tonnes. Les moteurs ATAR 9B sont remplacés par de ATAR 9D. Le Mirage IV A de série prend forme. A l'entrée en service, il sera propulsé par des ATAR 9 K13 de 6,7 kN de poussée avec post combustion. C'est le premier avion militaire européen capable de soutenir Mach 2 pour une durée significative.

Les ravitailleurs en vol



Ravitailleur en vol C-135F en vol (© Armée de l'Air)



Ravitailleur en vol C-135FR en vol (© Armée de l'Air)

Si le rayon d'action est quelque peu amélioré, porté à 1 100 km, incluant 50% à vitesse supersonique, pour obtenir les 3 000 kilomètres il faudra inévitablement mettre en place un système de ravitaillement en vol. Les premières intentions s'orientent vers une flotte de bimoteur SO 4050 " Vautour " ou la transformation en ravitailleurs en vol de la SE-210 " Caravelle ", quand subitement, Boeing propose un avion bien plus performant, le KC-135 " Stratotanker ". Après quelques " discussions ", tant avec Boeing que le gouvernement des États-Unis, en novembre 1962, sous le nom de code " BB " (Boeing Biberon) l'USAF déploie un de ces KC-135 au centre d'essais en vol d'Istres pour participer à une campagne d'essais qui devra confirmer que le concept de ravitaillement en vol " probe and drogue " soit possible entre un KC-135 et le Mirage IV-01. Faisant suite aux résultats positifs, de cette campagne, le gouvernement des États-Unis autorise la vente de 12 avions, de la variante C-135F. C'étaient les 12 derniers de la ligne de production. Considérant que la " Force de Frappe " se voulait " Tous azimuts " cette vente, ainsi que la désignation de l'avion, avaient quelque chose d'ironique, significative des relations Franco Américaines souvent tumultueuses. En réalité, la France n'achetait pas un ravitailleur en vol mais un avion-cargo... équipé d'un dispositif de ravitaillement en vol ! Sans turbine auxiliaire de puissance (APU) mais équipé des cartouches pyrotechniques permettant le démarrage rapide des moteurs en cas de décollage en alerte... Les APU furent installés bien plus tard, dans les années 1980, quand les 11 avions restants furent rééquipés avec un moteur plus puissant, le CFMI CFM56-2B (F-108) en remplacement du vénérable Pratt & Whitney J57-P-59W. Dans les années 90, manquant cruellement de ravitailleurs, la France fut même autorisée à en louer trois et acheter deux KC-135R déclarés surplus par l'USAF.



SO-4050 Vautour II A du programme " Boeing Biberon " avec perche de ravitaillement en vol (Photo internet)

Entrée en service

Le premier Mirage IV A est pris en compte par l'armée de l'Air en février 1964, alors que le premier C-135F (Serial 63-8471) arrive sur la base aérienne de Mont-de-Marsan (BA 118) le même mois. Au total, entre février 1964 et mars 1968, formant trois escadres, 91^{ème}, 93^{ème} et 94^{ème}, 62 Mirage IV A ont été livrés. Chaque escadre est composée de trois escadrons, un de Mirage IV A et un de C-135F, opérant depuis neuf bases aériennes : Avord (BA 702), Cambrai (BA 103), Cazaux, (BA 120) Creil (BA 110), Istres (BA 125), Luxeuil (BA 116), Mont-de-Marsan, Orange (BA 115). Les escadrons de C-135F sont basés à Avord, Mont-de-Marsan et Istres (Base support des ravitailleurs).



Le CIFAS 328 (Centre d'Instruction des Forces Aériennes Stratégiques) est constitué à Bordeaux (BA 106), en mai 1964. Sa mission est de former les équipages et les techniciens au sol. Il dispose de quelques Mirage IV A ainsi que dix Mirage III B-RV dont le rôle est de familiariser les pilotes avec les caractéristiques de l'aile delta et les techniques du ravitaillement en vol. Version rare et peu connue, le Mirage III B-RV est équipé, au bout du cône radar, tel que sur le Mirage IV A, d'une fausse perche de ravitaillement qui permet les contacts " secs ", sans transfert de carburant, avec le " panier " du C-135F.

Avec l'installation du système de bombardement (SNB) du Mirage IV A, plusieurs Nord 2501 Atlas (Avion de transport bimoteur), sont portés au standard Nord 2501 SNB. Ils sont affectés à l'ETI 3/328 (Escadron de Transport et d'Instruction) du CIFAS pour la formation en vol des navigateurs.

Les flottes et moyens de support



Mirage IV P n° 45 BR (@ Yorkshire Air Museum & Allied Air Forces Memorial d'Elvington)

Simultanément, détachant plusieurs Nord 2501, le COTAM (Commandement Air du Transport Aérien Militaire) apporte sa contribution. Ses avions sont utilisés transporter pièces de rechange, moteurs et équipements entre les bases d'opération. Ces vols furent rapidement connus dans l'Armée de l'Air sous le vocable de " Navettes FAS ". La contribution du COTAM ne s'arrête pas là. La DIRCEN (Direction des Centres d'Essais Nucléaires) achète, en seconde main à la compagnie Finnair, trois Douglas DC8-62 qui s'ajoutent aux deux -55 déjà en service. Le -62 est la version à très long rayon d'action du DC8. Transformés en cargos convertibles, ils sont mis à la disposition de l'escadron 03/060 " Esterel " pour le transport, entre la France et le CEP (Centre d'Essais du Pacifique) basé à Tahiti, le personnel et les éléments des armes nucléaires à tester. Alors que les personnels sont transportés via Los Angeles, les éléments d'armes désignés TS (Transports Sensibles) le sont via Pointe-à-Pitre dans les îles Caraïbes françaises. Depuis Pointe-à-Pitre, en fonction des vents, les vols à destination de Hao, incluant le survol du canal de Panama, durent de 12 à 13 h 50 heures. A l'époque, c'est le plus long vol régulier au monde. Pour son exécution, l'OACI autorise l'Esterel à opérer, à l'arrivée, à Hao (BA 185), avec des réserves carburant, réduites de 50%. Le seul aéroport de déroutement, Papeete, est mis en QGO * technique, une heure avant l'atterrissage des DC8. Il est remarquable de noter que cette route a été fréquentée de si nombreuses fois, si longtemps, sans un seul incident! Les DC8-62 re-motorisés, renommés DC8-72, avec des CFMI CFM56-2C, qui réduisent la consommation carburant de 30%, sont les bienvenus! Ceci étant, aucun équipage du COTAM, voire le gouvernement Français, n'envisageaient d'avoir à traiter les conséquences d'un détournement sur aucun aéroport, d'ailleurs peu nombreux, le long de la route avec ce type de cargaison à bord.

* Se dit d'un aéroport fermé au trafic aérien, qu'elle qu'en soit la cause.

L'infrastructure sur les Bases Aériennes

De façon à permettre des opérations sécurisées et fiables, un immense plan de modernisation des bases aériennes est entrepris. Il comporte des hangars, des abris durcis, des zones QRA (Quick Reaction Alert) hautement sécurisées et autonomes permettant la vie en autarcie des équipages. L'accès direct et l'allongement des pistes, pour le notoirement sous-motorisé Boeing C-135F. Le système de communication est diversifié et renforcé. Des DAMS (Dépôt d'Armes et de Munitions Spéciales) sont créés. Les DAMS sont des zones très hautement sécurisées, ils sont en charge, sous la protection de la Gendarmerie Nationale, de l'assemblage et du gardiennage des armes avant leur installation sur le Mirage IV A.



Mirage IV A en alerte dans son abri (@ Armée de l'air)

Premier ravitaillement en vol

Le premier ravitaillement en vol, 100% Français, entre un Mirage IV A et un C-135F se déroule en mai 1964. Cet événement important ouvre la voie à la première mise en alerte (QRA) à Mont-de-Marsan en octobre. C'est un Mirage IV A de l'EB (Escadron de Bombardement) 1/91 " Gascogne " assisté du premier

ravitailleur disponible de l'ERV 4/91 (Escadron de Ravitaillement en Vol) " Landes ". Le Mirage IV A est armé de l'arme nucléaire à fission et à gravité type AN-11.

Ce n'est certes que la première QRA nucléaire mais, à une cadence accélérée, elle en préfigure beaucoup d'autres !

Avec la livraison du dernier Mirage IV A et du troisième C-135F, pris en compte par le 4/94 " Sologne ", activé sur la base d'Avord, le neuvième est dernier escadron, le 3/94 " Arbois ", basé à Luxeuil, est déclaré opérationnel en Juin 1966. Le premier segment de la triade est en place et au complet. Les choses ont effectivement été très vite !



Mirage III B-RV n° 250 du CIFAS 328. Il fait partie des dix exemplaires construits sous le vocable de Mirage III B2 avec une pointe avant renforcée pour recevoir une perche sèche de ravitaillement en vol Mirage IV A et un phare. Ils sont restés en service entre 1967 et 1992.
(@ Armée de l'Air)

L'escadron 1/93 " Guyenne ", anciennement " Squadron 346 " avec lequel la RAF et la base d'Elvington ont une si longue association est déclaré opérationnel à Istres en octobre 1965.

La France se retire de l'OTAN

Ces premières QRA engendrent un changement significatif dans la politique de défense de la France qui décide de ne plus s'abriter sous l'ombrelle de l'OTAN mais sur ses propres moyens et sa politique, totalement assumée, de dissuasion nucléaire " Anti cités ". C'est à ce moment, que cette politique, devenant sa ligne de défense absolue conduit, en 1966, à son retrait de la structure militaire intégrée de l'OTAN.

Simultanément, l'organisation de l'armée de l'Air est profondément modifiée. Pour supporter et mettre en œuvre la composante nucléaire, son commandement et sa structure sont remaniés. Quatre régions aériennes territoriales sont constituées ainsi que des commandements opérationnels. Le COFAS en charge du contrôle des escadrons de Mirage IV A et des C-135F. Le CAFDA (Commandement Air des Forces de Défense Aériennes) responsable des radars de détection et d'alerte ainsi que des avions de défense aérienne. En temps de guerre, la seule et unique mission du CAFDA, est la protection des bases de stationnement des moyens nucléaires. Le CTAA (Commandement des Transmissions de l'Armée de l'Air) chargé de transmettre vers toutes les unités nucléaires, les ordres d'engagement du gouvernement. Le CTAA est basé en région Parisienne sur la base de Villacoublay (BA 107). Le COFAS et le CAFDA partagent le même site sur la base aérienne de Taverny (BA 921). Les deux états-majors sont installés, à grande profondeur dans les cavités d'une immense ancienne carrière de gypse à quelques kilomètres au Nord-Ouest de Paris. Un état-major de secours fut ensuite constitué sous le Mont d'Or dans la région de Lyon (BA 942).



Les Mirage IV A sont capables de décoller, armés, entre 5 et 15 minutes (@ Armée de l'Air)

Reproduisant les techniques de Strategic Air Command de l'USAF, il y avait trois types de QRA (Quick Reaction Alert) A-15 ou Alerte 15 minutes. Les Mirage IV A devant être en l'air en 15 minutes ou moins. A-5, les équipages sont en salle d'alerte revêtus de leurs équipements de vol et AB (A Bord) prêts pour un

décollage immédiat. Dans la réalité, dès que tous les escadrons furent déclarés opérationnels, il y avait plusieurs QRA concomitantes. Avec toujours au moins une, 24 heures sur 24 - 7 jours sur 7, en A5, tournante entre les escadrons, tous les autres étaient en A-15.

La fin de l'alerte en A-15

Au milieu des années 1970, sur la base de Apt-Saint-Christol (BA 200) le premier groupement de missiles stratégiques (GMS) est déclaré opérationnel, alors que plus de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins entrent en service, la A-5 est abandonnée, remplacée par la A-15. A la fin des années soixante, au sommet de ses capacités, il y avait, en permanence, 18 QRA en A-5. Il eut été possible d'engager le reste de la flotte en moins d'une heure. En temps de guerre, par mesure de sécurité, pour le desserrement éventuel des Mirage IV A, cinquante terrains permettant le décollage à la masse maximale de 32 tonnes avaient été recensés. Le cas échéant, il est possible d'installer des fusées JATO (Jet Assisted Take-Off) sur le Mirage IV A. Ces fusées apportent une poussée complémentaire de cinq tonnes.

Réduction du nombre des escadrons

Pendant toutes ces années, jamais plus de quatre appareils par base aérienne, 36 Mirage IV A étaient prêts au décollage soit en A-5 soit A-15. A ce que nous savons aujourd'hui, l'alerte maximum ne fut utilisée qu'une seule fois, pendant le printemps de Prague, en 1968.

A la fin des années soixante-dix, observant une certaine détente dans les relations est-ouest, trois escadrons sont dissouts. Les 3/91 " Beauvaisis " (Creil), 3/93 " Sambre " (Cambrai) et 1/94 " Bourbonnais " (Avord). Leurs avions sont repartis parmi les escadrons restants. Simultanément le nombre de têtes nucléaires AN-22 est réduit passant à 39 unités. Les QAR en A-5 sont annulées.

" Banco & Poker "

Pour tester le temps de réaction des escadrons, ainsi que la chaîne de communication depuis l'état-major militaire du Président de la République jusqu'aux bases et aux escadrons, des QRA, sous les noms de code " Banco " et " Poker " sont régulièrement activés. " Banco " implique l'installation d'armes actives AN-11 ou à partir de 1967, une version plus légère désignée AN-22 sur la totalité des Mirage IV A, toutefois sans vol. La réglementation française interdisant, en temps de paix, tout décollage d'avion équipé d'armes nucléaires.

" Poker " est la mise en alerte avec décollage de tous les avions, armés d'armes fictives incluant des assauts fictifs sur des objectifs préétablis, sur le territoire français, avec potentiellement des interceptions, des simulations de défense contre avion. Les missions " Poker " types duraient quatre heures, du décollage jusqu'à l'atterrissage. En cas de nécessité, des fusées JATO pouvaient être utilisées. Chaque vol comprenait un ravitaillement en vol, suivi d'une attaque en basse altitude 300 pieds (90 m) et grande vitesse 600 Kt, une remontée pour le retour vers la base avec un second ravitaillement en vol.



Une aile du Mirage IVA préservé à Elvington (YAM) en cours de chargement à Châteaudun (@ DR)

La coupe Fantasia

En juin de chaque année, pour stimuler la compétition inter-escadrons, les FAS organisent une compétition " La coupe Fantasia ". Les équipages, un par escadron, sont sélectionnés au hasard. Leur mission est de larguer une arme AN-22 selon la technique du LADD (Low Altitude Drogue Delivery) dans un champ de tir du sud-ouest de la France. L'équipage vainqueur de la coupe, est celui qui combine la meilleure précision du tir et la meilleure navigation. L'escadron " Guyenne ", gagna la première et plusieurs autres par la suite.

Nord, Centre et Sud

Assumant que la mission ultime dût être exécutée, des plans de vols, selon des profils sud, nord et centre, avaient été établis à l'avance. Certains jusqu'à 4 000 miles nautiques, soit huit heures de vol. Les profils au nord, confiés aux escadrons localisés dans le nord de la France, impliquaient le survol de la mer Baltique pour attaquer Leningrad, Moscou et Mourmansk. Ceux du centre, au travers de l'Europe centrale, vers à des objectifs en URSS et ses alliés du pacte de Varsovie. Considérant la densité des moyens de défense anti-aériens, et le nombre de bases accueillant des avions d'interception, ils furent abandonnés. Les routes sud, décollant des bases situées dans le sud de la France, à travers la mer Méditerranée et le Bosphore, avaient pour objectifs des villes d'Ukraine, Kiev, Odessa ou Sébastopol. Les C-135F, également en charge de relayer les communications présidentielles, étaient en attente sur des orbites rendez-vous pour assurer les ravitaillements en vol.

Les rendez-vous en vol

Rapidement, les FAS adoptent les techniques éprouvées de ravitaillement en vol appliquées par le SAC de l'USAF. Aucune de ces techniques ne demande d'émission radioélectrique. Le " Rendez-vous en route ", le ravitailleur se trouve à un temps et en un lieu et à une altitude préétablie suivant un cap déterminé précis. L'équipage du Mirage IV A, pré-informé de ces paramètres, rejoint le ravitailleur par l'arrière. Le " Rendez-vous sur point ", le ravitailleur attend le Mirage IV A en exécutant des hippodromes, ils se rejoignent, en cap collision, face à face à une distance optimum, le ravitailleur vire à 180° pour permettre au receveur de le rejoindre par l'arrière. En cas d'urgence, rendez-vous manqué, le quadriréacteur dispose d'une balise TACAN fonctionnant en mode Air/Air, les Mirage IV A disposent d'un récepteur qui permet de capter ses émissions et de rassembler.



Ravitaillement en vol d'un Mirage IV A sur Boeing C-135 F (@ Armée de l'Air)

Avant le décollage, les équipages de Mirage IV A, tous officiers, savaient que leur mission était sans retour. Après le largage de l'arme, à court de carburant, ils n'auraient pas été en mesure de rejoindre les ravitailleurs. Leur seule option eut été de s'éjecter en mer au-dessus d'un pays neutre, Suède ou Turquie... ? voire de l'OTAN, ou pire un des pays du pacte de Varsovie.

L'arsenal Nucléaire

Au cours de sa longue carrière opérationnelle, les Mirage IV A, puis P ont utilisé trois différentes armes nucléaires. Initialement, l'AN-11 de 60 KT optimisée pour le largage en haute altitude était une bombe à fission pesant 1 500 kg. Quarante furent produites jusqu'en 1967 quand elle fut remplacée par un nombre identique d'AN-22, toujours à fission. L'AN-22 avait une puissance équivalente, entre 60 et 70 KT, mais elle était significativement plus légère ne pesant que 700 kg. Elle incorporait divers dispositifs de sécurité, dont un parachute de freinage, autorisant le largage en basse altitude.

En 1986, quand 18 Mirage IV A furent portés au standard IV P, l'arme à gravité AN-22 fut remplacée par un missile de l'Aérospatiale ASMP (Air Sol Moyenne Portée). Les performances de l'ASMP ne sont pas rendues publiques. Des versions améliorées ont été montées sur les Mirage 2000 N jusqu'en 2018, puis sur la version (F3) des escadrons nucléaires du Rafale. C'est l'arme de base des vecteurs pilotés de la force de

dissuasion Française. L'ASMP est supposé capable de Mach 3 en basse altitude et d'emporter l'arme thermonucléaire TN-81 de 300 KT à " plusieurs centaines de kilomètres ".

La mission reconnaissance du Mirage IVA/P

Les performances remarquables du Mirage IV A furent vite remarquées. Dès que la totalité des escadrons furent déclarés opérationnels, il fut décidé de constituer une composante reconnaissance stratégique. A la fin des années soixante, la société Hurel-Dubois est contactée pour étudier et construire un pod de reconnaissance qui fut désigné CT-52 destiné à être installé dans la cavité, entre les deux moteurs, normalement prévue pour l'arme nucléaire.

Il fut monté pour la première fois en 1968 sur le Mirage IV A n° 61 (F-THCH). Le module contient un ensemble impressionnant de caméras optimisées pour la haute ou la basse altitude tant à vitesse subsonique que supersonique. Sa versatilité autorise l'installation de caméras infra-rouges ou thermiques désignées " Cyclopes " permettant la reconnaissance stratégique, quelles que soient les conditions météorologiques. Une plaisanterie dans l'Armée de l'Air disait que " Le Mirage IV A, en version reconnaissance, était l'appareil photo le plus cher de France ".

Cette mission est confiée au CIFAS 328 basé à Bordeaux Mérignac. En 1996, quand la mission nucléaire ASMP est transférée aux Mirage 2000 N, l'escadron de bombardement 1/91 " Gascogne " devient l'ERS (Escadron de Reconnaissance Stratégique) 1/91 " Gascogne " conservant six Mirage IV P, exclusivement dédiés, à la reconnaissance. L'unité utilise ces avions jusqu'en juin 2005, quand le gouvernement décide subitement de mettre fin à la carrière des Mirage IV P.

Le DC8 de Guerre électronique Sarigue I

Au moment de l'entrée en service des Mirage IV A, l'URSS avait développé un réseau de défense contre avions particulièrement redoutable. Pour s'en convaincre, pensons aux Lockheed U2 (Avion de reconnaissance à très haute altitude) qui furent les victimes du SA-2 " Guideline ". Le premier, en 1960, abattu au-dessus de l'URSS. Le second, en octobre 1962, toujours en mission de reconnaissance au-dessus de Cuba. Un troisième, opéré par l'escadron " Black Cats " de l'Armée de l'Air Taiwanaise, quelques jours plus tard, est abattu au-dessus de Nanchang en République Populaire Chinoise. Dès le début du conflit au Vietnam, l'USAF et l'US Navy réalisent très vite que les moyens de défense aérienne de l'URSS confiés aux forces Nord-Vietnamiennes sont particulièrement efficaces...



Douglas DC-8 Sarigue II. Le Sarigue II était une version évoluée du Sarigue I.
Il utilisait un des trois Douglas DC8-72 du COTAM (DIRCEN).
(Photo Internet)

Similairement, les FAS, admettent que ses objectifs, typiquement de grands centre urbains, localisés très profondément en territoire Soviétique seront évidemment très bien défendus et que l'assaut, même en haute altitude et à grande vitesse, ne garantit pas une sécurité suffisante.

Pour maintenir la crédibilité de la " Force de Frappe " il est indispensable de protéger les Mirage IV A. Selon les informations disponibles en France, le SA-2 serait un missile de 40 km de portée, capable d'une vitesse de Mach 3,5 et dont la charge explosive, impressionnante, serait de 130 Kilogrammes ! Sa conduite est assurée par deux radars différents : " Fan Song " (Détection) et " Spoon " (Guidage).

C'est un fait, dans les années soixante, l'industrie française accuse un certain retard en matière de technologies de CME (Contre-Mesures Électroniques). Toutefois, appliquant la même démarche que celle qui avait été appliquée pour les moteurs, comme il n'est pas possible, pour cet aspect si sensible de dépendre de fournisseurs étrangers, le gouvernement du Général de Gaulle insiste pour que des mesures soient prises et que la France développe ses propres équipements de CME. C'est le début d'un immense effort. Sur la base du

fait qu'il n'y a " pas de CME efficaces sans espionnage des systèmes électroniques de l'adversaire, associé à un budget important ", des moyens de collection sont développés. Les centres d'écoute situés en Allemagne de l'Ouest, dans la zone d'occupation Française en bordure du rideau de fer sont augmentés ou renforcés. Un DC8-33, amené à la version -53, est acquis puis transformé en plateforme COMINT (Communication Intelligence) et ELINT (Électronique Intelligence) *. L'ensemble est désigné Sarigue I (Système Aéroporté de Recueil d'Information de Guerre Électronique) opéré par l'Escadron Électronique 51 Aubrac, basé à Évreux (BA 105) il apporte ses capacités de détection à longues distances, renforçant celles de la poignée de Nord 2501 COMINT et ELINT tactiques opérés par l'Escadron Électronique 1/54 " Dunkerque " basé à Metz Frescaty (BA 128).

Douglas DC-8 Sarigue I
(Photo Musée de l'Air & de l'Espace)



Le Sarigue I, en vol dans l'espace aérien international, écoute les communications et caractérise les spectres électromagnétiques issus d'émetteurs localisés à l'intérieur du territoire de l'URSS ou de ses alliés. A l'occasion les systèmes d'origine russe, utilisés par ses alliés au Moyen-Orient sont également écoutés.

Cet effort, va permettre de remplacer et de mettre fréquemment à niveau, les systèmes de CME installés à l'entrée en service des Mirage IV A. Notamment le brouilleur " Agacette " par un système plus performant " Agasol ", le CT-51 brouilleur optimisé pour perturber le guidage des missiles SA-2, et " Boa " qui était un *Brouilleur Offensif Aéroporté*. Ces concepts de CME, ne sont pas toujours nécessairement une réussite, tel que démontré à l'occasion d'invitations de l'USAF à participer à plusieurs exercices " Red Flag ". C'est souvent le cas en manière de guerre électronique. Ces exercices et le travail de caractérisation des spectres électromagnétiques de l'adversaire, joint à la transformation des Mirage IV A en IV P offrent une opportunité unique d'installer des équipements de CME, plus efficaces. " Serval ", un détecteur de radars associé à " Boz " (Brouilleur Offensif de Zone) lanceur de paillettes qui aveuglent en les brouillant les émissions radio et radar. " Serval " et " Boz " furent, sur les derniers six avions destinés à la reconnaissance stratégique, remplacés par le couple " Barax et Barracuda " beaucoup plus efficaces.

* Le COMINT (Communications Intelligence) et l'ELINT (Electronic Intelligence) font partie de l'interception des télécommunications et des communications de l'adversaire, voire des amis. Ils constituent le renseignement de guerre électronique

Tir nucléaire réel

Pour affirmer la crédibilité de la force, ainsi que l'efficacité de sa chaîne de commandement et de ses procédures, en même temps que la capacité des équipages et des techniciens au sol à exécuter la mission, le Ministère de la Défense ordonna le tir d'une arme nucléaire réelle. En 1966, nom de code " Tamouré ", les Mirage IV A numéro de série 9 (F-THAH) et 36 (F-THBI) rejoignirent l'atoll de Tahiti Hao (BA 185) du CEP (Centre d'essais du Pacifique). Le numéro 9 voyage dans la soute d'un navire de la Marine Nationale, le transporteur de chalands de débarquement (TCD) " L'Orage ". Le n° 36 est aménagé en configuration lourde, vitesse subsonique, soit deux réservoirs extérieurs de 2 500 litres et un réservoir de 1 600 litres installé dans le logement normalement destiné à l'arme nucléaire. Supporté par trois Boeing C-135F, un avion de patrouille maritime, assurant le sauvetage en mer et plusieurs navires de la Marine Nationale repositionnés qui, outre le secours en mer, assurent le relais des communications. Le Mirage IV A n'a pas de poste radio VHF. Le n°36 décolle de Mont de Marsan le 10 mai 1966, survolant les Açores, il atterri à Othis AFB (Base de l'USAF dans le Massachussetts).



En juillet 1966, un Mirage IV A fut utilisé pour tirer une bombe nucléaire active au-dessus du lagon de Mururoa
(© Armée de l'Air)

C'est à la fois la plus longue branche du vol (5 800 km), et un évènement historique. C'est la première fois qu'un avion de combat français traverse l'océan Atlantique et se pose aux États-Unis. Ce vol a duré sept heures et quarante minutes avec deux ravitaillements en vol. Après une étape aux USA vers Mather AFB (Californie) avant Hickam AFB dans l'archipel d'Hawaï et Hao. Atterrissage le 13 mai après deux ravitaillements en vol pour une durée de vol de six heures et dix minutes. Une arme nucléaire AN-11 de 50 KT est larguée à 3 000 pieds par le n° 9, le 19 juillet à proximité du lagon de Mururoa. Le n° 9 rentre en France par la même route, décollant d'Hao le 25 juillet, il se pose à Mont de Marsan le 28. " Tamouré " est un indéniable succès même si le n° 36, son pilote ébloui, effectue une sortie de piste, pendant les vols d'entraînement précédant le tir. Démonté il rejoindra la métropole dans la soute du transport de chalands de débarquement (TCD) " Ouragan ". Informé de l'incident, le Général de Gaulle dira : " Mais que faisait donc un colonel aux commandes de cet avion ? "

Après réparations, le n° 36 rejoindra les escadrons. Il fera partie des 18 appareils modifiés en Mirage IV P.

Essais en vols supersoniques

Si " Tamouré " représentait une mission de dissuasion type pour laquelle le Mirage IV A avait été conçu, il en exécuta diverses autres, incluant des missions à caractère scientifique pour acquérir des connaissances relatives aux vitesses supersoniques notamment au bénéfice du programme Concorde.

Le concept de dissuasion ayant montré sa crédibilité, les Mirage IV A n'effectuèrent aucune mission de bombardement réelle au-dessus de l'Europe, ne décollant qu'une seule fois, par erreur, avec une arme nucléaire réelle. Ce fait ne fut porté à la connaissance du public, par un général, que très récemment. C'était en 1964 ou 1965, pour cause d'un " incident mineur " dans le système de transmission, un Mirage IV A en QRA sur une base qui n'a pas été révélée décolla avec une arme réelle. Bien qu'interpellé, l'équipage décolla sans hésitation. L'erreur fut découverte alors que l'avion était en vol. L'ordre complémentaire de continuer la mission ne fut pas émis et l'équipage rappelé suffisamment tôt, avant que la procédure d'activation de l'arme ne soit engagée. L'incident satisfait le Général de Gaulle qui dira : " Il démontre que le système fonctionne, et que l'équipage exécuta la mission sans hésitation. " Inutile de préciser que les FAS réagirent très rapidement pour éliminer ce risque de panne.

Basse Altitude

Il très est fréquent que des armements ne soient pas utilisés tel qu'initialement prévu. Le Mirage IV A ne fait pas exception. Conçu comme un bombardier moyen opérant à haute altitude, 50 000 pieds (15 000 km), et à grande vitesse, Mach 2, moins de deux ans après son entrée en service, les puissances de l'Ouest, réalisent qu'avec la mise en place du réseau de SA-2 " Guideline " l'URSS et ses alliés du Pacte de Varsovie disposent maintenant d'un système sol air particulièrement dense et performant. De plus il est prévu que le réseau de SA-2 soit renforcé par le SA-3 " Goa " et le SA-6 " Gainful " supposés être encore plus efficaces. En face de ces menaces, les profils de vol, tel qu'initialement envisagés, n'offrent plus suffisamment de chances de succès. Ils doivent être abandonnés. Les FAS revoient leur copie évoluant vers des vols, en-dessous de la couverture radar, à basse altitude 600 pieds (180 m) et à 450 Kt.

La grande robustesse de l'aile delta du Mirage IV A, permet ce changement majeur du profil de vol, même si quelques renforcements de la structure se révèlent nécessaires. Simultanément, les systèmes de navigation et de bombardement sont modifiés, les marquages de dérive disparaissent et la peinture aluminium des débuts est remplacée par le camouflage standard type " centre Europe ".



Pour éviter la détection par les radars les Mirage IV A se devaient d'effectuer leur mission en basse altitude à seulement 600 pieds (180 m) (@ Armée de l'air)

Pour les équipages, l'entraînement au LADD *, et au largage d'une bombe freinée par parachute, ainsi que la navigation tactique deviennent la routine quotidienne. Au milieu des années 80, une partie des Mirage IV A est modifiée en Mirage IV P (Pénétration). La bombe à gravité est remplacée par le missile ASMP. Les profils de vol en basse altitude n'évoluent pas mais le couple Mirage IV P/ASMP augmentent très significativement le " punch " de la Force de Frappe. En fait, le Mirage IV P est un intérim en attente de l'entrée en service des Mirage 2000 N (Nucléaire).

* LADD " Low-Altitude Drogue Delivery " une des procédures de largage d'une bombe, conventionnelle ou nucléaire, en basse altitude.

Les missions de reconnaissance

C'est un fait, les Mirage IV A ou IV P n'ont jamais effectué aucune frappe nucléaire. Toutefois, les deux versions ont effectué beaucoup de missions stratégiques de reconnaissance. Il est évident, qu'à cette date, le grand public n'a pas connaissance de toutes.

Certaines d'entre-elles furent publiées. Plusieurs exécutées au-dessus du Tchad. L'une d'elles, nom de code " Tobus " en 1987 en direction de Ouadi-Doum, exécutée par le 31 (F-THBD) pour évaluer les dégâts à une base libyenne à la suite d'un assaut tactique de 12 Jaguar de la FATAC.



D'une longueur de 5,80 m pour une largeur de 0,80 m et autant en hauteur, le conteneur technique CT 52 affiche une masse de 800 kg.

Il est divisé en trois compartiments distincts. Le premier loge une caméra nasale photographiant vers l'avant, une caméra verticale et 2 autres obliques, gauche et droite. Le second compartiment abrite 4 caméras utilisables en subsonique et en supersonique. Le troisième et dernier compartiment contient l'équipement de conditionnement d'air.

Conteneur Technique Hurel-Dubois CT-52
(@ Armée de l'air)

Décollant de la base de Bordeaux Mérignac, la mission dure 11 heures, incluant 30 minutes à vitesse supersonique. Quatre ravitailleurs C-135F sont impliqués pour transférer 48 tonnes de carburant en 12 ravitaillements ! " Deliberate Force " en 1995, au-dessus de la Bosnie, pour localiser des positions d'artillerie. " Condor ", depuis Djibouti en 1996, au bénéfice de l'ONU, dans le cadre de la résolution d'un conflit qui oppose le Yémen et l'Érythrée, relatif à la souveraineté sur les îles Hanish. En 1999 en support de l'OTAN, c'est " Trident Allied Force " depuis la base aérienne de Solenzara (BA 126) en Corse. Deux fois par jour à haute altitude et grande vitesse (Mach 1,8 - 50 000 pieds) au-dessus du Kosovo et de la Serbie et encore, en 2001, " Héraclès ". Même type de missions, une fois par jour, cette fois au départ des Émirats Arabes Unis pour 80 vols au-dessus de l'Afghanistan. En 2003, dans le cadre de l'opération " Tarpan ", depuis

la base Prince Sultan à Khardj, dans le centre de l'Arabie Saoudite, ce sont plusieurs vols à moyenne altitude pour assister les inspecteurs des Nations Unies à identifier de possibles sites de stockage d'armes de destruction massive, WMD (Weapons of Mass Destruction).

Ces missions ne sont pas toujours sans péripétie. Ainsi le 1^{er} juillet 1998, le Mirage IV P numéro 25 (F-THAX) indicatif radio " Calot 01 " alors qu'il prend, au profit de l'ONU, des photos de la base Al Assad (Opération Aladin) est pris à partie par deux Mig 25 armés, en mission de défense aérienne, que l'équipage voit décoller. Rapidement les ECM détectent l'intention hostile des deux Mig. La poursuite dans leurs six et neuf heures dure de longues minutes. Les Mirage passent en supersonique laissant les deux Mig derrière. A la suite des investigations diplomatiques qui s'en suivent, les Iraquiens reconnaîtront " une erreur d'identification " ...

" Circus " étaient des opérations classifiées de reconnaissance photos pendant la guerre froide. Supportées par les C-135F, elles duraient de neuf à dix heures. En partenariat avec les commandements de la Marine Nationale, Atlantique (CECLANT) ou Méditerranée (CESMED), pour collecter des informations sur les navires de guerre de la marine Soviétique. Aux ordres du COFAS, les Mirage IV A, volant aussi bas et aussi vite que possible, survolaient les navires de l'URSS naviguant dans les eaux internationales ce qui permit de collecter des informations de haute valeur sur beaucoup de bâtiments dont le porte-avions Kiev, les lance-missiles Kaschim et Moscova, et des frégates de la classe Krivak. Même des sous-marins surpris en surface pendant que l'équipage prenait un bain de soleil... Leurs zones de patrouille étaient très bien connues. Au large de la Tunisie, de la Libye ou de la Crète, parfois volant aussi loin que Terre-Neuve ces missions visaient des navires navigants entre Mourmansk et Cuba. En retour d'une mission " Circus ", un équipage de Mirage IV A, ramena un film qui pour être original, n'en était pas moins exceptionnel. Au moment de l'analyse des photos, un des interpréteurs observe, peinte sur un des déflecteurs de fumée, une inscription qui disait : " Ce bateau est une latrine ! "



Les Mirage IV A/P furent remplacés en tant que plateforme nucléaire par le Mirage 2000 N en 1996.
La version reconnaissance fut finalement retirée du service en juin 2005 (@ Armée de l'air).

Pour conclure, en rassemblant ses meilleures technologies, la politique et la fierté de la France, le Mirage IV A permis une " revanche " diplomatique pour laquelle, il n'était évidemment pas conçu. Au cours d'une visite d'état en URSS, le Président Pompidou, fut invité par le premier secrétaire Leonid Brejnev à visiter le PC opérationnel des forces stratégiques de l'URSS. Mine de rien, Brejnev demande au Président Pompidou de bien vouloir appuyer sur un certain bouton. Bravo lui dit Brejnev " vous venez juste de détruire la France ! ". Il se dit que le Président Pompidou n'apprécia pas beaucoup l'humour de son hôte. Plus tard quand le premier secrétaire, se rendant en France, lui rendit sa visite, il advint que le jour même du diner officiel d'état, un Mirage IV A pendant une de ces missions " Circus " au-dessus de la Méditerranée surprit un équipage sur le pont d'un sous-marin en surface, certains prenant le soleil, d'autres jouant aux cartes. Un album de photos souvenir avec les commentaires adéquats fut rapidement constitué et offert par le Président Pompidou au premier secrétaire. L'histoire ne dit pas si cet album incluait également une photo du panneau déflecteur de fumée du Krivak. Ainsi en était-il de la guerre froide...

Les records réalisés par les turboréacteurs Atar 101, 8 et 9

" Les détenteurs de records ont en commun un trait de caractère particulier : ils ne savent pas résister à un défi. Dans le cas des pilotes, c'est une petite pointe de folie qui les poussent à aller au-delà des limites atteintes. "

Jacqueline Auriol

Entre 1957 et 1973, pas moins de 16 records français, européens ou mondiaux, de vitesse ascensionnelle, en palier, en circuit fermé (cent kilomètres), de distance mais aussi d'altitude ont été battus par des pilotes masculins et féminins à bord d'avions d'armes propulsés par des réacteurs Atar. Le dernier, en date, sur Dassault Mirage G8-02, à géométrie variable propulsé par deux Atar 9K 50, en 1973, n'a, à ce jour, pas été égalé.

Généralement, après ces performances, deux types de décoration étaient peints " en bandoulière " sur la partie avant du fuselage des appareils : un ruban tricolore, pour les records purement nationaux, et un ruban arc-en-ciel pour les records mondiaux.

Le ruban tricolore. L'avion est décoré du ruban tricolore quand il s'agit d'un record de France, exemple la vitesse de Mach 2 réalisé par le Mirage III A-01, en octobre 1958.

Le ruban arc-en-ciel. Le ruban arc-en-ciel (rouge, jaune, vert, bleu, violet) orne uniquement les avions détenteurs de records mondiaux : comme les Nord Gerfaut II (février 1957) et Griffon II (février 1959), les Dassault Mirage III C-65 (juin 1962), R-307 (juin 1963), Mirage IV-01 (septembre 1960).



Mirage III A-01 (© DR)



Griffon II (© DR)



Mirage IV-01 (© DR)

Les onze appareils

Exceptés deux appareils construits par la firme Nord Aviation, le Gerfaut II et le Griffon II, tous étaient fabriqués par l'avionneur de Saint-Cloud : Etendard IV 01, Mirage III A, C, R, Mirage IV-01 et IV-A et Mirage G8-02. Mis à part ce dernier, à voilure haute à géométrie variable, ainsi que l'Etendard IV à voilure basse en flèche, tous les appareils étaient dotés d'une voilure delta. Si la majorité étaient de purs prototypes, trois d'entre-eux - Mirage III C-65, Mirage R-307 et Mirage IV A 36 - étaient des avions au standard de série. Trois étaient de type biréacteur, les Mirage IV-01 et IV A-36 et le Mirage G8-02.

Sur les onze appareils, deux ont été détruits suite à la défaillance du réacteur (Mirage III A-03, Mirage IV-01), un autre résultant de la perte de contrôle de l'avion (Mirage III C-65 et III R-307), trois cédés à des musées (Griffon II et Mirage III A-01 au Bourget, Mirage G8-02 - mais partiellement - au musée européen de l'Aviation de Chasse de Montélimar), un à l'école Supaéro de Toulouse (Mirage III A-02), un réformé mais dont le sort final est inconnu (Etendard IV-01), un exposé en extérieur comme " pot de fleurs aéronautique " sur la base aérienne 125 d'Istres Le Tubé (Mirage IV A n° 36) et un démantelé par les ferrailleurs (Gerfaut II).

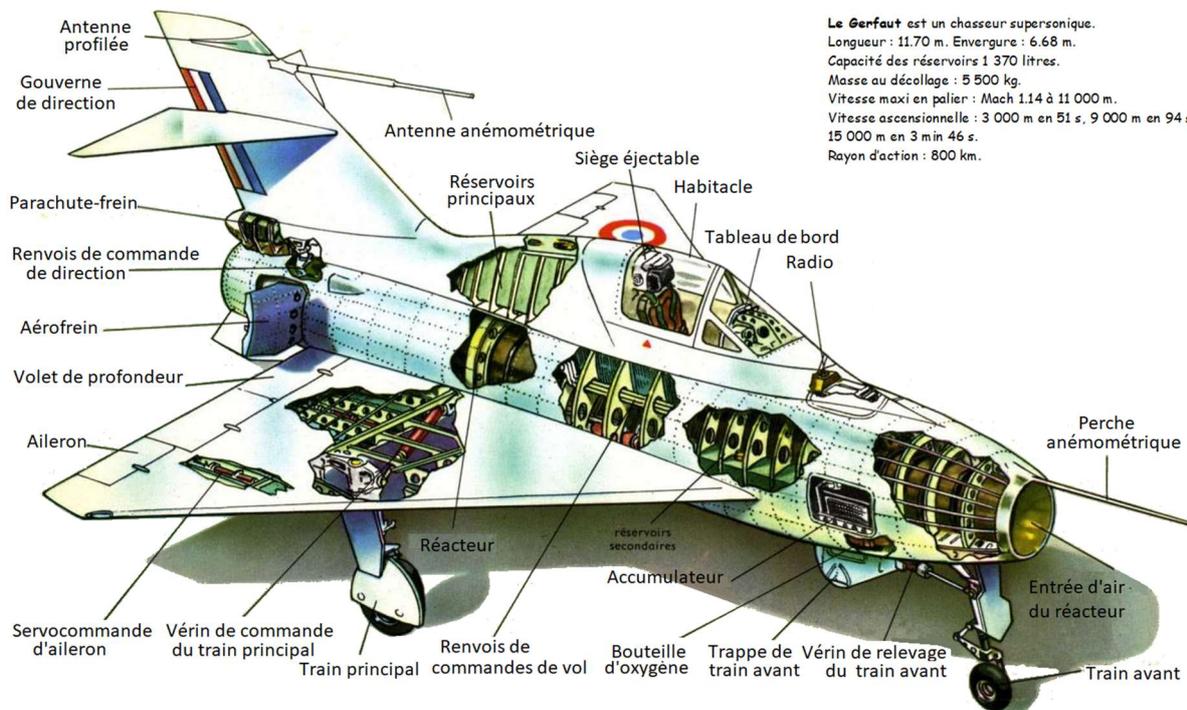
Nord 1405 Gerfaut II

Premier avion de combat français à aile delta (empenné) destiné à l'expérimentation en transsonique et supersonique (en piqué), le Nord 1405 " Gerfaut " II, vole pour la première fois le 17 avril 1956 propulsé par un Atar 101 F développant 3 800 kgp, le premier réacteur hexagonal équipé d'une postcombustion (PC). Considéré comme un démonstrateur technologique, l'appareil conserve ce propulseur pour ses 55 premiers vols, entre avril et octobre 1956, puis est remotorisé, en décembre de la même année, avec un moteur plus puissant, un Atar 101 G-2 de 4 400 kgp avec postcombustion (PC).

Appareil compact, à l'allure trapue, avec un poste de pilotage haut perché posé sur le canal d'alimentation en air du réacteur et un arrière pincé, il reçoit le sobriquet de " dos de chameau " ou encore de " bathyscaphe ", un sous-marin inventé, en 1946, par le professeur suisse Auguste Piccard, détenteur des records de profondeur sous l'eau. En fait, sa géométrie particulière vient du projet d'implantation d'un statoréacteur dans le fuselage.

Conçu comme un intercepteur à haute altitude capable de recevoir un moteur-fusée SEPR (qui ne fut jamais monté), il démontre rapidement son potentiel en franchissant Mach 1,5, le 6 février 1957 puis en battant, le même mois, deux records du monde de vitesse ascensionnelle :

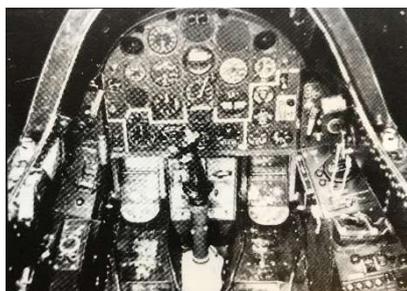
- le 16 février : de montée à 15 000 m en 3'35" avec André Turcat aux commandes,
- le 28 février : vitesse ascensionnelle départ arrêté : 3000 m en 50 " piloté par Michel Chalard.



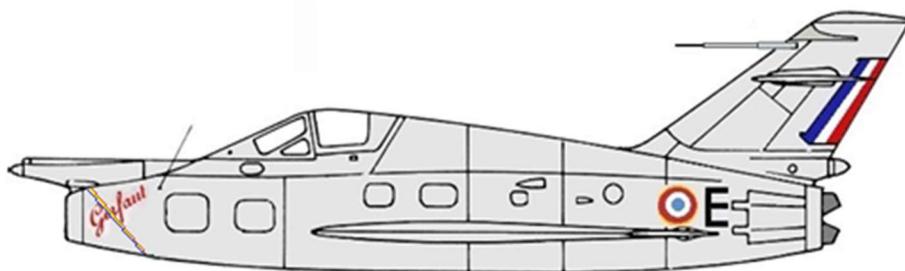
Nord 1405 Gerfaut II (© Larousse)

Il décolle à une vitesse de 130 kt en 390 m et atterrit en 380 m avec 125 kt à l'impact. Mais en palier, il n'atteint que Mach 1 réacteur au PG sec et Mach 1,14 à 36.000 ft, la montée supersonique au régime maximum avec postcombustion ne peut être envisagée, le carburant disponible (1370 litres) réduisant trop le rayon d'action pour permettre son emploi en intercepteur.

Pour nombre de pilotes ayant tenus les commandes de l'appareil, lors de la phase d'atterrissage, ils découvrent le phénomène, fort peu connu à l'époque, de " pompage piloté " qui se manifeste par des oscillations sur l'axe de tangage avec plus ou moins d'amplitude (" montagnes russes "). Ce phénomène correspondait à des oscillations introduites par le pilote. A une perturbation en tangage, le pilote réagit avec un déphasage tel qu'il ajoute sa correction à l'oscillation en cours d'où, dans le meilleur des cas, il entretient l'oscillation ou certaines fois l'amplifie.



Poste de pilotage (© DR)



Nord 1405 Gerfaut II immatriculé F-ZWUE (1956 - 1959)

L'unique prototype est présenté au Salon du Bourget, en juin 1957. Le programme est abandonné et l'appareil est utilisé pour le tir de cinq tirs de missiles air-air AA-20, en juillet 1957, puis comme support du

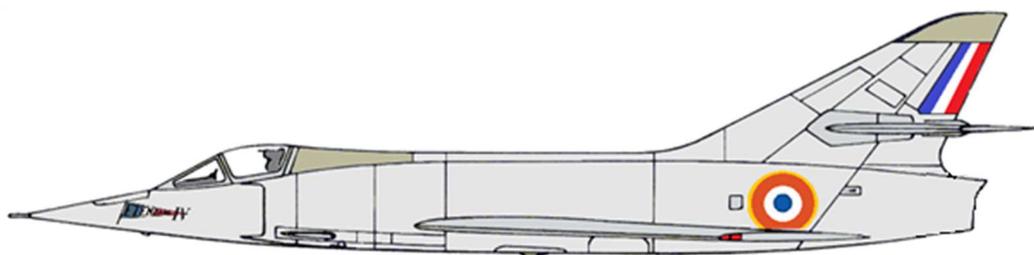
radar d'interception " Aladin " (DRAA-3) destiné à équiper la présérie des SO 9050 Trident II. Quelques temps plus tard, il sert à expérimenter le radar " Aïda " (DRAA-7) (appelé à l'époque éclairer-pointeur) de l'Etendard IV M permettant le tir d'engin à autodirecteur et télécommandé et la télémétrie pour tir canons-rockettes.

Le 223^{ème} et dernier vol du " Gerfaut " II a eu lieu le 7 août 1959. Réformé en septembre 1961, l'appareil est convoyé sur la base aérienne de Cazaux, où il sert de cible pour l'entraînement au tir air-sol des pilotes de l'Armée de l'air.

Dassault Etendard IV 01

Désigné initialement Mystère XXIV, l'Etendard IV-01 équipé d'un Atar 101 E-3 de 3 500 kgp effectue son premier vol, le 24 juillet 1956, à Bordeaux-Mérignac aux mains de Georges Brian. A son second vol, Roland Glavany franchit Mach 1. L'appareil décolle en 650 mètres sur piste en dur à la masse de combat et se pose en 450 mètres, avec parachute frein. Sa vitesse minimale est de 207 km/h. Aux essais, victime d'une panne d'alimentation en carburant, le proto se pose sans encombre dans un champ labouré, grâce à ses pneus basse pression, qui lui permettent de décoller en moins de 500 m à partir de terrains en herbe non préparés.

Une version Marine est, dès le départ, envisagée en tenant compte des aménagements nécessaires pour la navalisation (repliage de la voilure, crosse d'appontage, renforcement de structure du fuselage et des atterrisseurs, instruments de navigation et radar complémentaires). La pointe avant de l'appareil est inspirée du Mirage I et l'ensemble aérodynamique (voilure, empennages) du Super Mystère B1.



Etendard IV n° 01 propulsé par un Atar 101 E-3 de 3 500 kgp (avec long croupion) (Juillet 1956).

Bien motorisé, il combinait d'excellentes qualités de vol et une bonne aptitude à décoller et atterrir court. (© Auteur)



Poste de pilotage (© DR)

Après une vingtaine de vols, fin septembre 1956, l'appareil entre en chantier de modifications d'environ deux mois pour améliorer les qualités de vol (becs, ailerons, amortisseur, etc.) et recevoir un Atar 101 E-4 développant 3 700 kgp au banc et 3 000 kgp installé dans l'avion au régime maxi.

Malgré ses qualités tant pour des missions d'attaque au sol avec une bonne capacité d'emport de charges extérieures que pour l'interception basse altitude (il frise Mach 1 sans postcombustion), il n'est pas retenu par l'armée de l'Air et de la Marine nationale. En fin mai 1957, l'unique prototype boucle son 100^{ème} vol, il est par la suite présenté au Salon du Bourget, en juin 1957, puis trois mois plus tard, participe au " Concours NATO " à Brétigny. Lors de cette compétition qui devait permettre de choisir le chasseur-bombardier léger européen, il totalise 39 missions.

Après le concours, la majorité des vols est consacrée à la mise au point de l'Etendard IV M qui en raison de ses bonnes performances et qualités de vol est commandé par la Marine : amélioration des basses vitesses, nouveaux équipements avionique et une servocommande de direction.



Etendard IV n° 01 au Salon du Bourget en juin 1957 porteur de deux bidons de 425 litres (© Dassault Aviation)

Caractéristiques de l'Etendard IV-01

Motorisation : 1 Snecma Atar 101 E4 de 3 700 kgp (sec) au banc et 3 000 kgp installé dans l'avion à 8480 tr/mn, T4=730°C
 Envergure : 9.04 m
 Longueur hors tout : 14.40 m
 Masse à vide : 5 057 kg
 Masse au décollage : 6 470 kg
 Surface alaire : 25.60 m²
 Vitesse d'atterrissage : 203 km/h
 Vitesse maxi : Mach 1.25 en piqué (630 kt)

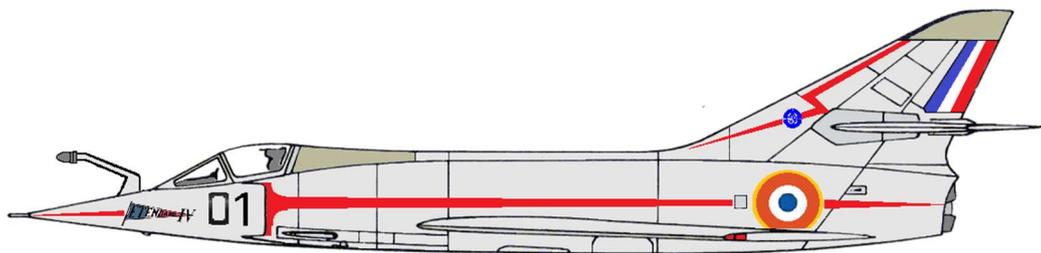
A son 241^{ème} vol, le 18 janvier 1958, Pierre Galland du CEV est le premier pilote à dépasser les 1 000 km/h en circuit fermé, à 7 300 m (24 000 ft) d'altitude, conquérant pour la France le record du monde de vitesse. Avec 1 025,315 km/h il bat le précédent record international de 970, 821 km/h. Homologuée par la Fédération Aéronautique Internationale, cette performance est réalisée sur le parcours Istres - Cazaux - Istres dans des conditions météorologiques difficiles. Aucune préparation spéciale n'a été nécessaire, la réserve de carburant étant suffisante.

En décembre 1959, l'Etendard IV-01 atteint sa meilleure performance, en léger piqué : Mach 1,45 (Vi 630 kt) à 21 000 ft (6 300 m).

Etendard IV n° 01 -
Campagne de simulation
ravitaillement en vol avec
une perche fixe (janvier
1960).

L'avion ravitailleur est un
Douglas A-4D2 " Skyhawk "
du squadron VA-83 "

Rampagers " appartenant au porte-avions USS Forrestal (CVA-59) croisant en Méditerranée. (© Auteur)



En janvier 1960, dans le cadre de la navalisation de l'Etendard IV, le prototype réalise des essais d'expérimentation (quatre vols) au ravitaillement en vol derrière un Douglas A-4D2 " Skyhawk " ravitailleur de l'US Navy équipé d'une nacelle - surnommée " nounou " - emportée en point ventral. Doté d'une perche fixe, située dans l'axe de l'avion devant le cockpit, l'Etendard IV-01 réalise tout d'abord de simples exercices de rejointe pour étudier le comportement de l'avion puis des séances de contacts " secs " c'est-à-dire d'enquillages sans prise de carburant. Cette campagne permet de déterminer la position de la perche rétractable des futurs Etendard IV M, de rédiger les procédures de rejointe ainsi que la technique de ravitaillement en vol. L'Etendard IV M/P sera le premier avion de combat français doté du ravitaillement en vol, avant le Mirage IV A.

L'unique prototype réalise son dernier vol fin juillet 1960, à l'issue de sa 456^{ème} sortie et est réformé quelques mois plus tard.

Dassault Mirage III A-01 "Honoré "

Afin d'accélérer le développement de la série du Mirage III C, premier delta opérationnel, d'une part et d'évaluer le Mirage III dans d'autres rôles que celui de l'interception d'autre part, chacun des dix avions de présérie désignés Mirage III A (livrés entre mai 1958 et décembre 1959) se vit attribuer une tâche précise et bien particulière.

Le premier d'entre-eux, le Mirage III A-01 baptisé " Honoré ", effectue son vol inaugural le 12 mai 1958, à Melun-Villaroche aux mains de Roland Glavany. Il est affecté à l'exploration des performances, à l'ouverture du domaine de vol - entre 0 et 50 000 ft (15 240 m) - et aux expérimentations avec les réservoirs pendulaires. Véritable performance à la fin des années 50, le 24 octobre 1958 il dépasse Mach 2 en palier, puis Mach 2.2 (sans l'aide du moteur-fusée mono chambre SEPR 841), battant le biréacteur English Electric P1 " Lightning " pour le titre de premier Mach 2 en Europe Occidentale.



Mirage III A-01 " Honoré " - Mach 2 (@ MAE)

Caractéristiques du Mirage III A-01

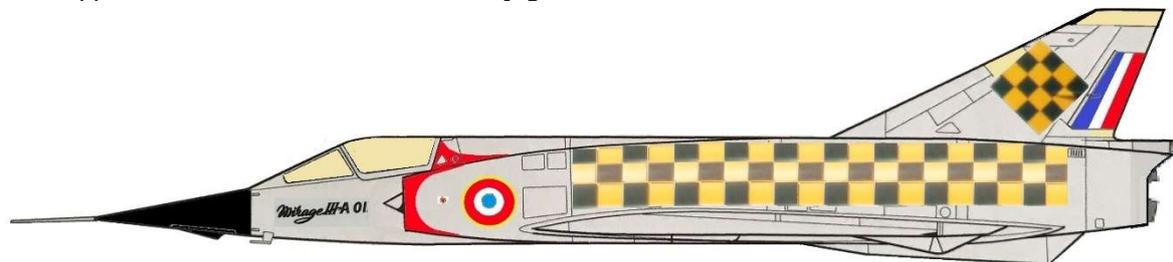
Motorisation : 1 Snecma Atar 9B de
4 200 kgp (sec) et 6 000 kgp (PC)
Envergure : 8.22 m
Longueur sans perche : 14.20 m
Masse à vide : 5 340 kg
Masse au décollage : 7 975 kg
Surface alaire : 34 m²
Vitesse maxi : Mach 2 (700 kt)
Plafond : 18 000 mètres

Sa tâche spécifique est d'explorer le domaine de vol et réaliser les essais aérodynamiques. L'extension progressive du domaine de vol de la famille Mirage est le résultat de l'adaptation des entrées d'air et l'adoption de bords d'attaques cambrés. Les cônes d'entrée d'air ou souris réglables en fonction du nombre de

Mach permettent de positionner parfaitement par rapport aux lèvres d'entrée d'air une onde de choc oblique assurant la meilleure recompression possible de l'air juste avant la manche.

L'aile delta traîne beaucoup à grande incidence et basse vitesse ce qui offre des marges de manœuvres limitées. L'intégration de bords d'attaques cambrés, en janvier 1959, a permis de récupérer de la marge de manœuvre c'est-à-dire du facteur de charge que l'on peut maintenir à vitesse constante (au moins 1 g).

Durant l'été 1960, l'appareil mène à Istres une campagne de décollages et d'atterrissages sur des pistes sommairement aménagées, en herbe ou en grille avec des configurations, en lisse, avec missiles, bombes, ou réservoirs supplémentaires. Les résultats sont jugés satisfaisants.



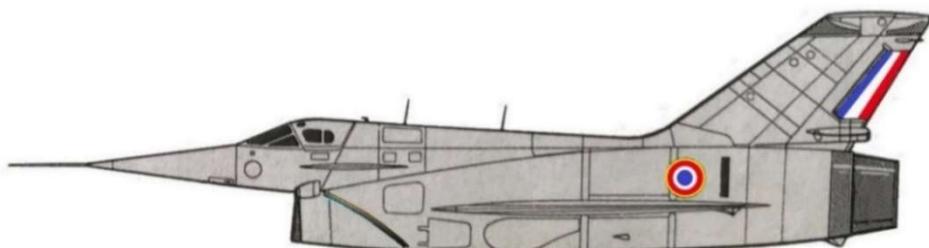
Mirage III A-01 avec Atar 9B (6 000 kgp avec rechauffe) en configuration essais de freinage à hautes vitesses (© Auteur)

Devenu appareil de servitudes au sein du Centre d'Essais en Vol (CEV), le A-01 cesse son activité en mai 1966 après son 953^{ème} vol. Par la suite, il est utilisé, au sol, pour des essais de freinage à hautes vitesses avec une décoration spéciale faite de damiers jaune et noir peints sur le fuselage, la voilure et la dérive. Il exécute son dernier rouleur le 17 mai 1972. Au cours de ses huit ans de carrière, il subit plusieurs chantiers de modifications qui changent son aspect extérieur : dépose des plaques de prolongement du piège à couche limite devant les entrées d'air, montage d'une voilure à bord d'attaque cambré avec entaille, remplacement de la soute carburant arrière par une quille, ajouts d'écopés de ventilation pour améliorer le refroidissement du réacteur, pose d'un croupion à casquette, réduction de la hauteur de la dérive d'une vingtaine de centimètres, déplacement de la perche anémométrique du sommet de la dérive sous l'aile gauche.

Après être resté stocké plusieurs années, il est cédé au Musée de l'Air et de l'Espace au Bourget, où il est toujours conservé et exposé.

Nord 1500 Griffon II

De type delta à plans canards, le Nord 1500-02 " Griffon " II, vole le 23 janvier 1957 avec le combiné turbo-statoréacteur : il fonctionne sur son seul réacteur Atar 101 E-3 de 3 500 kgp avec tuyère de sortie fixe jusqu'au 26 février 1957, date à laquelle a lieu le premier allumage en vol du statoréacteur. De type concentrique avec un diamètre de 1 500 mm, le stato est capable de fournir une poussée de 4 200 kg à Mach 2 et à 15 300 m d'altitude.



Nord 1500-02 " Griffon " II avec le liseré arc-en-ciel.

Le diamètre de la chambre du combiné turbo-statoréacteur atteint 1,50 m. (© Auteur)



Viroles du stato

Monté dans l'axe de la tuyère, le réacteur projette ses gaz chauds à l'intérieur de ceux sortant des deux viroles (disposées dans le même plan) de chauffe du statoréacteur. Les deux flux sont séparés par l'air de ventilation rejeté par l'Atar 101. Simultanément, les gaz à haute température sont isolés de la peau interne de la tuyère par un autre circuit ventilé.

La régulation du statoréacteur évolue au fil des mois. Relativement simple, le dispositif initial qui n'autorisait qu'un allumage en " tout ou rien ", fait place à système progressif permettant un allumage indépendant de chacune des deux viroles.

L'appareil atteint mach 1.30 et après avoir reçu une nouvelle entrée d'air élargie, le " Griffon " repart, le 29 août 1957, à la conquête de la vitesse et dès lors accumule les records : le 25 décembre 1957, il atteint

mach 1.78 en montée avec une vitesse ascensionnelle de 150 m/s et le 10 décembre 1957 mach 1.85 au même régime. Le 4 septembre 1958, lors de son 135^{ème} vol, il passe mach 1.96 et le 31 octobre 1958 (145^{ème} vol) parvient à mach 2.05 à 17 500 m tout en grimpant à 100 m/s.



Nord 1500-02 " Griffon " II (© Nord Aviation)

Caractéristiques du Nord 1500 Griffon II

Motorisation : 1 Snecma Atar 101 E3 de 3 500 kgp (sec)
 Envergure : 8.10 m
 Longueur hors tout : 14.54 m
 Masse à vide : 5 350 kg
 Masse au décollage : 6 950 kg
 Surface alaire : 32 m²
 Vitesse maxi : Mach 2.19

Enfin le 25 février 1959, André Turcat bat le record du monde de vitesse en circuit fermé triangulaire, sur 100 km, à 1 643 km/h. D'une durée de 219 secondes, la performance est réalisée stato allumé, en montée permanente.

Quelques mois plus tard, le 5 octobre 1959, l'appareil enregistre la vitesse de 2 330 km/h (Mach 2,19) à 16 400 mètres d'altitude. Il s'agit là de la vitesse horizontale (en fait, encore en légère montée) la plus élevée jamais atteinte en Europe. Les limites de l'entrée d'air et thermique se situant à M = 2.20, il est difficile à l'avion de faire mieux.

Le domaine de vol du Griffon s'étend de 112 kt à 600 kt ; à Mach 2, le statoréacteur fournit environ 80 % de la poussée totale, laquelle atteint encore 4 200 kgp à 15 000 m et 2 500 kgp à 18 000 m.

Alternativement piloté par Turcat et Jacquet, le Griffon II effectuera un total de 337 vols expérimentaux jusqu'en juin 1961. Depuis cette date, il est exposé dans la salle des prototypes du Musée de l'Air et de l'Espace au Bourget.



Nord 1500-02 " Griffon " II

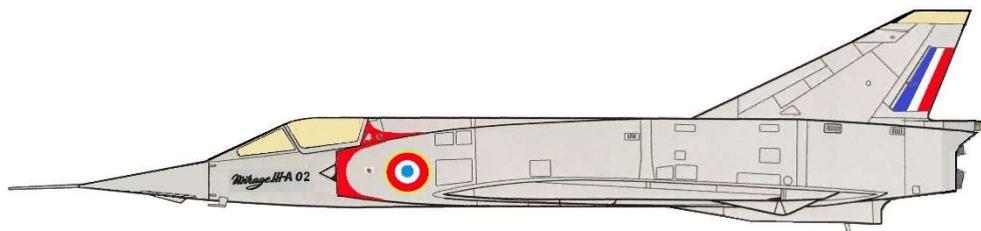
Suite aux problèmes non résolus de combustion instable, le ministère met fin au programme stato piloté en décembre 1957. Les vols de recherche sur Griffon restent toutefois autorisés jusqu'en 1961.

Ces essais livreront nombre de données sur la stabilité de combustion, les méthodes d'essais, et l'échauffement cinétique. La température limitait l'avion à Mach 2.19 en raison des risques structuraux avec des parois en dural portée à plus de 150 °C.

Dassault Mirage III A-02

Avion de présérie doté d'une voilure au profil symétrique évolutif de l'emplanture à l'extrémité, très léger et très fin en supersonique, le Mirage III A-02 est dédié principalement à la mise au point du réacteur et aux essais en haute altitude. Il réalise son vol inaugural avec Roland Glavany, le 17 février 1959.

L'appareil est affecté à des mises au point diverses comme l'anémométrie, les entrées d'air additionnelles baptisées " tapettes ", un dispositif qui s'ouvre par dépression sur chaque entrée d'air pour nourrir le réacteur Atar 9. Mais son principal emploi c'est l'expérimentation du moteur-fusée amovible SEPR 840 (15 vols) et SEPR 841 puis, à partir de juin 1961, du SEPR 844 (utilisant du kérosène JP-1 comme carburant) et aux effets de son utilisation sur la cellule (largage détresse). Au total, 444 vols de mises au point des SEPR 841 et SEPR 844 sont réalisés. A ses commandes, le pilote d'essais Jean Marie Saget bat le 20 février 1960 le record français d'altitude : 24 825 mètres (81 600 ft) : c'est le record en Europe.



Mirage III A-02 avec Atar 9B (6 000 kgp avec rechauffe) avec son croupion casquette + moteur-fusée SEPR 841 (1 500 kgp) et une antenne UHF sous carénage en verre époxy implantée au sommet de la dérive. L'angle formé entre la tuyère et la référence horizontale avion est de 9°30'. (© Auteur)

Réalisé dans le cadre de l'exploration des performances en haute altitude de l'Atar 9 B, le déroulement du vol est le suivant :

- mise en route en bout de piste,
- décollage et montée en plein gaz sec (PG sec),
- au niveau de la tropopause enclenchement de la postcombustion (PC),
- allumage du moteur-fusée vers 40 000 ft, accélération continue en montée avec une prise d'assiette très lente de 20 ° puis de 45 ° à cabrer, ce qui donne Mach 2 à l'assiette désirée,
- extinction de la PC et du moteur-fusée (après environ 80 secondes) vers 70 000 ft,
- poursuite de la montée sur une trajectoire semi-balistique jusqu'à l'altitude maximale de 81 600 ft,
- l'Atar 9 B est placé sur plein réduit,
- descente et atterrissage.

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 ".



Reversé au CEV, l'appareil totalise près de 600 sorties au moment de son dernier vol, le 26 mai 1969.

Cédé plus tard à l'école supérieure d'aéronautique ou Sup'Aéro (ISAE) de Toulouse, il sert pour l'instruction technique des futurs ingénieurs. A partir de 1974 il est exposé sur une stèle dans le campus. Le Mirage III A-02 est rénové à deux reprises, en 1996 et en 2009, par des étudiants : peinture, travaux de chaudronnerie et remplacement des pièces.

Une nuit de 1978, un groupe d'étudiants de l'INSA Toulouse, l'école rivale, profite du sommeil du gardien du campus voisin pour dérober le Mirage trônant dans la cour de Sup'Aéro. Après avoir hissé l'avion par-dessus les clôtures, les élèves le tractent avec une Citroën 2CV jusqu'à l'INSA, où il est fièrement exposé, repeint en rose et tagué. L'affaire provoqua un mini scandale.

Depuis cette date, le Mirage A-02 est positionné dans une posture cabrée et ses roues bloquées dans du béton.



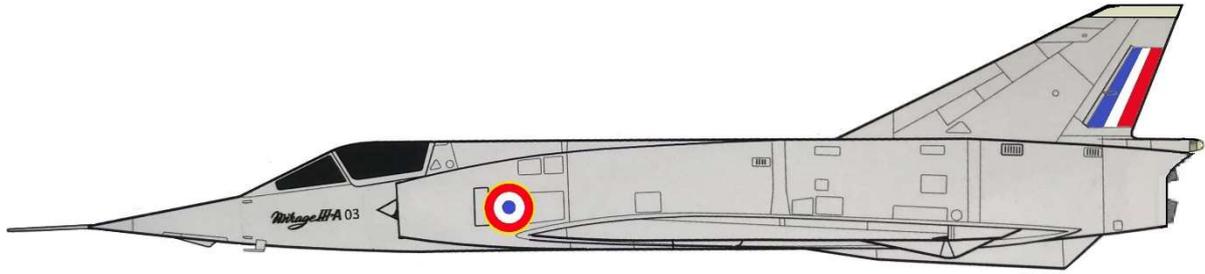
Mirage III A-02 en exposition " pot de fleurs aéronautique " à l'ISAE de Toulouse avec une dérive pointue
(Copyright T. Laurent)

Dassault Mirage III A-03

Troisième avion de présérie, le Mirage III A-03 (F-ZAGQ) vole pour la première fois fin mars 1959. Il connaît la plus courte carrière de tous les appareils de présérie (9 ans et demi). Destiné aux essais d'équipements et d'armements sous voilure, des gouvernes et notamment des élevons, il devient le banc d'essais volant des réacteurs Atar 9 B puis 9 C de juin 1959 à juin 1965.

Le 18 juin 1959, avec Gérard Muselli aux commandes, l'avion bat le record du monde de vitesse en circuit fermé avec 1 762 km/h en dépassant celui du Nord 1500 Griffon II de 118 km/h. Pour ce 29^{ème} vol, le monoréacteur est doté d'une voilure symétrique, plus fine : il vole à 38 500 ft (11 700 m) en abordant l'entrée de son circuit à Mach 1.9 puis pousse à Mach 2. Il parcourt 115 km.

Mis à la disposition de la Snecma, l'année suivante, il teste des Atar 9B dont un hybride avec un canal et une tuyère multivolets provenant d'un Atar 9C. En avril 1960, l'avion est victime de deux incidents : une extinction moteur ce qui conduit son pilote à le poser turbine coupée et, deux semaines plus tard, à la perte du sommet de sa dérive alors qu'il croise en supersonique, à 3 000 mètres et 700 kt. Les essais étant peu concluants - surchauffe du canal réacteur et de la partie arrière du fuselage - il reçoit un véritable Atar 9 C au début de 1961 mais avec toujours des problèmes de surchauffe.



Mirage III A-03 (F-ZAGQ). Avion supersonique à taille de guêpe, il est équipé d'un Atar 9B et d'un petit nez (sans radar) (1960). (© Auteur)

Au cours d'une campagne de mise au point des moteurs-fusées d'appoint, le 15 mai 1963, René Farsy aux commandes du Mirage III A-03 propulsé par un réacteur Atar 9 C3 et un moteur-fusée SEPR 841 développant 1 500 kgp durant 80 secondes, établit un record d'altitude à 85 500 ft (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).

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

- décollage en plein gaz sec (PG 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 du réacteur et du moteur-fusée vers 75 000 ft (21 500 m),
- poursuite de la montée sur une trajectoire semi-balistique jusqu'à 85 500 ft (26 060 m),
- rallumage vers 20 000 ft (6 100 m) et descente.



Il ne porte pas le liseré arc-en-ciel des records (© DR)

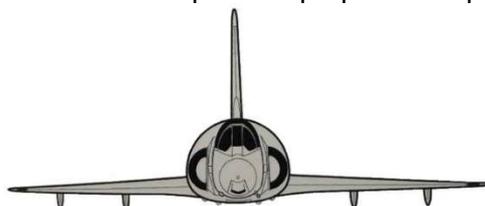


Mirage III A-03 avec une voilure au profil symétrique (Copyright Eric Moreau)

En novembre 1966, l'appareil totalise 630 vols en 574 h 50. Après un chantier de mise au standard, il est affecté à l'Ecole du Personnel Navigant et de Réception (EPNER) pendant un an au profit de la formation des futurs pilotes d'essais.

Sa carrière s'achève le 28 octobre 1968, lors de la campagne de mesures d'intensité du bang sonique au profit du programme Concorde. Pour cette campagne baptisée Jéricho, il faut connaître très précisément les caractéristiques du système de mesure de vitesse à bord de l'avions d'essai il faut étalonner l'anémométrie. Pour ce faire, les passages à la tour consistaient à passer en vol stabilisé à la hauteur de la tour de contrôle, là où les cinéthéodolites pouvaient suivre l'appareil avec précision. Lors du dernier passage à très basse altitude et grande vitesse (600 kt) le moteur décroche puis s'éteint : le pilote, le Cdt Alain Brossier, réussit à s'éjecter sain et sauf.

Aux mains des pilotes de la Snecma, l'appareil réalisera au cours de cinq années, entre 1959 et 1965, 347 vols (356 heures) pour parachever la mise au point du propulseur supersonique.



Mirage III A-03

Dassault Mirage III C-65

Sorti d'usine de Bordeaux-Mérignac en mars 1962, le Mirage III C n° 65 effectue son vol inaugural à la fin du mois avec René Bigand aux commandes puis le monoplace de chasse est pris en compte par l'armée de l'air 4 mois plus tard.

En juin 1962, la célèbre aviatrice française, Jacqueline Auriol, première femme pilote d'essais en France décide de battre le record du monde féminin de vitesse en circuit fermé de 100 km alors détenu par l'américaine Jacqueline Cochrane avec 1 262 km/h sur Northrop T-38 " Talon ". Avec une équipe de techniciens et d'ingénieurs, elle part à Istres pendant une semaine avec le Mirage III C n° 65, au standard strictement de série, prêté par l'Armée de l'air. La tentative se déroulant en haute altitude à 11 200 m (37 000 ft), un guidage permanent est assuré par des radars au sol afin de donner à l'aviatrice la trajectoire idéale. Un radar Cotal suit et enregistre en temps réel le site, l'azimut, l'altitude et le temps. Le parcours en forme de poire est un polygone déterminé par des points correspondant environ aux villes d'Istres, de Sainte-Marie-de-la-Mer, de Saint-Gilles et d'Arles, soit un peu plus de 100 km. Ces points géodésiques étant matérialisés par un hélicoptère. Le record des 100 km, en circuit fermé, est difficile : le pilote est obligé de suivre constamment un cercle, il est en virage permanent. L'accélération tout au long de la course se situe entre 2 et 4 g (2 à 4 fois la pesanteur normale), pendant trois minutes. L'avion vole à deux fois la vitesse du son sur 15 km de rayon. Il faut éviter d'entrer ou de sortir du cercle.

Jacqueline Auriol réalise sept vols d'essai et cinq vols de records, dont le meilleur est accompli le 22 juin, à 1849 km/h en 2' 59 ".



Jacqueline Auriol
(© DR)



Mirage III C n° 65 avec le numéro de série apposé sur le fuselage et le liseré arc-en-ciel des records porté en bandoulière (Juin 1962) (© Histoire & Aviation)

Cet appareil, qui conservera sa bande de record tricolore pendant un peu plus de 7 ans, est le premier avion à aile delta bisonique utilisé par l'Armée de l'air. Il est affecté successivement dans quatre escadrons de Défense aérienne différents : EC 2/13 " Alpes ", en portant le code 13-PJ, entre juillet 1962 et mars 1964, puis à l'EC 1/13 " Artois " avec le code 13-QG, entre juin 1964 et juin 1965, puis à l'EC 1/2 " Cigognes " avec le code 2-EL, entre février 1966 et janvier 1969, puis à l'EC 2/10 " Seine " avec le code 10-RI, entre janvier et avril 1969. Après un entretien majeur (EMJ) d'une durée d'environ cinq mois chez l'avionneur, l'appareil revient à l'EC 2/10 " Seine " avec le code 10-RQ où il reste jusqu'au début janvier 1974 date de son incident. Se posant sur le terrain de Cazaux avec deux réservoirs pendulaires de 1 300 litres, lors d'une mission de préparation de la prochaine campagne de tir, le Cdt Guillot éclate le pneu droit à l'atterrissage et touche de l'arrière du réservoir. Au contact avec la piste, celui-ci enflamme et, malgré l'intervention rapide des pompiers, l'aile gauche est fortement endommagée. L'avion est acheminé au 4^{ème} échelon de réparation.

Alignement de
Mirage III C sur la
base aérienne de
Dijon
(© Armée de l'air)



Caractéristiques du Mirage III C

Motorisation : 1 Snecma Atar 9B3 de
4 250 kgp (sec) et 6 000 kgp (PC)
Envergure : 8.22 m
Longueur hors tout : 14.80 m
Masse à vide : 6 240 kg
Masse au décollage : 11 800 kg
Surface alaire : 34.85 m²
Vitesse maxi : Mach 2.15 (630 kt)

Immobilisé pour réparations chez Dassault pendant près d'un an et demie, il est affecté à l'EC 1/10 " Valois " en mai 1975, il reçoit le code 10-SI et revêtu d'une livrée bleu supériorité aérienne.

Quatre ans plus tard, le Mirage III C n° 65 est détruit dans un accident, en août 1979, près de Compiègne au cours d'un combat à très haute altitude. Lors d'un retournement l'avion est pris de vibrations fortes et entretenues. Victime d'une extinction réacteur, le pilote, le Lcl JM Guesdon, tente plusieurs rallumages en vain puis s'éjecte à une altitude de 900 mètres. L'appareil cumulait 3 165 heures de vol.

Dassault Mirage III R-307

Sorti d'usine de Bordeaux-Mérignac, le monoplace de reconnaissance tactique est pris en compte par l'armée de l'air en juillet 1963. Il se caractérise par l'emport, dans la pointe avant, de six caméras : une nasale, quatre obliques, et une, panoramique.

Jacqueline Auriol, qui avait battu, en juin 1962, le record mondial féminin de vitesse en circuit fermé sur cent kilomètres aux commandes d'un Mirage III C estime pouvoir faire mieux : elle améliore ce record à bord du Mirage III R n°307 (immatriculé F-ZJOX), le 14 juin 1963. De base, le Mirage III R de reconnaissance est plus rapide que le III C d'interception et pour le record, le " 307 " est nanti d'une pointe avant de Mirage III B, plus fine que celle du III R et emportant une instrumentation d'essais.

Elle parcourt la même distance en 174 secondes, à la vitesse moyenne de 2 030 km/h. L'amélioration du record résulte d'une technique de guidage radar extrêmement précise et de l'Atar 9 C3 pourvu d'une survitesse à partir de Mach 1,4. Cette performance est battue un an plus tard par l'américaine Jacqueline Cochrane à bord d'un Lockheed F-104 C " Starfighter " avec 2 097 km/h. Seule pilote d'essai féminin en Europe, avec le Brevet numéro n°176 (promotion Epner 1954), Jacqueline Auriol participera aux essais de nombreux matériels civils et militaires, aux côtés de ses collègues masculins jusqu'en 1971. L'aviatrice aura été, en l'espace de 12 ans (entre 1951 et 1963), cinq fois " la femme la plus rapide du monde ".



Mirage III R de reconnaissance tactique 33-TC n° 307 (© DR).
Son nez, dépourvu de radar, emporte une barre de cinq caméras.



Jacqueline Auriol (© CEV)

Au sein de l'Armée de l'air, le monoréacteur n° 307 est affecté successivement aux escadrons de reconnaissance tactique base de Strasbourg-Entzheim : ER 3/33 " Moselle ", en portant le code 33-TC, entre juillet 1963 et mars 1968, puis à l'ER 2/33 " Savoie " avec les codes 33-NB et 33-NC, entre avril 1968 et avril 1975.

En mars 1972, victime d'un incendie en vol, le pilote, le Cne Rath regagne précipitamment la base de Strasbourg-Entzheim et effectue un atterrissage d'urgence qui se termine dans la barrière d'arrêt. Les pompiers parviennent à limiter les dégâts mais toute la partie arrière du fuselage est détériorée. La réparation chez l'avionneur immobilise l'avion pendant plusieurs mois. L'appareil ne reprend son activité opérationnelle qu'en fin novembre 1973.



Mirage III R 33-TC n°307 ER 3/33 " Moselle " avec le liseré arc-en-ciel des records (© Armée de l'air)

Caractéristiques du Mirage III R

Motorisation : 1 Snecma Atar 9C3 de 4 280 kgp (sec) et 6 200 kgp (PC)
Envergure : 8.22 m
Longueur hors tout : 15.50 m
Masse à vide : 6 600 kg
Masse au décollage : 13 700 kg
Surface alaire : 34.85 m²
Vitesse maxi : Mach 2.15 (630 kt)

Au cours d'un exercice d'interception d'un Mirage III E, en haute altitude, en avril 1975, le pilote perd le contrôle de son appareil qui part en vrille à plat. Malgré les tentatives de récupération du pilote, le Cne Cunat, au cours d'une descente de 6 000 mètres l'avion est détruit près de Cornieville (Meuse). Le pilote s'éjecte et s'en sort indemne. L'appareil cumulait 1 896 heures de vol.



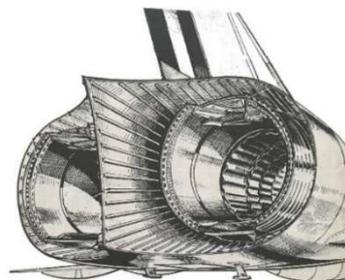
Mirage III R - 33-TA n° 336 ER 3/33 " Moselle " (1966) (© Fujimi)

Dassault Mirage IV-01

Dans son allure générale, le prototype expérimental, à échelle réduite, Mirage IV-01 est très voisin du Mirage III A à l'échelle 2 pour sa surface, sa motorisation et sa masse à vide. En revanche, il emporte trois fois plus de carburant en interne en raison de l'usage prolongé de la postcombustion. Sa fabrication dans les ateliers de Saint-Cloud s'étale sur environ 18 mois et l'avion quitte l'usine à la fin de 1958 pour achever sa finition sur le site de Melun-Villaroche et procéder aux essais au sol avant premier vol. Ces essais révèlent deux problèmes : un risque de flottement vers Mach 0.8 et l'emploi de la génération électrique à courant continu. Premier prototype de définition de la formule et un peu plus petit que le futur Mirage IV A, il effectue son vol inaugural, le 17 juin 1959 à Melun-Villaroche aux mains du chef-pilote Roland Glavany. D'une durée de 40 minutes, l'avion dépasse les 3 600 mètres avec une vitesse de 325 kt (600 km/h). Propulsé par deux Atar 9B de 4 250 kgp en sec et 6 000 kgp avec postcombustion - strictement identiques à ceux des Mirage III C hormis la disposition des deux tuyères bi volets, en position verticale - son rôle est essentiellement destiné à découvrir les problèmes liés aux vols supersoniques prolongés et à leur trouver des solutions. Trois jours plus tard, et pour son troisième vol, l'appareil effectue un passage au XXIII^{ème} Salon de l'Aéronautique et de l'Espace du Bourget. Par la suite, Roland Glavany enchaîne plusieurs vols d'exploration du domaine de vol sans le moindre incident.



Mirage IV 01, " le petit prototype " propulsé par une paire d'Atar 9B et avec sa dérive définitive. L'avion a été décoré sur son nez avec une bande arc-en-ciel célébrant le record établi par René Bigand, le 19 septembre 1960, avec la mention : " Record du monde de vitesse 1 000 km en circuit fermé Cdt Bigand René ". (© Dassault Aviation)

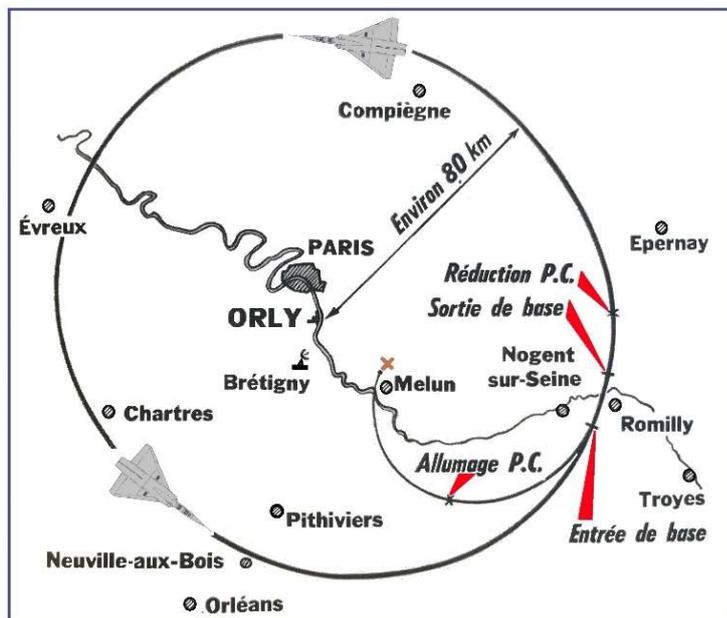


Les deux réacteurs Atar 9B sont installés côte-à-côte dans la partie arrière du fuselage et leurs canaux de rechauffe débouchent sous une " casquette ", à travers des paupières dont l'ouverture s'effectue dans le plan vertical (© DR)

A l'issue de la première tranche d'essais, un chantier est mené pour renforcer la partie avant du fuselage, jugée trop souple pour supporter la perche de ravitaillement, et redéfinir de l'empennage vertical avec un dérive dite " cathédrale " raccourcie d'environ 70 cm. Après des configurations " avion lisse ", le biréacteur poursuit intensivement ses essais d'emport de charges : bidons et maquette de l'arme atomique surnommée " la chose ". Par la suite, ce sont des séries de vols prolongés vers les hautes vitesses et hautes altitudes (16 000 m) à Mach 1.8, le seuil de Mach 2 étant dépassé en décembre 1959, pour son 33^{ème} vol : Mach 2.05 à une altitude de 13 500 m.

Parmi les évènements marquants figurent deux records, en automne 1960. Le 19 septembre 1960, René Bigand bat le record du monde de vitesse sur 1 000 km en circuit fermé, avec 1 822 km/h. Au cours de ce vol (n° 134) plus de 30 minutes seront accomplies entre Mach 1.8 et 2. Il s'agit d'un vol circulaire autour de Paris. Ce cercle de 80 kilomètres, centré sur la capitale, est bouclé deux fois, à une altitude comprise entre 38 000 ft (11 400 m) et 48 000 ft (14 400 m) et jalonné par neuf points sur lesquels l'avion ne doit jamais empiéter.

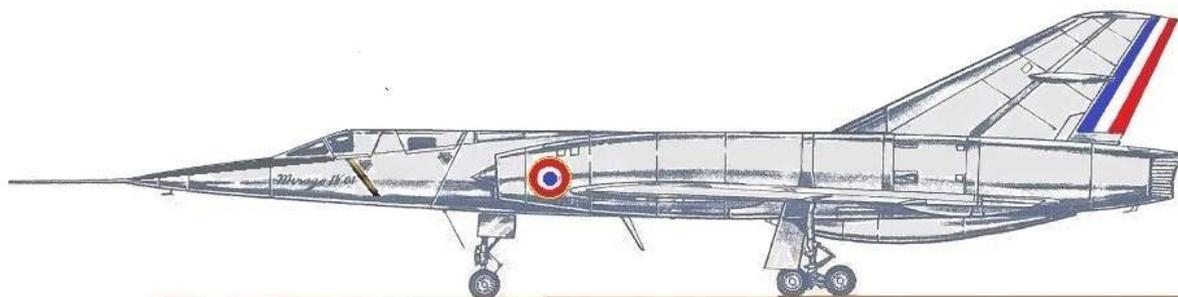
Quatre jours plus tard, le 23 septembre 1960, le biréacteur bat le record du monde de vitesse sur 500 km en circuit fermé, toujours piloté par René Bigand avec une vitesse moyenne de 1 972 km/h.



Décollant de Villaroche, surveillé par les radars de Brétigny-sur-Orge, le Mirage IV-01 décrit un cercle presque parfait qu'il parcourut deux fois en 33 minutes !

En été 1960, le Mirage IV 01 réalise la première campagne d'expérimentation de ravitaillement en vol au sein du CEV sur le SO 4050 " Vautour II A " n° 8 modifié en " tanker " avec une nacelle Douglas. Cette campagne vise à vérifier que le pare-brise en étrave ne gêne pas la visibilité du pilote lors de la manœuvre et à définir la forme optimale de la perche de ravitaillement (axiale ou latérale escamotable). La perche axiale est retenue en raison de l'absence de radar dans la pointe avant et par simplification et gain de masse. Des accouplements (ou contacts secs c'est-à-dire non raccordés aux réservoirs) sont réalisés à des altitudes de 3 500 ft (1 050 m) et 15 000 ft (4 500 m) et à une vitesse de 280 kt (500 km/h).

Equipé d'un radar ventral et d'un carénage de bombe, le Mirage IV-01, participe ensuite, entre 1961 et 1962, au programme de mise au point du Système de Navigation et de Bombardement (SNB) en validant les différents circuits : commandes, climatisation, du Mirage IV A de série. En décembre 1961, il est présenté au Général de Gaulle, à Brétigny-sur-Orge, avec un passage ultra rapide suivi d'un virage quasi-sonique sous un facteur de charge de 8 g.



Mirage IV-01 propulsé par une paire d'Atar 9B de 4 250 kgp en sec et 6 000 kgp avec postcombustion, le réservoir ventral supplémentaire RS 21 de 1 600 litres mais sans perche de ravitaillement vol (1959). La tuyère est dotée de deux volets disposés verticalement. Epaisseur relative de l'aile : 3.5%. L'appareil ne comporte aucun équipement opérationnel, ses soutes étant occupées par les équipements d'essais.

Venant de finir son travail de prototype expérimental, sa carrière s'achève brutalement avec sa destruction lors d'un accident le 13 février 1963. Au cours d'un vol de routine, en subsonique, l'équipage composé du Commandant Jeanjean et du Capitaine Barbe, s'envole de Brétigny-sur-Orge pour réaliser une cartographie radar de la vallée du Rhin. Mais 20 minutes après le décollage, par suite de la rupture de la roue mobile n°1 (RM1) du moteur droit, l'appareil devenu incontrôlable est détruit, près d'une ferme à Bray-en-Val, dans la région d'Orléans. Le pilote et le navigateur s'éjectent sains et saufs, mais le pilote, se fracture les deux jambes à l'arrivée au sol. L'avion volait depuis près de quatre ans et totalisait 400 heures de vol.

Caractéristiques du Mirage IV-01

Motorisation : 2 Snecma Atar 9B de 4 250 kgp (sec)
et 6 200 kgp (PC)

Envergure : 11.75 m

Longueur sans perche : 19.90 m

Masse à vide : 12 700 kg

Masse au décollage : 20 343 kg

Surface alaire : 70 m²

Vitesse maxi : Mach 2 (700 kt)

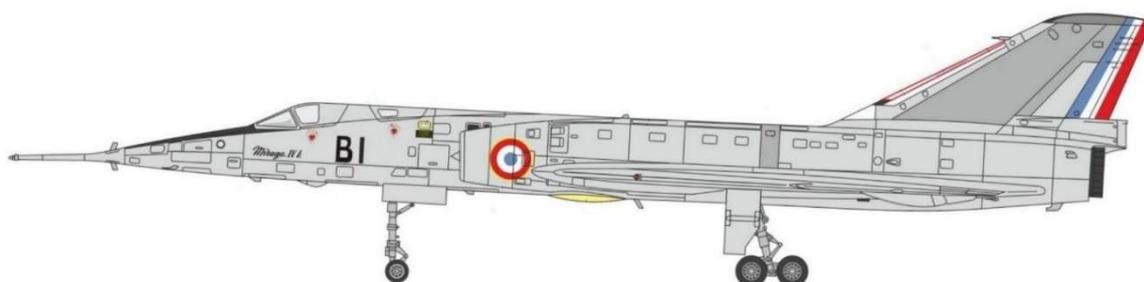


Dassault Mirage IV A-36 "Bravo India" devenu Mirage IV P

Sorti d'usine de Bordeaux-Mérignac novembre 1965, le Mirage IV A n° 36 (A comme Atomique) est pris en compte par l'Armée de l'air quelques mois plus tard et affecté à l'EB 1/91 "Gascogne" basé à Mont de Marsan et première unité à recevoir l'avion et qui prendra sa première alerte nucléaire le 5 octobre 1964. Il sert ensuite dans tous les escadrons de bombardement équipés de Mirage IV A.

Le bombardier de dissuasion nucléaire est resté en service opérationnel dans l'Armée de l'air d'octobre 1964 jusqu'à l'été 1988. Sélectionné avec le Mirage IV A n° 9 (codé AH) pour participer à l'opération "Tamouré", le largage de la bombe sur le Centre d'Essais du Pacifique (10 mai - 28 juillet 1966), il s'envole le 10 mai 1966, pour la première traversée transatlantique d'un avion de combat français entre la France et les États-Unis.

Pour assurer cette mission, l'avion est équipé en configuration lourde subsonique, avec un réservoir semi-conforme RS 21 de 1 600 litres (surnommé "réservoir lune") occupant sous le fuselage la place de l'arme nucléaire, et les deux bidons pendulaires de 2 500 litres sous la voilure, ce qui fait un total de 6 600 litres de carburant. Le Bravo India a été choisi, entre autres, pour sa faible consommation d'huile la capacité en huile des deux réacteurs limitant l'autonomie : cependant la capacité de chaque réservoir moteur (14,2 litres) a été augmentée avec l'ajout d'un réservoir d'une contenance de 6 litres placé dans la cellule.



Dassault Mirage IV A-36 (F-THBI) EB 1/91 "Gascogne" (1967). Comme tous les autres appareils, le "Bravo India" ne portait pas l'insigne de son unité, car, avant 1967, les Mirage IV A changeaient fréquemment d'unité mais aussi pour des raisons de confidentialité, ils ne portaient quasiment jamais d'insignes d'escadron, seules les deux lettres de leur code de fuselage, portées à partir de 1966, permettaient de les identifier.

Piloté alternativement par trois équipages des forces aériennes stratégiques (FAS) : Cdt Dubroca (pilote), Cne Caubert (navigateur), Cne Dumas (pilote), Cne Loisy (navigateur), Col Blanc (pilote), Cne Lehalle (navigateur) ce vol de convoyage, Mont-de-Marsan - Hao, effectué en quatre tronçons ou étapes :
- le 10 mai 1966, Mont-de-Marsan - Otis Air Force Base (AFB), près de Boston, traversée transatlantique de 5 800 km en 7 h 40 pour trois ravitaillements (20,8 tonnes de kérosène transféré) ; la traversée océanique s'effectue avec de forts vents en altitude et de force très supérieure à 100 nœuds (180 km/h) sur la majeure partie du trajet,

- le 11 mai 1966, Otis AFB - Mather AFB près de Sacramento (Californie), traversée des États-Unis d'est en ouest de 4 300 km en 6 h 30 de vol pour un seul ravitaillement, le biréacteur fait un peu de supersonique au-dessus des grandes prairies du nord-ouest,
- le 12 mai 1966, Mather AFB - Hickam AFB près de Honolulu (Hawaï), traversée transpacifique de 5 100 km en 5 h 10 et 2 ravitaillements,
- le 13 mai 1966, Hickam AFB - Hao, 5 000 km en 6 h 10 et 2 ravitaillements d'un total de 13 tonnes. Le n° 36 se pose, à l'heure prévue, sur la piste de 3 380 m de la BA 185 de Hao, en Polynésie française.

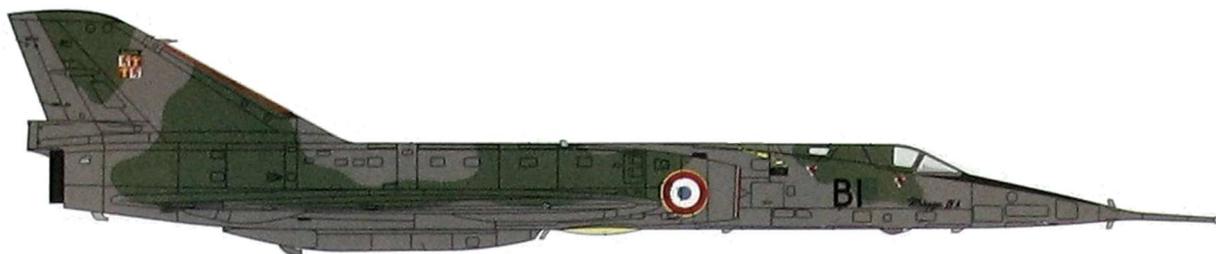
Toutes les étapes sont effectuées dans des conditions satisfaisantes. Pas le moindre dépannage ne fut nécessaire et les heures de décollage prévues par l'ordre d'opérations furent respectées à la minute. L'accueil sur les bases de l'USAF est extrêmement cordial et le Mirage IV est l'objet de nombre de photos et de films. Une émission de télévision en couleurs fut même consacrée au passage du détachement.



Opération " Tamouré " (Le Tamouré est une danse polynésienne à deux temps) - Itinéraire aller (20 200 km - 25 h 30) en quatre étapes avec huit ravitaillements en vol (© DR)

Il est à noter que la limitation de l'endurance en vol provient de la quantité d'oxygène liquide embarqué dans la pointe avant de l'appareil (près de 10 heures d'autonomie) et de la capacité en huile de chaque réacteur mais surtout de sa consommation horaire. Tous les moteurs Atar 8 et 9 fonctionnent à l'huile perdue au niveau des 2^{ème} et 3^{ème} palier du compresseur. De plus les 9 vérins de tuyères utilisent l'huile comme fluide puissance. En pratique, les réservoirs d'huile des Atar 9K13, d'une contenance de 14,2 litres, permettaient d'effectuer des missions de plus de 10 heures. La consommation en huile de chaque moteur pouvait atteindre 1 litre par heure.

Mais au retour d'un vol de préparation, le 10 juin 1966, l'appareil est indisponible car il est accidenté lors d'un atterrissage en raison de la formation brutale de vapeurs de condensation dans la cabine suite à un changement de pression dû au système de conditionnement d'air. Altérant fortement la visibilité, le pilote (Colonel Blanc) se pose rudement sur le train principal gauche avant le seuil de piste, fait une sortie de piste et finit sa course sur le ventre. Bien que peu importants grâce à la robustesse exceptionnelle de l'appareil, les dégâts ne permettent pas d'effectuer la réparation sur place. Les amortisseurs sont endommagés, et il faudrait inspecter la structure à la recherche d'éventuels dommages, mais il n'y a pas d'équipements ou de pièces de rechange sur place. Le Mirage IV A n° 9, arrivé par voie maritime, qui reste alors le seul disponible réalise le premier essai, en conditions réelles, d'un largage de la bombe atomique à la verticale de Mururoa. Ce sera l'unique essai atomique à partir d'un avion. Le n° 36 doit être renvoyé en métropole par bateau pour être réparé. Il revolera six mois plus tard. Après cet accident, le général de Gaulle se serait exclamé : " Mais que faisait un colonel aux commandes de cet avion ? "



Dassault Mirage IV P-36 (F-THBI) ERS 1/91 " Gascogne " (2004) avec un camouflage vert et gris intégral dit " Centre Europe ". Appareil légendaire aux formes très épurées, il emporte en position semi ventrale le container technique de prises de vues CT-52.

Jusqu'au milieu de la décennie 1970, recouvert d'un fini entièrement aluminium avec la dérive tricolore, le n°36 assure une permanence dans le cadre de la dissuasion nucléaire. Avec le développement des missiles sol/air, la mission nucléaire menée en haute altitude jugée trop dangereuse est modifiée : l'avion doit alors pénétrer le territoire ennemi à basse altitude, sous la couverture radar, prendre de l'altitude juste au-dessus de sa cible larguer une bombe AN-22 freinée puis replonger et faire le retour à basse altitude. Pour cette mission les appareils sont renforcés et reçoivent un camouflage en tons sombres. En janvier 1977, c'est l'un des premiers Mirage IV A à arborer une peinture de camouflage, vert et gris.

Avec l'arrivée des missiles de croisière moyenne portée (ASMP) à statoréacteur, 19 appareils sont convertis en Mirage IV P (P pour Pénétration) afin de pouvoir l'emporter. Entre mai 1986 et décembre 1989, il fait partie des appareils modernisés et modifiés pour utiliser l'ASMP à tête thermonucléaire modulable donnant, selon le profil de la mission, une allonge de 30 à 400 km. Comme toute la flotte, il adopte des marquages basse visibilité et des petites cocardes sans liserés mais avec, pour la première fois, les insignes de l'unité. Entré en entretien majeur en septembre 1985, il ressort début juillet 1986 après sa transformation en Mirage IV P.

En août 1996, quand la mission nucléaire ASMP est transférée aux Mirage 2000 N, l'escadron de bombardement 1/91 " Gascogne " devient l'ERS (Escadron de Reconnaissance Stratégique) 1/91 " Gascogne " conservant six Mirage IV P, exclusivement dédiés, à la reconnaissance. Pour assurer cette mission, les avions emportent un container technique désigné CT-52 installé dans la cavité, entre les deux moteurs, normalement prévue pour l'arme nucléaire. Parmi les faits marquants de cette époque, le Mirage IV P n° 36 réalise le dernier décollage assisté par fusées Jato (Jet Assisted Take Off) de l'histoire du bombardier stratégique, le 28 mars 2000 à Mont-de-Marsan.

L'ERS 1/91 " Gascogne " reste opérationnel jusqu'en fin juin 2005, quand les autorités décident de mettre fin à la carrière des Mirage IV P.

Fin 2004, le Bravo India n° 36 effectue son dernier vol, entre Mont-de-Marsan et Istres-Le Tubé, six mois avant l'ultime vol d'un Mirage IV. Depuis 2005, le n° 36 est préservé sur la base aérienne d'Istres. Habituellement placé sur stèle devant le Poste de Commandement (PC) de la base, il a été exposé en statique lors de la cérémonie d'anniversaire des 50 ans des FAS, en octobre 2014.

Au total le Mirage IV P n° 36 (F-THBI) a sillonné les cieux pendant plus de 40 ans. Jusqu'au bout le Mirage IV n'aura pas eu d'équivalent en Europe.



Poste pilote : banquette gauche, planche de bord, banquette droite (© DR)

Caractéristiques du Mirage IV-A / IV-P

Motorisation : 2 Snecma Atar 9K13 de 4 860 kgp (sec) et 6 700 kgp (PC), Atar 9K14 de 4 900 kgp (sec) et 6 900 kgp (PC).

L'Atar 9K est doté d'un correcteur électronique de température de la turbine qui lui permet de fonctionner à une température maximale de 930°C entièrement régulée, optimisant les performances et la consommation du Mirage IV, donc son rayon d'action.

Envergure : 11.84 m

Longueur sans perche : 23.32 m

Hauteur : 5 m

Masse à vide : 15 000 kg

Masse maximale au décollage : 33 000 kg

Surface alaire : 78 m²

Vitesse maxi : Mach 2

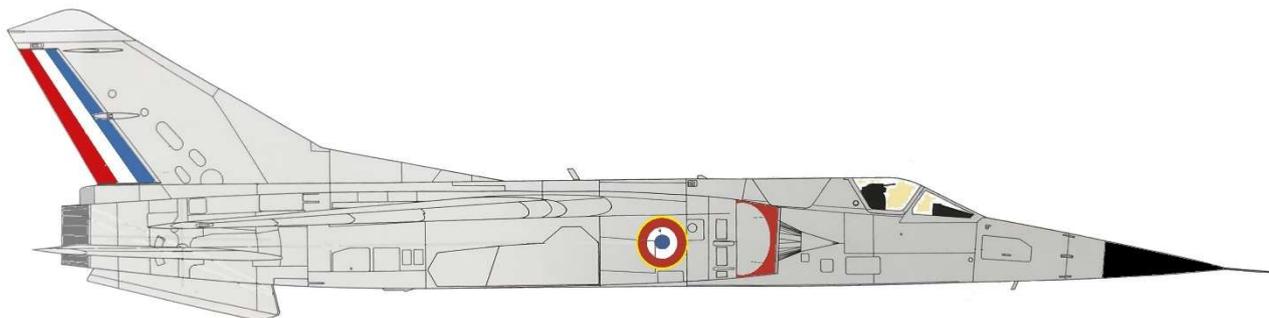


Mirage IV A avec sa livrée couleur aluminium naturel

Dassault Mirage G8-02

Second prototype du Mirage biréacteur à flèche variable, le G8-02 se distinguait du premier appareil essentiellement par ses entrées d'air conçues pour atteindre Mach 2,5. Elles comportaient des noyaux mobiles longitudinalement, d'avant en arrière, dits " souris ", permettant une adaptation du moteur aux différents nombres de Mach de vol. Elles étaient du type double cône, l'angle du corps principal du cône pouvant être différent de l'angle au sommet. Sa carrière aux essais a été relativement courte : 2 ans et 4 mois.

En raison de la flèche variable, la voilure ne possédait pas d'ailerons : le roulis était produit par un braquage différentiel de la gouverne monobloc de profondeur baptisée " tailerons " (contraction des termes anglais " tail " et " aileron "). Un braquage symétrique provoquait un tangage, un braquage différentiel du roulis.



Dassault Mirage G8-02. Il se distingue du premier prototype sur plusieurs points : monoplace, il est étudié au départ pour atteindre Mach 2,5 et comporte des entrées d'air à jupes mobiles, mieux adaptées aux grandes vitesses que les classiques souris. Par ailleurs, des points d'accrochage pivotants sous voilure sont intégrés. (© Auteur)

Jean-Marie Saget effectue le vol inaugural du prototype le 13 juillet 1972. Après un chantier de modification au niveau des entrées d'air, entre novembre 1972 et janvier 1973, il est réceptionné par le CEV. En mai, le biréacteur réalise un vol de 15 minutes à Mach 2.

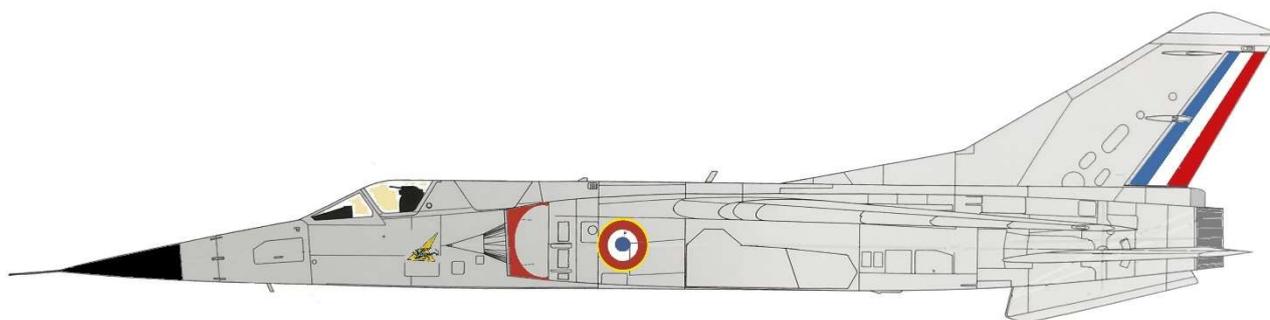
Pour son premier anniversaire, le 13 juillet 1973, à son 74^{ème} vol, le Mirage G8-02 atteint la plus grande vitesse jamais réalisée par un avion en Europe occidentale : Mach 2,34 à 41 000 pieds (12 800 m), l'avion accélérant encore et volant plus de 30 minutes à Mach 2. En 2022 ce record de vitesse est toujours inégalé.

Maniable, facile à piloter, à basse altitude, à quelques 300 mètres au-dessus de la mer, le biréacteur est capable de vol en supersonique à Mach 1,2.

En mars 1974, pour son 94^{ème} vol, il débute une campagne d'essais de charges pivotantes sous voilure avec des variations de flèche allant de 23° à 55°. Par la suite, le prototype réalise des missions de ravitaillement en vol derrière un Boeing C-135 F " Stratotanker ".

Le dernier vol du Mirage G8-02 a lieu le 22 novembre 1974, l'appareil ayant accumulé 137 vols en 122 heures et le projet est abandonné peu après. Il est stocké à Istres puis découpé afin que l'avant serve de simulateur au CEV. Cependant, la cabine et d'autres pièces sont récupérées par le musée européen de l'Aviation de Chasse de Montélimar où elles sont désormais exposées.

Malgré toutes ses performances, l'appareil est trop cher et la formule de l'envergure variable, trop complexe, engendre plus de problèmes que d'avantages.



Dassault Mirage G8-02 avec l'insigne de la SPA 65 " Chimère " devant l'entrée d'air (© Auteur)

Caractéristiques du Mirage G8-02

Motorisation : 2 Snecma Atar 9K50 de 5 000 kgp (sec) et 7 200 kgp (PC)

Envergure : 15.30 m (23°) / 8.65 m (70°)

Longueur : 20.20 m

Masse à vide : 16 070 kg

Masse au décollage : 24 580 kg

Surface alaire : 34 m²

Vitesse maxi : Mach 2.5



Dassault Mirage III B et III E, Mirage IV A, Mirage F1, Mirage G8-01 (© Dassault Aviation)

Remerciements : Patrick Vinot Préfontaine, Alain Crosnier, Mr Josef Vebr

Publications consultées

- Gerfaut & Griffon - Conquête du Statoréacteur et de l'aile delta en France - Serge Kaplan et Philippe Ricco
- Les monoréacteurs Dassault à aile delta Mirage III Tome I (2000), Tome II (2004), Tome III (2008) : B. Chenel, E. Moreau, P. Audoin - Edition DTU
- L'Atar et tous les autres moteurs à réaction français - Alfred Bodemer et Robert Laugier - Edition J.D. REDER (1996)
- Histoire & Collections " Les matériels de l'armée de l'Air et de l'Aéronavale " : GAMD Mirage III, tome I : versions C, B, R et B2 ; tome II : versions E, RD, BE et 5F ; GAMD Mirage IV du bombardement à la reconnaissance stratégique
- Bi-mensuel "Aviation Magazine International", Magazine de l'Armée de l'Air "Air Actualités", Bulletin de la Sécurité des Vols de l'Armée de l'Air (BSV), Dassault Magazine, Mensuel "Le Fanatique de l'Aviation", Magazine Raid Aviation
- Publications Snecma : La Lettre Snecma, Journal interne de Snecma Moteurs, Snecma Magazine

Tableau récapitulatif

Records réalisés avec des turboréacteurs Snecma Atar			
Année	Appareils	Records	Pilotes
16/02/1957	Gerfaut II avec Atar 101 G (4 400 kgp avec rechauffe)	Record de montée à 15 000 m en 3'35".	André Turcat
28/02/1957	Gerfaut II avec Atar 101 G (4 400 kgp avec rechauffe)	Vitesse ascensionnelle départ arrêté : 3 000 m en 50 secondes	Michel Chalard
18/01/1958	Etendard IV 01 avec Atar 101 E-4 (3 700 kgp)	Vitesse moyenne en circuit fermé : 1 020 km/h	Pierre Galland
24/10/1958	Mirage III A-01 " Honoré " avec Atar 9B (6 000 kgp avec rechauffe)	Premier avion européen à franchir Mach 2 en palier sans l'aide d'une fusée d'appoint	Roland Glavany
27/10/1958	Griffon II avec Atar 101 E-3 (3 500 kgp) et statoréacteur Nord	Vitesse de Mach 2,065 à 18 220 m	André Turcat
25/02/1959	Griffon II avec Atar 101 E-3 (3 500 kgp) et statoréacteur Nord	Vitesse en circuit fermé sur 100 km : 1 643 km/h	André Turcat
18/06/1959	Mirage III A-03 avec Atar 9B (6 000 kgp avec rechauffe)	Vitesse en circuit fermé sur 100 km : 1 762 km/h	Gérard Muselli
01/09/1959	Griffon II avec Atar 101 E-3 (3 500 kgp) et statoréacteur Nord	Vitesse maxi en Europe : Mach 2,19 à 14 600 m	André Turcat
20/02/1960	Mirage III A-02 avec Atar 9B (6 000 kgp avec rechauffe) + moteur-fusée SEPR 841	Montée à 24 825 m (81 600 ft)	Jean Marie Saget
19/09/1960	Mirage IV-01 avec deux Atar 9B (2 X 6 000 kgp avec rechauffe)	Vitesse en circuit fermé sur 1 000 km : 1 822 km/h	René Bigand
23/09/1960	Mirage IV-01 avec deux Atar 9B (2 X 6 000 kgp avec rechauffe)	Vitesse en circuit fermé sur 500 km : 1 972 km/h	René Bigand
22/06/1962	Mirage III C-65 avec Atar 9B (6 000 kgp avec rechauffe)	Vitesse en circuit fermé sur 100 km (féminin) : 1 849 km/h	Jacqueline Auriol
15/05/1963	Mirage III A-03 avec Atar 9C (6 200 kgp avec rechauffe) + moteur-fusée SEPR 841	Plus haute altitude atteinte en France : 26 060 m (85 500 ft)	René Farsy
14/06/1963	Mirage III R-307 avec Atar 9C (6 200 kgp avec rechauffe)	Vitesse en circuit fermé sur 100 km (féminin) : 2 030 km/h	Jacqueline Auriol
10/05/1966 au 13/05/1966	Mirage IV A-36 avec deux Atar 9K13 (2 X 6 700 kgp avec rechauffe)	Raid France - Tahiti (20 200 km) en 25 heures 30 minutes avec ravitaillements en vol et quatre étapes	Cdt Dubroca, Cne Caubert Col Blanc, Cne Lehalle Cne Dumas, Cne Loisy
13/07/1973	Mirage G8-02 avec deux Atar 9K 50 (2 X 7 200 kgp avec rechauffe)	Vitesse maxi atteinte en France et en Europe Mach 2,34 à 12 800 m (42 000 ft)	Jean Marie Saget

Le SO-30 "Nene" : banc d'essai volant (1951 – 1953)

Les années cinquante furent riches en prototypes destinés à tester de nouvelles formules aérodynamiques ou de nouvelles propulsions. Le SNCASO SO 30 "Nene" fut l'un de ceux-ci. Construit à Châtillon en 1946, le SO 30 R-02 appelé "Bellatrix" (du nom d'une étoile géante bleue de la constellation d'Orion), immatriculé F-WAYB, est équipé de deux moteurs à pistons en étoile Gnome et Rhône 14 R de 1650 ch qui lui donne une vitesse de 535 km/h. Modifié avec un empennage bidérive, il décolle pour la première fois le 17 juin 1947, avec Daniel Rastel aux commandes.

Le SO-30 R-02 "Bellatrix"

Entre les mois de juin 1947 et mi-février 1949, le bimoteur à hélices enchaîne des campagnes d'essais en vol à partir de Villacoublay, site de l'avionneur, et du Centre d'Essais en Vol (CEV) de Brétigny-sur-Orge.

Confié au CEV après son sixième vol constructeur, il réalise plusieurs sorties émaillées de nombreux incidents : usures anormales des pneumatiques, fuites hydrauliques, surchauffes moteurs, non verrouillage de la jambe gauche du train d'atterrissage principal en position haute à deux reprises. La seconde fois et malgré la procédure de rentrée en secours, le pilote a dû effectuer une violente ressource pour assurer le verrouillage en position basse.

Au total, en vingt mois entrecoupés de plusieurs semaines d'immobilisations pour travaux et réparations, il comptabilise une cinquantaine de sorties.



SO-30 "Nene" 01 appelé "Bellatrix" propulsé par deux réacteurs Hispano-Suiza "Nene" 102 (1951).



SO-30 "Nene" 01 en vol. A noter les entrées d'air de forme ovale.

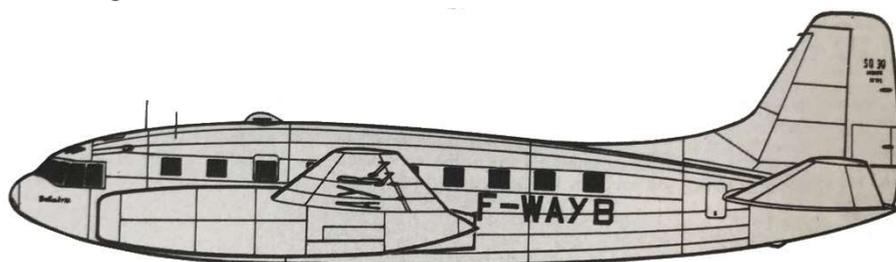
Le SO-30 "Nene"

En 1950, au cours d'un vaste et long chantier qui dure plus d'un an, il est converti en biréacteur expérimental avec une paire d'Hispano-Suiza (HS) "Nene" 102 B (fabriqué sous licence Rolls-Royce), montés en nacelles sous les ailes et un empennage vertical provenant du bombardier biréacteur SO-4000. Propulseur standard de l'aviation à réaction française de la fin des années 1940 et de la première moitié de la décennie 1950, simple et robuste, le Nene est un moteur à flux centrifuge, double entrée, donnant une poussée au point fixe de 2 270 kg au régime de 12 300 tr/mn. Son rapport de pression est de 4,4 et sa température devant turbine de 800 °C.

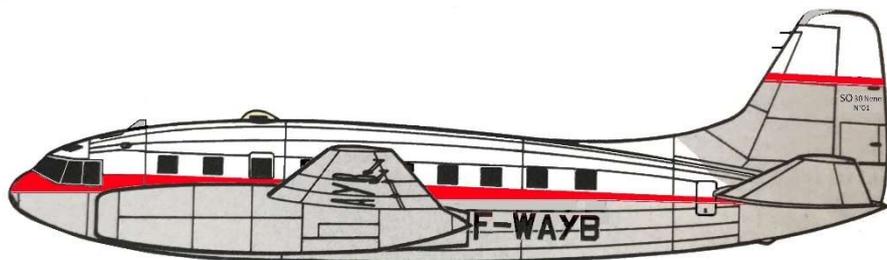
Conçu pour le transport de 43 passagers, le SO-30 "Nene" est destiné à l'étude des problèmes que pose l'utilisation commerciale d'un avion à réaction volant à des altitudes pouvant atteindre 10 000 mètres. Pour les réacteurs notamment, le but est de vérifier les avantages du réacteur sur le moteur à pistons en ce qui concerne les facilités d'exploitation (simplicité, sûreté, entretien) mais aussi de fixer les intervalles de révisions générales.

Son train d'atterrissage est renforcé, les extrémités des ailes sont tronquées et l'appareil récupère son empennage vertical monodérive prévu à l'origine.

Le biréacteur expérimental SO-30 "Nene" 01, immatriculé F-WAYB, après sa sortie d'usine (mars 1951). Sa dérive prolongée vers l'avant par une arête dorsale provient du bombardier biréacteur SO-4000.
(© Joël Mesnard)



Premier prototype d'avion de transport à réaction français, l'avion vole le 15 mars 1951, piloté par Charles Goujon. Le bimoteur déjaugage vers 150 km/h après une longueur de roulement de 500 mètres. Selon les pilotes, l'appareil présente de bonnes qualités de vol et un pilotage agréable mais nécessitant des efforts importants aux pieds. Après une première tranche d'essais en vol, il est équipé d'une cabine pressurisée et insonorisée. La cabine climatisée a été prévue pour y maintenir à 10 000 mètres d'altitude, la pression existante à 4 000 m, avec possibilité de conserver la pression de 2 500 mètres, jusqu'à des altitudes légèrement inférieures. Au niveau de la voilure et des empennages, les bords d'attaque sont équipés du dégivrage thermique grâce à un prélèvement d'air chaud pris sur les tuyères. Pour les besoins des essais, le fuselage contient une gamme complète d'enregistreurs photographiques Hussonot-Beaudouin (HB) et une grande partie des planches de bord est photographiée automatiquement.



Le biréacteur expérimental SO-30 " Nene " 01 avec sa seconde livrée : couleur aluminium naturel pour les surfaces inférieures et blanc sur la partie supérieure du fuselage et de la dérive. Un bandeau rouge sépare les couleurs gris et blanc (1953).
(@ Auteur)

La première campagne d'essais porte sur sa tenue en survitesse, le vol sur un seul réacteur, des extinctions et rallumages. Comme tous les réacteurs à flux centrifuge de cette époque, leur conduite est particulière et doit se gérer précautionneusement par le pilote car il ne faut pas réduire brutalement les gaz ou les mettre à fond, le risque d'extinction étant important. Sur le biréacteur les mains du pilote doivent accompagner l'accélération ou décélération des réacteurs " Nene ", au sol comme en vol, sous peine de les éteindre. Le " Nene " étant dépourvu du contrôleur d'accélération, il doit donc anticiper, car une bonne vingtaine de secondes séparent le ralenti du plein gaz.

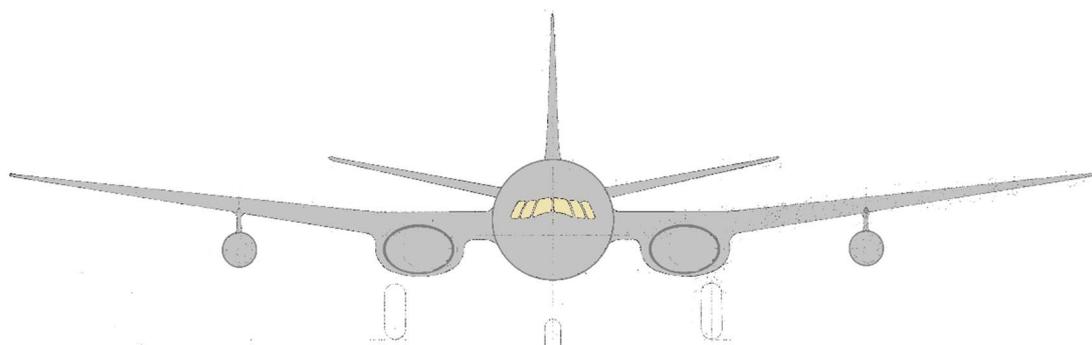
Au mois de juin 1951, le SO-30 " Nene " est présenté au XIX^{ème} salon aéronautique du Bourget où il fait sensation. La même année, il débute les essais des variantes à pousse augmentée : les Nene 104 et 105.

En fin d'année 1951, il franchit le cap des 50 heures de vol. Il reprend ses vols, le 29 février 1952, puis reçoit à partir du mois de juin deux réservoirs pendulaires fuselés (825 litres) sous les ailes. Par la suite il sert notamment au CEV de Brétigny-sur-Orge à étudier les problèmes de pressurisation, d'insonorisation, de dégivrage et comme banc volant pour la mise au point d'équipements. En fin août 1953, au moment où il franchit le cap symbolique du 100^{ème} vol, le biréacteur est utilisé pour l'étude de la résistance des voilures, par une méthode de largage de maquettes au cours de vols à grande vitesse.

Avec les réacteurs " Nene ", le SO-30 atteint une vitesse maximale voisine de 800 km/h (Mach 0.7) et une vitesse ascensionnelle de 10 m/s près du sol, monte à 7 000 mètres en 14 minutes, son plafond pratique étant de 13 000 mètres et son autonomie de 1 760 km.

Son pilotage ne présente pas de problème particulier, hormis l'atterrissage où il est considéré comme " pointu " car il ne dispose pas d'aérofreins.

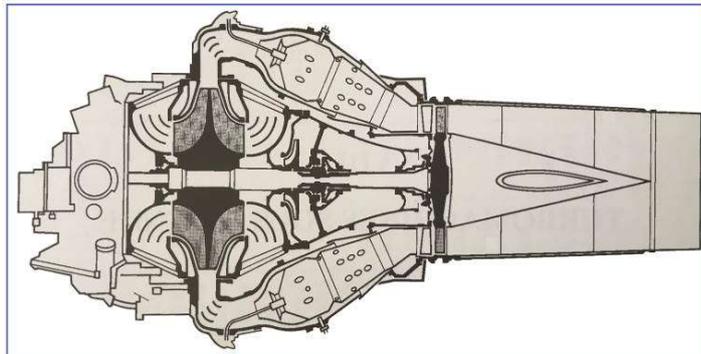
Son dernier vol date de septembre 1953. Au total, le SO-30 réalisera un peu plus de 150 sorties dont les deux tiers avec les réacteurs Nene. Réformé en mars 1954, il reste dix ans à l'abandon à Brétigny-sur-Orge puis est ferrailé en 1964.



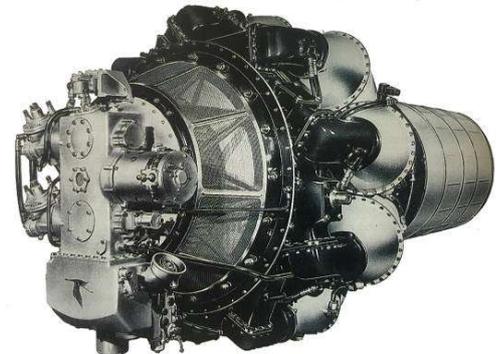
SO-30 " Nene " 01 - Vue de face

Le moteur Hispano-Suiza "Nene "

D'avant en arrière, il comprend un compresseur centrifuge à double face, neuf chambres de combustion tubulaires (ou tubes à flammes individuels) à écoulement direct, une turbine axiale monoétage à aubes pleines. Les équipements groupés à l'avant du moteur sur un boîtier d'engrenages comprennent : le régulateur barométrique, les pompes à carburant et huile, le compte-tours et une prise de mouvement avion. A l'arrière, le cône d'échappement et la tuyère fixe.



Hispano-Suiza " Nene " 102 - Coupe longitudinale



Hispano-Suiza " Nene " 102

Au cours de sa carrière, l'appareil sera équipé successivement de Nene 102 (dit " lourd "), Nene 104 et Nene 105 (dits " allégés "). Fiable et robuste, le moteur fonctionne, en moyenne, 220 à 250 heures avant révision puis ultérieurement à près de 450 heures.

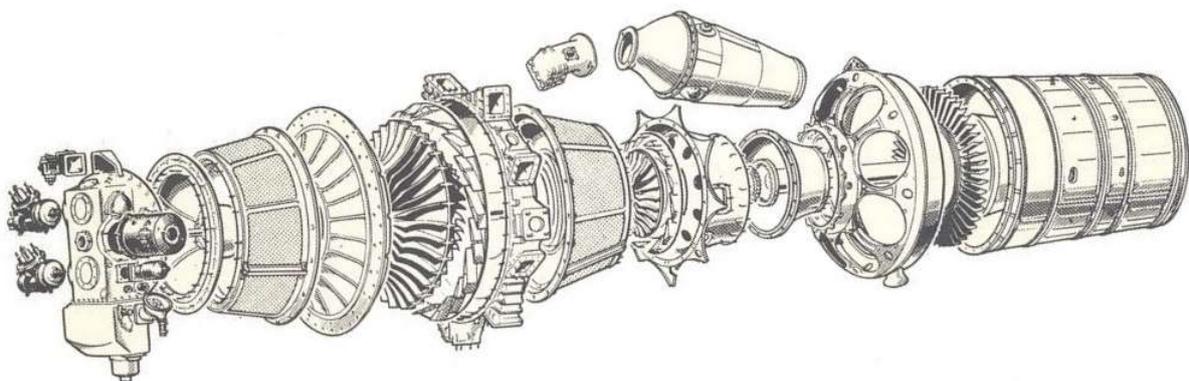
Homologué en 1948 et mis en service l'année suivante, le " Nene " 102 avec un carter en alliage d'aluminium a une masse totale de 789 kg.

En 1950, Hispano-Suiza lance la version " Nene " 103 (dit " léger ") avec un carter en magnésium d'où un gain de masse du moteur de 80 kg. Les six prototypes (n° 231 à 236) fabriqués par HS n'ont jamais été mis en service. L'année suivante, le " Nene " 104 qui sort avec un carter renforcé tourne au régime de 12 500 tr/mn en délivrant une poussée de 2 310 kg pour une masse de 729 kg. Construite à 771 exemplaires, cette version est déclinée en quatre variantes A, B, C et D se différenciant par : un nouveau capotage du cône d'échappement, une chambre de combustion et une section du distributeur de turbine améliorés, des aubes en alliage Nimonic 80.

En 1952, apparaît le " Nene " 105 avec tubes à flammes améliorés, allumage haute-énergie et d'importantes modifications du circuit d'alimentation en carburant. Il est plus puissant et surtout plus performant car adapté aux températures élevées des pays chauds. 294 exemplaires sont produits.

Type	Poussée (kgp)	Consommation spécifique	Vitesse de rotation (tr/min)	Débit d'air (kg/s)	Rapport de pression	Masse totale (kg)	Température amont turbine (°C)
Nene 102 B	2 270	1,06	12 300	40	4,4	789	800
Nene 104 A, B, C, D	2 310	1,06	12 500	41	4,4	730	830
Nene 105 A	2 315	1,06	12 500	41	4,4	735	850

Seules les versions 104 et 105 ont été vendues à l'étranger, l'Inde avec 225 exemplaires et Israël avec 202 exemplaires, afin d'équiper le Dassault MD-450 " Ouragan ".



Hispano-Suiza " Nene " 102 - Vue éclatée



Le SO-30 " Nene " lors de son premier vol en mars 1951
(Archives AAEV-Brétigny)



Le SO-30 " Nene " au roulage
(Archives AAEV-Brétigny)

Caractéristiques du SO-30 " Nene "

Caractéristiques générales :

- Envergure : 25.79 m
- Longueur : 18,60 m
- Hauteur : 6,85 m
- Surface alaire : 84.60 m²

Masses :

- A vide : 12 000 kg
- Carburant : 5 000 kg (4 500 litres en interne et 1 750 litres pour les deux réservoirs pendulaires)
- Maximale (plein interne complet) : 18 000 kg

Performances :

- Vitesse maximale : 750 km/h en palier à 10 000 m
- Plafond : 13 000 m
- Vitesse ascensionnelle au sol : 12.40 m/sec
- Distance franchissable à 10 000 m : 1 760 km
- Longueur au décollage avec franchissement d'un obstacle de 15 m de hauteur : 1 150 m
- Autonomie : 1 760 km



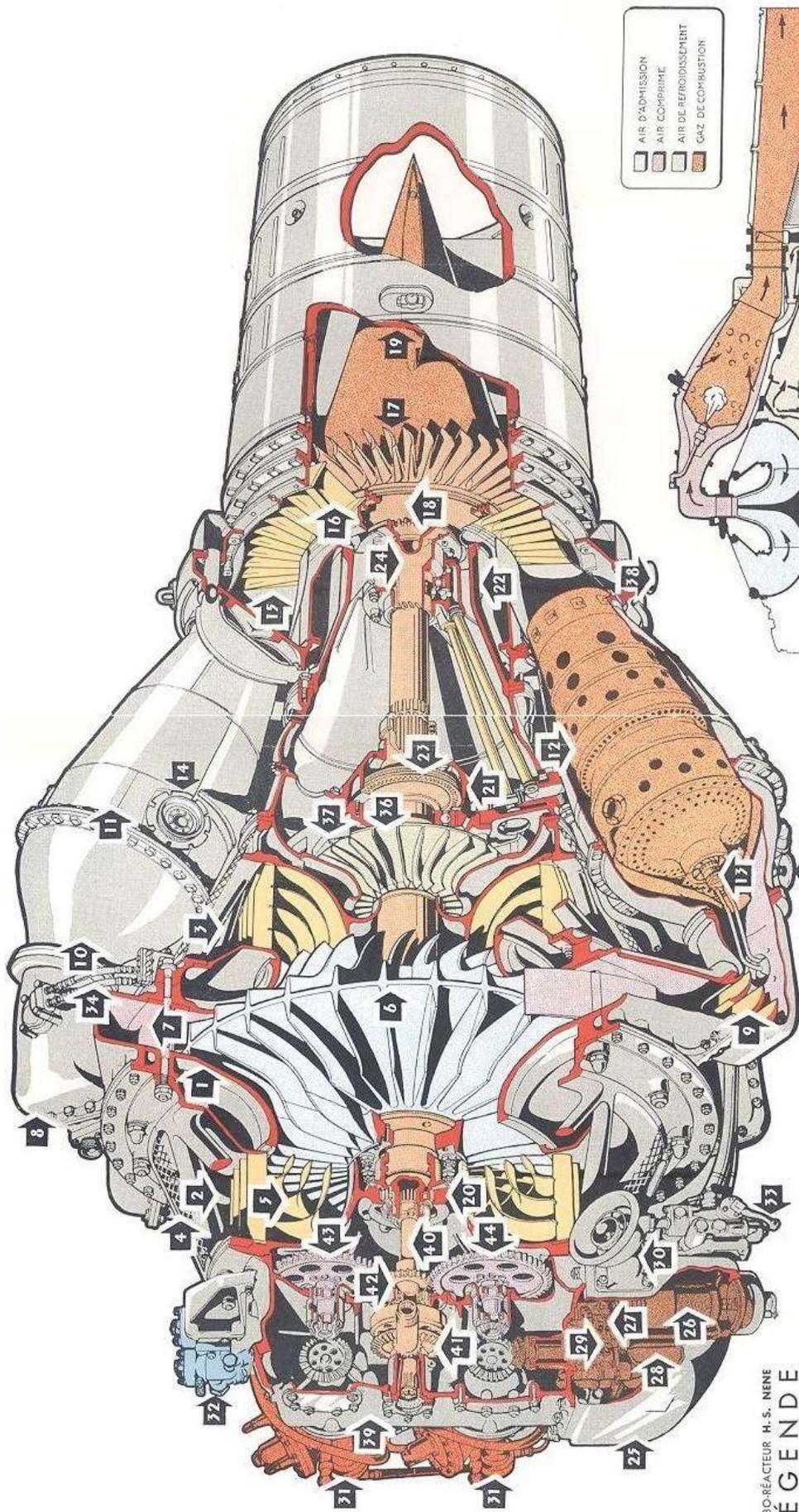
Le SO-30 " Nene " en 1953 (@ Philippe Ricco)



Le SO-30 " Nene " chez les ferrailleurs (Archives AAEV-Brétigny)

Remerciements : la rédaction de cet article doit beaucoup aux informations communiquées par l'Amicale des Essais en Vol Snecma et plus particulièrement son président, à Mr Jean Claude Fayer de l'association de la mémoire technique du CEV de Brétigny, Philippe Ricco, Patrick Vinot Préfontaine, Pierre Labaudinière, Michel Liébert, Dominique Prot, Régis Ligonnet

Bibliographie : Bulletin d'Informations Snecma. Aviation Magazine, L'Air, Les Ailes, Interavia, Trait d'Union



AIR D'ADMISSION
 AIR COMPRESSE
 AIR DE REFOUOISEMENT
 GAZ DE COMBUSTION

TURBO-RÉACTEUR H.-S. NENE
LÉGENDE

- Compresseur**
- 1 - Compresseur
- 2 - Entrée d'air arrière
- 3 - Entrée d'air avant
- 4 - Aubes directrices
- 5 - Aubes mobiles
- 6 - Roue de compresseur
- 7 - Diffusor
- 8 - Pânes de refroidissement
- 9 - Aubes refroidisseurs
- Système de combustion**
- 10 - Chambre d'expansion
- 11 - Chambre de combustion
- 12 - Tube à flamme
- 13 - Boîtier
- 14 - Dispositif d'interconnexion
- Turbine**
- 15 - Distributeur
- 16 - Aubes du distributeur
- 17 - Aubes mobiles
- 18 - Roue de la turbine
- 19 - Ensemble des cônes d'échappement
- Ligne d'arbre**
- 20 - Palier avant
- 21 - Palier intermédiaire
- 22 - Palier arrière
- 23 - Accouplement
- 24 - Arbre de la turbine
- Système de graissage**
- 25 - Poussoir
- 26 - Filtre à huile
- 27 - Filtre à huile
- 28 - Filtre à huile
- 29 - Pompe à huile
- 30 - Cuvette de remplissage
- Système de combustible**
- 31 - Pompes à combustible
- 32 - Régulateur barométrique
- 33 - Boîte à commande de l'admission et robinet d'arrêt
- 34 - Conduite d'arrivée de combustible aux brûleurs
- 35 - Soupape de vidange
- Système de refroidissement**
- 36 - Soufflante
- 37 - Boîte à commande de refroidissement
- 38 - Soupape d'air de refroidissement
- Commande des accessoires**
- 39 - Boîte des accessoires
- 40 - Arbre de commande
- 41 - Pignons de commande du démarreur
- 42 - Boîte à commande de l'admission
- 43 - Roue intermédiaire principale
- 44 - Roue intermédiaire inférieure

Hispano-Suiza " Nene " 102 B - Ecorché

Le biréacteur expérimental SO-30 "Atar" (1953 – 1969)



Contributeur peu connu mais néanmoins important dans l'histoire du développement des réacteurs " Atar ", le SO-30 " Atar " est le premier banc d'essais volant pressurisé de la Snecma et le seul ayant remplacé ses moteurs à pistons d'origine par une paire de turboréacteurs. Les deux premiers appareils multiplaces - les SE-161 " Languedoc " et le B-26 G " Marauder " - étant à cabine non pressurisée. Il a été choisi pour défricher le domaine de vol haute altitude (entre 8 et 12 000 m) des nouveaux réacteurs de la famille Atar et pour succéder au biréacteur monoplace Gloster Meteor Mk4 à partir de la mi 1953.

Dérivé du bimoteur de transport moyen-courrier SO-30 " Bretagne ", cet appareil qui entre en service en juillet 1953, sera utilisé jusqu'en juin 1969 pour la mise au point des Atar sans postcombustion 101 D, 101 E et Atar 8 mais aussi par le Centre d'Essais en Vol de Brétigny-sur-Orge (CEV) pendant environ quatre ans (1959 à 1963) au profit du système d'arme du bombardier stratégique Dassault Mirage IV A.

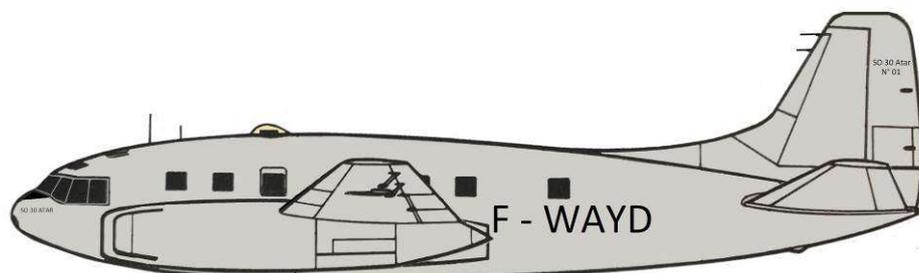


SNCASO SO-30 " Atar " (Janvier 1953). A l'instar du SO-30 " Nene ", il possède un empennage monodérive, des ailes aux extrémités tronquées et deux ballonnets de carburant d'une capacité unitaire de 825 litres.

Le SO-30 "Bretagne" n° 2

Construit entre fin 1947 et début 1948 à Saint-Nazaire, cet avion de série n°2, de type SO.30 R (" R " pour Gnome & Rhône), immatriculé F-BAYD est prévu pour recevoir des moteurs à pistons de 14 cylindres en double-étoile refroidis par air, des Snecma 14 U. Dérivé suralimenté du Gnome & Rhône 14 R d'avant-guerre, il doit pouvoir développer, sans injection d'eau, jusqu'à 2 200 ch, mais faute de crédits, il reste au stade des études. Le bimoteur à hélices est finalement adapté pour recevoir une paire de Pratt & Whitney R-2800 version B.43 fournissant 1 800 ch et devient de type 30 P (" P " pour Pratt & Whitney). Plus robuste, cette cellule autorise des essais en charges plus poussés. Dans cette configuration l'avion atteint une vitesse maximum de 467 km/h et une vitesse de croisière de 416 km/h avec une autonomie de 1 500 km. Sa masse à vide est de 12 380 kg et, en charge, de 19 100 kg.

A l'instar du SO-30 " Nene " dédié à l'étude d'un futur quadriréacteur de transport civil, il est sélectionné par le motoriste français au début de l'année 1952 pour assurer celle des nouveaux réacteurs, simple corps simple flux, à flux axial de la famille Atar 101.



SNCASO SO-30 " Atar " F-WAYD (Janvier 1953) représenté sans ses deux ballonnets de 875 litres chacun. Le dessus de l'appareil comporte un dôme.

(© Auteur)



Poste de pilotage

Au cours d'un chantier d'aménagement des Atar 101 d'environ dix mois, il reçoit un empennage vertical monodérive, deux entrées d'air additionnelles affectées au refroidissement des réacteurs, deux aérofreins ventraux ajourés et des ailes aux extrémités tronquées supportant deux ballonnets de carburant. Mais la cellule n'est ni insonorisée, ni dégivrée.

Il effectue son premier vol (40 minutes) le 27 janvier 1953 à Vélizy-Villacoublay avec un équipage composé de Charles Goujon (pilote), des ingénieurs d'essais André Pérard et Jean Yvetot, du mécanicien navigant Maufrais. Equipé originellement d'une paire d'Atar 101 B de 2 400 kgp pour ses 26 premiers vols, il est réceptionné par la Snecma en juillet où il est rééquipé d'Atar 101 D2 de 2 800 kgp.

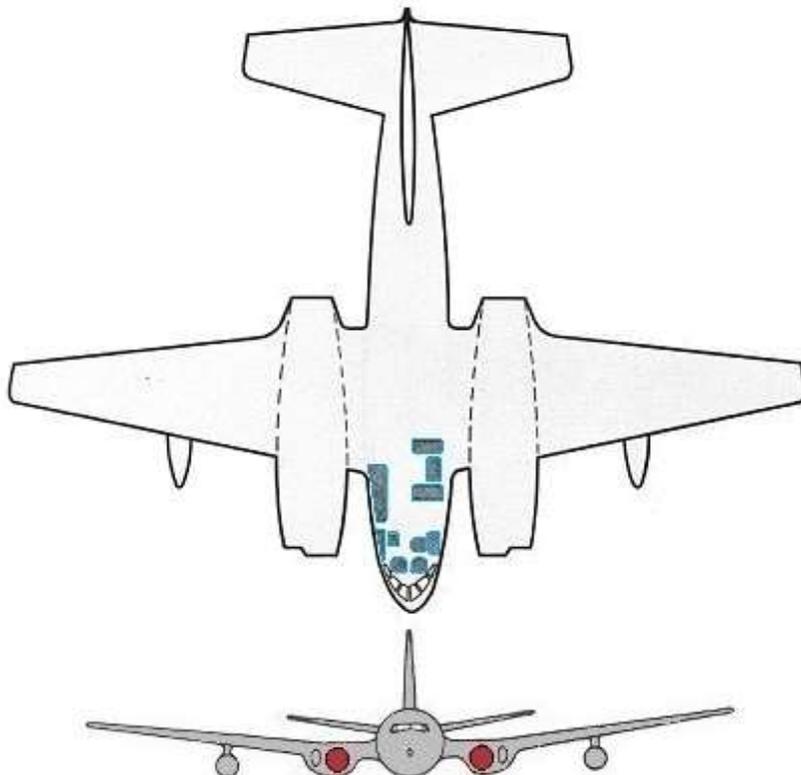
Le SO-30 "Atar"

La carrière du biréacteur peut être divisée en quatre périodes : de 1953 à 1959, au cours de laquelle il totalise 356 vols soit environ 669 heures de vol, de 1959 à 1963 au Centre d'Essais en Vol de Brétigny-sur-Orge où il réalise 151 missions, de 1963 à 1965 en stockage puis en 1969, où il accumule 71 vols soit environ 133 heures de vol.

Il sert successivement de banc d'essais volant des réacteurs Atar 101 C3, D2 (pour Mystère II C), Atar 101 E3 (pour SO 4050 Vautour II N) mais, surtout, à partir du mois de juillet 1957, à la mise au point de l'Atar 8 B/C destiné au chasseur embarqué Dassault Etendard IV M/P.

Le SO-30 "Atar" effectue son vol inaugural le 6 janvier 1953 avec deux Atar 101 B2 de 2 600 kgp à Villacoublay. Six mois plus tard, rééquipé avec une paire d'Atar 101 D, l'appareil entre en service à la Snecma. Il est utilisé par un équipage constitué de quatre membres : le pilote, l'ingénieur principal et deux ingénieurs d'essais qui relèvent les mesures à vue et commandent les enregistrements en vol. Sa vitesse Mach 0,7 (en pratique Mach 0.62 pour réduire la fatigue de la cellule) lui permet d'atteindre rapidement son plafond maxi (près de 17 000 m). Il décolle avec une masse de 19,5 tonnes et reste en essais pendant près de trois heures. L'équipage, muni de scaphandres pour se préserver des fuites éventuelles dans les hautes altitudes, va se trouver néanmoins très vite confronté au problème de l'azote de l'air dissout dans le sang. Cet inconvénient physique sera évité grâce au concours d'une salle de dénitrogénéation dans laquelle l'équipage venait respirer de l'oxygène pur une heure avant et une heure après le vol.

Son pilotage ne présente pas de problème particulier, hormis en haute altitude où il est considéré comme " pointu " (entre décrochage et Mach critique) et " long " l'atterrissage. S'il ne se pose pas à une vitesse supérieure à l'appareil d'origine équipée de moteurs à pistons, c'est-à-dire au-delà de 205 km/h, la poussée résiduelle des réacteurs Atar 101 est très insuffisante, et les aérofreins ventraux dont il est muni n'ont dans cette phase de vol qu'une efficacité très modeste.



Le SO-30 "Atar"

Caractéristiques générales :

- Envergure : 25.80 m
- Longueur : 18,60 m
- Hauteur : 6,85 m
- Surface alaire : 84.20 m²

Masses :

- A vide : 12 000 kg
- Carburant : 6 720 kg (8 400 litres)
- Maximale (plein interne complet) : 19 500 kg

Performances :

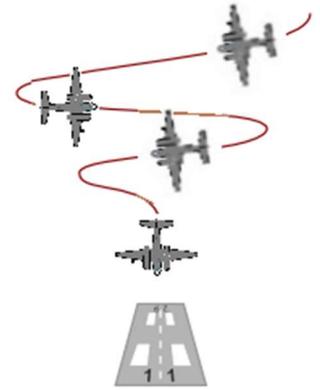
- Vitesse maximale : 480 km/h / Mach 0.71
- Plafond : 18 000 m
- Finesse : 7.7
- Autonomie : 2 h 30

L'un des faits marquants de sa carrière est une montée à une altitude de 15 750 m avec deux Atar 8, le 5 juillet 1958.

En seize années d'activités, il connaît deux incidents majeurs à Brétigny-sur-Orge : le 29 avril 1959 une panne freinage puis une sortie de bande lors d'un atterrissage, et le 2 décembre 1964, un atterrissage en configuration moteurs éteints. L'avion était certes capable de planer... mais pas très longtemps.

Pour ce dernier le pilote René Farsy était aux commandes. Suite à la rupture du robinet d'intercommunication du circuit carburant, le pilote vidange en vol puis exécute un Atterrissage en CONfiguration TURbine COUpée (ACONTUCOU). Mais cette procédure étant inefficace, il réussit à poser l'appareil en pratiquant une PTS - prise de terrain en S - comme il l'avait appris lors de sa formation initiale sur Morane-Saulnier MS-315 à Salon-de-Provence.

Cette technique permet via l'exécution d'un ou plusieurs virages symétriques de perdre de l'altitude sur une courte distance lorsque l'avion est trop haut.



SNCASO SO-30 " Atar " immatriculé F-ZWSC. Le nombre de hublots de la cabine " passagers " est différent selon le côté : 10 à droite, 8 à gauche.

Avion banc d'essais équipements au Centre d'Essais en Vol de Brétigny-sur-Orge.

Pendant environ quatre ans (1959 - 1963), le biracteur est transféré au Centre d'Essais en Vol. Affecté au CEV de Brétigny-sur-Orge, courant septembre 1959, comme avion de servitude pour les essais d'équipements en haute altitude (18 000 mètres), de composants du système de navigation et de bombardement (SNB) du Mirage IV A alors en plein développement. Un important chantier est mené pendant plusieurs mois pour intégrer des antennes radars, des appareils de vision du sol (hyposcope, appareil photographique, etc) et du ciel ou de l'horizon (sextant périscopique, etc). Désigné DOA, pour Dispositif Optique Asservi, l'hyposcope permet au navigateur d'observer vers l'avant et vers le bas.

A partir du mois de juillet 1960, deux types de radars sont expérimentés : un radar de navigation Doppler (Marconi) fournissant directement la vitesse sol, un radar panoramique d'observation sol (Thomson-CSF) ventral doté d'une antenne plate pour ne pas pénaliser la traînée de l'avion fournissant le recalage précis par tous temps. L'opération s'accompagne également d'une augmentation importante de la puissance de la génération électrique !



Trappe d'évacuation d'urgence
(Archives AAEV-Brétigny)



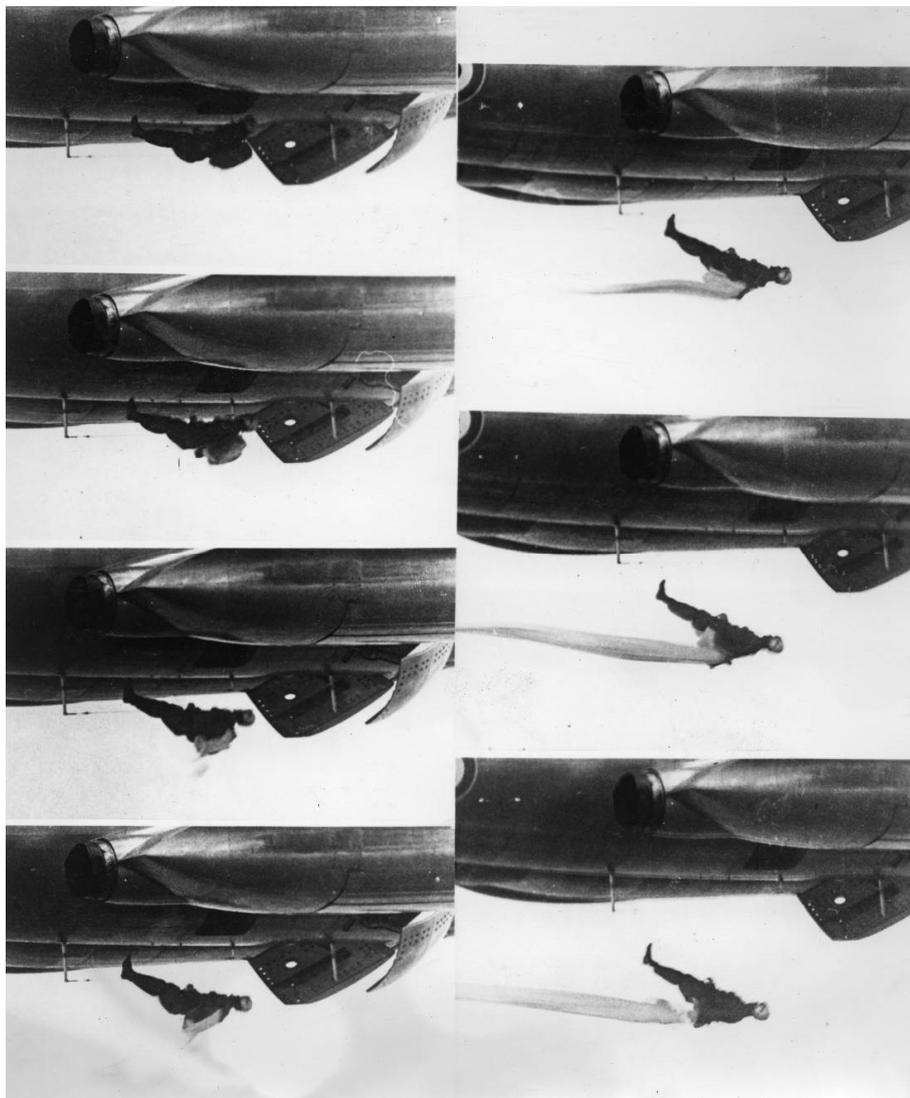
Vêtements de l'équipage pour les vols 50 000 ft
(Archives AAEV-Brétigny)

L'une des innovations apportées sur le bombardier nucléaire stratégique est sa génération électrique alternative assurée par des vario-alternateurs régulés en fréquence et non par des génératrices à courant continu. Mais tout au long du développement du programme elle constitue un souci majeur. L'appareil nécessite plusieurs puissances et gammes de tensions de courant électrique : 12, 24, 115, 220 volts, du courant alternatif, continu.

En raison du profil de mission du Mirage IV A, il existe un risque important de surchauffe des équipements et notamment électroniques. Les normes en vigueur à cette époque qui donnent 70°C comme température maximale d'utilisation nécessite des modifications voire une refonte complète des équipements.

La génération électrique est entièrement nouvelle. Le vol prolongé à très haute altitude condamne les génératrices à courant continu utilisées jusqu'alors par l'avionneur, à cause de l'usure des balais. La génération sera donc entièrement en courant alternatif régulé en fréquence. Le passage au courant alternatif entraîne le développement et la mise au point de nouveaux équipements et en particulier des pompes et vérins électriques.

Parmi les autres expérimentations menées à Brétigny-sur-Orge, figure celle des dispositifs d'évacuations en secours de l'avion, dont le CEV a ouvert le domaine avec mannequin.



Essais d'évacuation en secours de mannequins sur le SO 30 " Atar " (Archives AAEV-Brétigny)

Par la suite, le biréacteur est utilisé pour la formation des premiers navigateurs-radaristes de l'Armée de l'Air sur Mirage IV A. En raison du crash du prototype Mirage IV-01, en février 1963, couplé à la non disponibilité du Mirage IV A-03 de présérie, le SO-30 " Atar " assure cette mission d'entraînement ce qui a permis de réduire considérablement les conséquences néfastes d'une perte de sept mois (de février à septembre 1963) dans cette préparation essentielle.

Entre 1959 et septembre 1963, le biréacteur aura effectué 251 vols au Centre d'Essais en Vol.

Moteurs testés entre 1953 et 1969

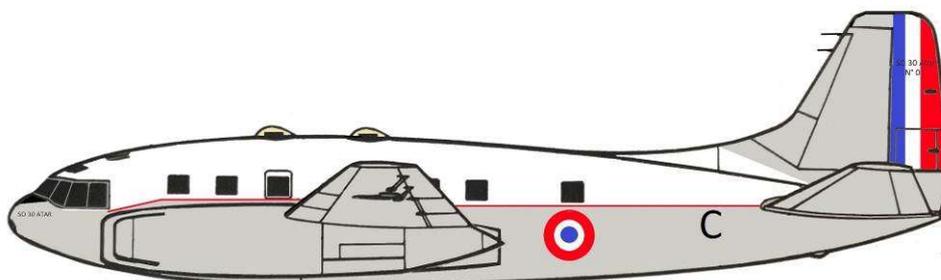
Moteur	Mise en service	Poussée	Débit d'air	Vitesse rotation	Température entrée turbine	Poids	Longueur - Diamètre
Atar 101 C3	1952	2 800 kgp	53 kg/s	8 500 tr/min	850 °C	920 kg	3.667 m - 0.886 m
Atar 101 D2	1953	2 800 kgp	52 kg/s	8 300 tr/min	860 °C	915 kg	3.667 m - 0.920 m
Atar 101 E3	1954	3 500 kgp	59 kg/s	8 400 tr/min	855 °C	882 kg	3.667 m - 0.886 m
Atar 8B / 8C	1959	4 400 kgp	68 kg/s	8 400 tr/min	885 °C	1 110 kg	3.912 m - 0.920 m

Convoyé par Pierre Galland, l'appareil revient à la Snecma en fin d'année 1963, qui l'utilise jusqu'en juin 1965 au profit de la mise au point de l'Atar 8 (stop tir) puis d'équipements de l'Atar 9K (rallumages avec du carburant lourd TRO, TR5), après quoi, il est stocké pour servir à une ultime tranche d'essais, entre les mois de mars et juin 1969.

Décoration et marquages

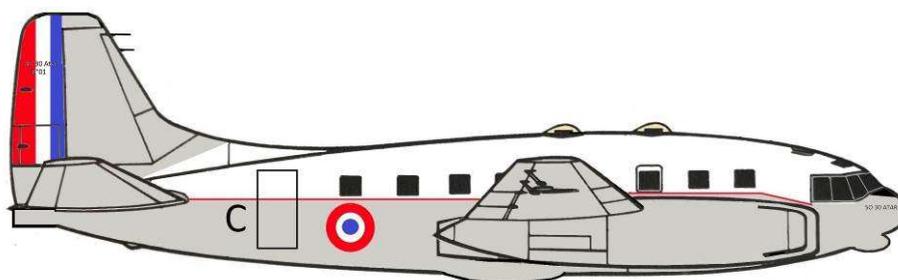
Au cours sa carrière, le bimoteur portera deux livrées. Pendant les premiers six mois, il arbore une couleur aluminium naturel sur toutes les surfaces puis, pour tout le restant de sa carrière, une livrée couleur aluminium naturel pour les surfaces inférieures et blanc sur la partie supérieure du fuselage sauf devant la vitre frontale, un panneau peint en noir anti-reflets. A noter qu'un liseré rouge sépare les couleurs grise et blanche.

Sur la pointe avant, il porte la désignation calligraphiée " SO 30 Atar ". L'avion conserve les traditionnelles cocardes tricolores à liseré jaune, marques habituelles de nationalité, apposées aux extrémités d'ailerons, intrados et extrados, ainsi qu'à l'arrière du fuselage. La gouverne de direction est agrémentée du drapeau tricolore marqué du constructeur, du type d'avion " SO 30 - SNCASO " et de son numéro de série N°01.

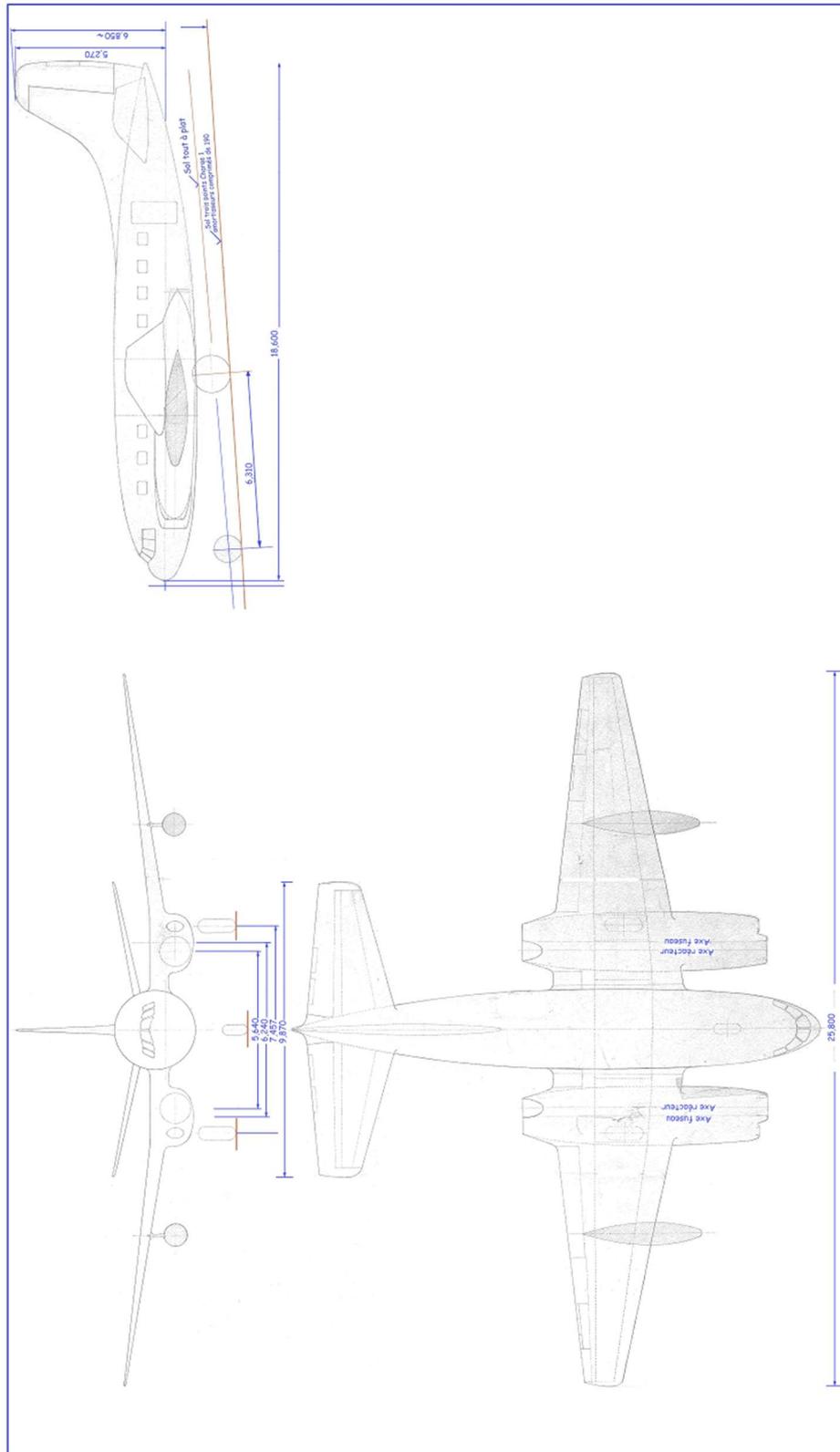


SNCASO SO-30 " Atar ". Flanquées latéralement sur le flanc externe de chaque nacelle, deux entrées d'air additionnelles assurent le refroidissement de chaque réacteur. Deux dômes sont placés sur le dessus de l'appareil. (© Auteur)

A noter que l'appareil porte, pendant la plus grande partie de sa carrière, la dernière lettre " C " de son immatriculation de l'indicatif OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) et appliquée sur les deux côtés de la partie arrière du fuselage. Immatriculé F-WAYD (lettres peintes sur l'arrière du fuselage et le dessous de la voilure) pour ses premiers vols, il reçoit ensuite, à partir de juillet 1953, le code F-ZWSC en service au CEV et Snecma et pour les convoys spécifiques CEV, Brétigny-Melun, l'immatriculation F-ZACF.



SNCASO SO-30 " Atar " utilisé comme avion de servitude pour la mise au point du SNB du Mirage IV A, entre 1960 et 1963. La partie la plus visible est l'antenne ronde du radar en forme de coupole disposée sous le fuselage. (© Auteur)



SNCASO SO-30 " Atar " - Plan trois vues (juillet 1951) (© Archives AAMS)

Bilan

Configuré avec deux Atar 8, le SO-30 effectue son dernier vol, le 19 juin 1969 à Villaroche, avec René Farsy aux commandes. Il est ensuite ferraillé fin juillet.

Entre juillet 1953 et juin 1959, le SO-30 " Atar " participera à toute la campagne d'essais des moteurs Atar 101 C, D et E, en 1955, et n'achèvera sa carrière qu'en 1969 avec l'Atar 8. Pour cette version navalisée : 193 vols ont été réalisés représentant environ 260 heures, entre juillet 1957 et 1964.

Au total, la Snecma aura réalisé 427 vols soit environ 802 heures de vol sur un total général de 721 vols.



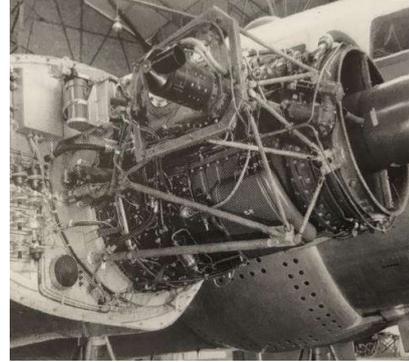
SO-30 " Atar " F-WAYD avec deux Atar 101 C (1957)



SO-30 " Atar " - Hangar Saint-Chamas



Salle de dénitrogénéation - Hangar Saint-Chamas



Atar 101 E3 - Vue moteur droit



Poste ingénieur navigant



SO-30 " Atar " - Hangar Saint-Chamas



SO-30 " Atar " avec deux Atar 101 E3 (1957)

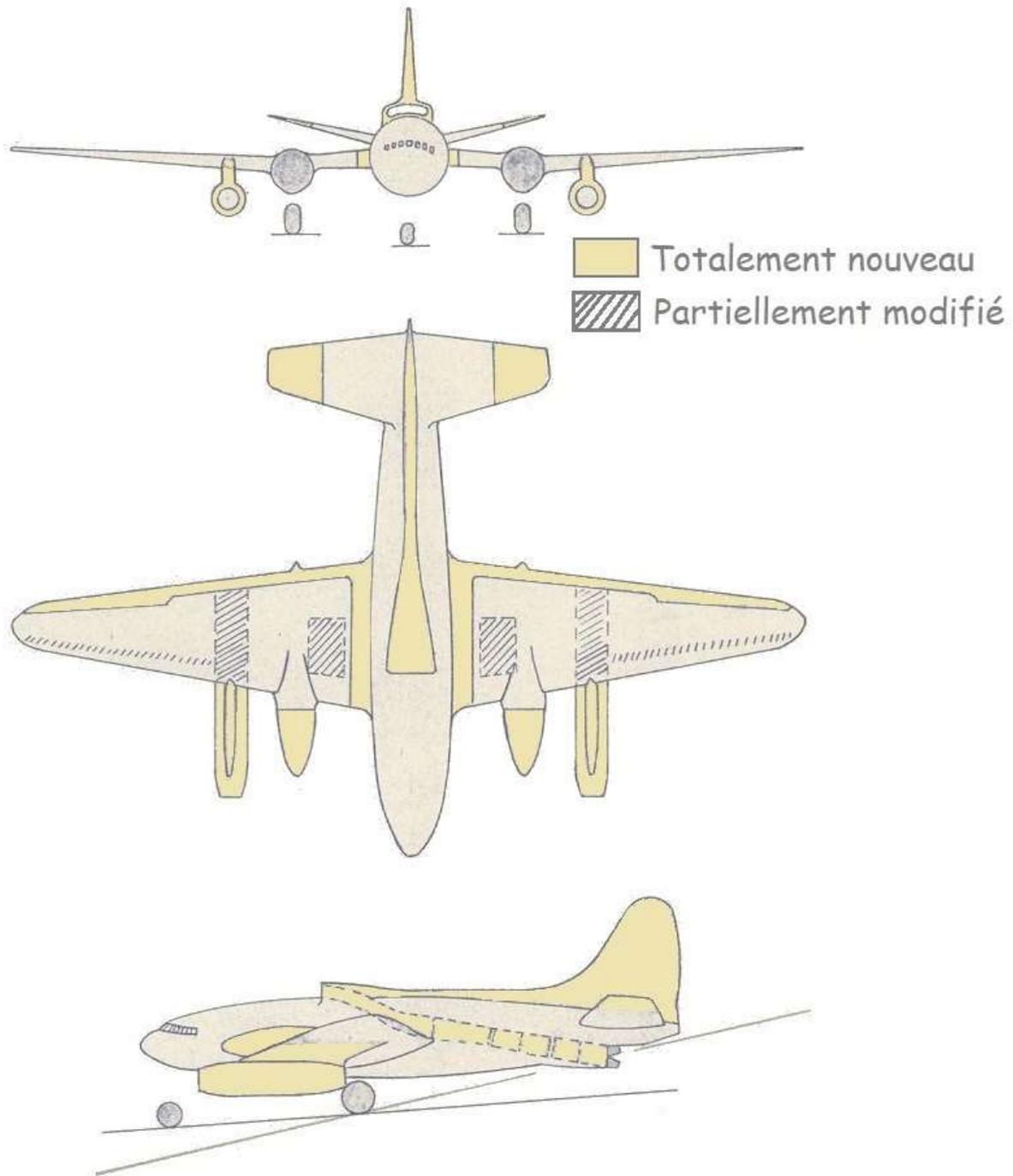


SO-30 " Atar " en vol aérofreins déployés (1963).
L'appareil porte plusieurs protubérances : des antennes radar au profit de la mise au point du SNB Mirage IV A
(@ Michel Liébert)

Remerciements : la rédaction de cet article doit beaucoup aux informations communiquées par l'Amicale des Essais en Vol Snecma et plus particulièrement son président, Mr Daniel François, à Mr Jean Claude Fayer de l'association de la mémoire technique du CEV de Brétigny, Philippe Ricco, Michel Liébert, Patrick Vinot Préfontaine, Pierre Labaudinière, Régis Ligonnet

Bibliographie : Bulletin d'Informations Snecma. Aviation Magazine,

Photographies : sauf mention contraire toutes les photographies sont extraites des archives de l'Espace Patrimoine Safran



Projet banc volant SNCASO SO 31 " Atar " banc volant d'essai haute altitude

Basé sur une cellule de SO-30 C, ce banc d'essai volant à haute altitude est étudié pour recevoir :

- dans deux nacelles plaquées sous voilure soit : deux Atar 101 E3 ou deux Atar 8,
- dans la partie arrière du fuselage un réacteur en essai soit : un Atar 101 E3, un Atar 101 G avec rechauffe, un Atar 8 avec ou sans rechauffe, un R.105 " Vesta " ou un Atar futur, genre R.104 " Vulcain ".

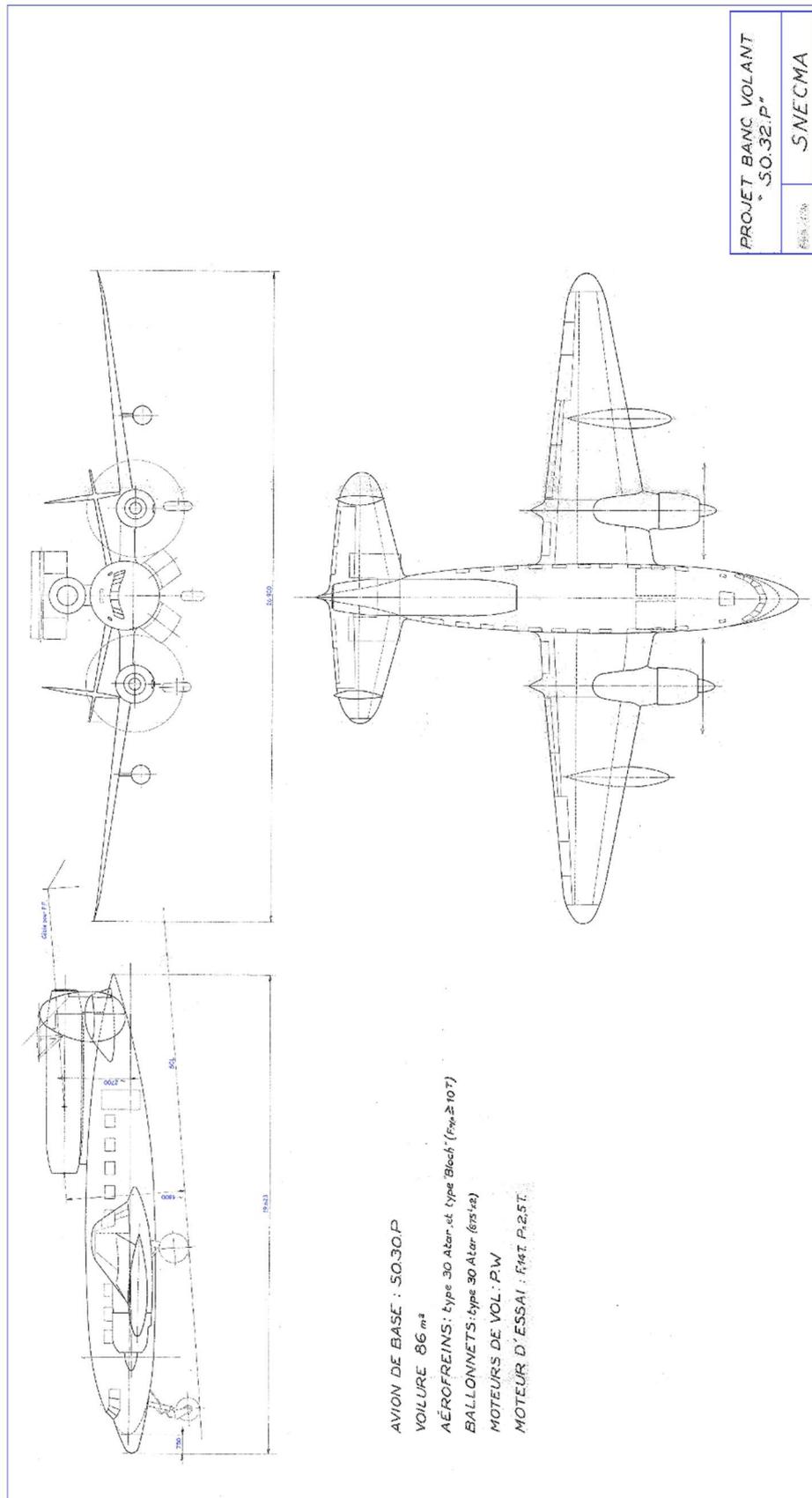
Deux critères ont conduit à cette configuration : les performances d'altitude et la disposition pratique du moteur en essai. Le but étant de concevoir un banc volant universel. Tout en reprenant les qualités aérodynamiques du SO-30 mais avec une réduction de la charge alaire d'environ 10%, le plafond aérodynamique du SO-31 approche 19 km contre 18 km pour le SO-30 " Atar ".

Caractéristiques dimensionnelles :

Surface : 99.4 m²
 Envergure : 27.90 m
 Longueur : 18.98 m
 Hauteur : 7.27 m

Masses :

Avion équipé (sans réacteur) :	10 380 kg	
Carburant :	4. 800 kg	15 180 kg
Moteur (exemple) :		
2 Atar 8 :	2 800 kg	
1 Atar 8 avec rechauffe :	1 500 kg	4 300 kg
		Total : 19 480 kg



Projet banc volant SNCASO SO 32 P (1958). Vers la fin des années 1950, la SNECMA, en collaboration avec la SNCASO, a étudié un projet d'avion banc d'essais dénommé SO 32 P. Dérivé du SO 30 P " Bretagne ", il conserve la même configuration aérodynamique et la même motorisation - deux moteurs à pistons Pratt & Whitney R-2800. Il se distingue par une pointe avant plus longue (0.75 m) et plus effilée et porteur d'un lest, l'ajout d'un bâti support placé au-dessus de la partie supérieure arrière du fuselage logeant un réacteur en expérimentation. L'appareil reprend les deux aérofreins ventraux ajourés et les deux ballonnets sous voilure de 875 litres chacun du SO 30 " Atar ".

Annexe – SO-30 "Atar" : chronologie des vols Snecma

Année	Nombre de vols	Temps de vol	Essais	Pilotes
1953	45 vols (27 à 71)	65 h 35	Atar 101 D : autorotation, régulation haute altitude, tuyère fixe	A. Morel L. Gouel R. Daney E. Brihaye F. Bourhis C. Goujon, Guyonnet (Sncaso)
1954	26 vols (86 à 111)	51 h 35	Régulation Atar Rallumages	F. Bourhis R. Daney L. Gouel A. Morel
1955	74 vols (112 à 185)	144 h 50	Régulation Atar Rallumages	A. Morel L. Gouel R. Daney F. Bourhis E. Brihaye R. d'Oliveira
1956	39 vols (186 à 224)	73 h 30	Rallumage Régulation Atar 101 E4 Turbine Atar 101 E3	R. d'Oliveira A. Morel R. Daney L. Gouel
1957	37 vols (227 à 263)	72 h 00	Atar 8 Régulation principale Rallumages Secours panne huile	R. d'Oliveira, F. Bourhis, R. Daney L. Gouel A. Morel
1958	73 vols (264 à 336)	132 h 45	Rallumages Atar 101 D2 Rallumages Atar 101 E3 Fonctionnement Atar 8	R. d'Oliveira, F. Bourhis, R. Daney L. Gouel A. Morel
1959	62 vols (337 à 398)	128 h 40	Atar 8, régulation rallumages, secours régulation Atar 9 Régulation d'approche	R. d'Oliveira, F. Bourhis, R. Daney A. Morel
1963	1 vol (n° 651)	0 h 50	Vol de convoyage	P. Galland
1964	55 vols (652 à 706)	105 h 20	Atar 8, stop tir Atar 9K rallumage	R. Farsy, P. Galland
1965	6 vols (707 à 712)	11 h 35	Atar 9K rallumage en carburant lourd, kérosène pur à large coupe TRO, kérosène à haut point d'éclair TR5	F. Bourhis, P. Galland
1969	9 vols (713 à 721)	15 h 40	Essais ST18 à 30 000 ft	R. Farsy, J. Gusman

Nota. La Snecma a utilisé le bimoteur entre les mois de juillet 1953 et août 1959 puis entre avril 1963 et 1965 et, après une période stockage, en 1969. Le CEV a employé l'appareil pendant environ quatre ans (septembre 1959 à septembre 1963). Dernier vol Snecma le 19 juin 1969.

Le Dassault Mirage 2000 C (1984 – 2022)

Faisant partie de la première génération des Mirage 2000, la version monoplace de chasse ou Mirage 2000 C a été retirée du service opérationnel après 38 années au sein de l'Armée de l'air française, en juin 2022. Prévues initialement en 2018, la date a été plusieurs fois repoussée. Ce n'est pas l'âge de la cellule dont le potentiel est de 6 700 heures de vol qui posait problème mais l'obsolescence du système d'armes et des missiles d'interception et de combat à courte portée, Magic II, en voie de péremption.



En près de quatre décennies, les deux variantes de l'avion de défense aérienne auront accumulé plus de 520 000 heures de vol. Au moment de leur retrait, les plus anciens Mirage 2000 C dépassaient les 5 000 heures de vol environ. Au cours de cette période l'armée de l'Air n'a eu à déplorer la disparition en service aérien commandé que de 4 pilotes pour 14 avions perdus lors d'accidents, la plupart précédés d'éjections réussies. Soit un taux d'attrition resté en dessous des calculs les plus pessimistes de l'état-major.

Bref historique du Mirage 2000 C au sein de l'Armée de l'air

L'origine du Mirage 2000 remonte à 1975, après l'abandon du projet d'Avion de Combat Futur (ACF). Il s'agit d'un nouveau chasseur d'interception destiné à remplacer les Mirage III C et F1 C et qui doit entrer en service en 1982. Propulsé par un moteur Snecma M53-2 de 7 500 kgp de poussée, le premier prototype effectue son premier vol le 10 mars 1978 au cours duquel l'avion atteint Mach 1,02, en plein gaz sec, à 40 000 ft (12 000 m) ce qui confère pour la première fois à un chasseur français opérationnel, un rapport poussée/poids supérieur à l'unité. Mach 2 sera atteint lors du 5^{ème} vol, à 40.000 ft (12 000 m).

Lors de leur sortie de chaîne en 1982, tous les Mirage 2000 C français avec le radar d'interception intérimaire RDM (Radar Doppler Multimode) et missiles air-air Super 530F (monoplaces C1 à C37, biplaces B501 à B507), sont propulsés par un M53-5 délivrant 5 500 kgp de poussée à sec et 9 000 kgp avec rechauffe. Les premières livraisons ont eu lieu en avril 1983.

En complément du Mirage 2000 C monoplace, le Mirage 2000 B biplace d'entraînement et de conversion opérationnelle vole pour la première fois en 1983. Malgré une longueur légèrement accrue (19 cm), le Mirage 2000 B présente une réduction de la capacité en carburant (110 litres) et est dépourvu de ses deux canons internes.

La mise au point du radar définitif RDI (Radar Doppler à Impulsions) capable de détecter et de suivre des cibles évoluant à très basse altitude, malgré tous les échos parasites renvoyés par le sol, se révèle très difficile. Ce n'est qu'entre 1987 et 1991 qu'est livrée la version définitive et la plus aboutie du chasseur delta équipée du radar RDI plus performant (n° 38 à 124) avec missiles air-air à longue portée Super 530 D et dotée un réacteur M53-P2 plus puissant 6 500 kgp de poussée en plein gaz sec et de 9 705 kgp avec rechauffe. Parallèlement, 23 exemplaires de Mirage 2000 B (numérotés de 508 à 530) sont livrés entre 1984 et 1990.

Alignement de Mirage 2000 C sur la base aérienne 126 de Solenzara (@ Armée de l'air)



Au total, 30 Mirage 2000 B ont été construits ainsi que 124 Mirage 2000 C. Au fil des ans le parc des biplaces a subi une déflation et à la mi 2022, il restait 7 biplaces qui devraient voler jusqu'en 2030.

Ils vont équiper au total neuf escadrons de défense aérienne et un escadron d'expérimentation : les EC 1/2 " Cigognes " (1984 - 1998), EC 2/2 " Côte d'or " (1986 - 1998), EC 3/2 " Alsace " (1985 - 1993), basés à Dijon, l'académie du Mirage ; les EC 1/5 " Vendée " (1988 - 2007), EC 2/5 " Ile-de-France " (1989 - 2022), EC 3/5 " Comtat Venaissin " (1990 - 1997), à Orange-Caritat, les EC 1/12 " Cambrésis " (1992 - 2012), EC 2/12 " Picardie " (1992 - 2009), à Cambrai-Epinoy et l'EC 5/330 " Côte d'argent " à Mont-de-Marsan (1987 - 1995) ainsi l'EC 4/33 " Vexin " basé à Djibouti, entre 2001 et 2008.

Dans leur mission de défense aérienne, leur rôle était, entre-autres, celui de Quick Reaction Alert (QRA ou permanence opérationnelle). Ils se tenaient prêt à décoller sur alerte, afin d'intercepter tout appareil ne respectant pas son plan de vol ou ne répondant pas aux demandes du contrôle aérien. Les avions décollaient soit sur alerte véritable dite " Alpha scramble " soit sur alerte d'entraînement dite " Tango scramble ".

Il est à noter qu'au cours des années 1990, 37 exemplaires seront portés au standard 2000-5F (n° 38 à 49, 51 à 59, 61 à 63, 65 à 74, 76 à 78), cette variante dont le potentiel de la cellule a été porté à 9 000 heures de vol, possède cinq écrans de visualisations dans la cabine d'où le terme " -5 ". Représentant la seconde génération de la famille delta, il sera mis à la retraite en 2028. D'autre part, entre 2006 et 2008, douze Mirage 2000 (dix C et deux B) de l'Armée de l'air dits " petits numéros " sont cédés au Brésil. Désignés F2000 C et B par la force aérienne brésilienne (FAB), ces avions sont motorisés par un M53-5.

Mis en service en 2006, sur la base aérienne d'Anapolis, leur activité a cessé en fin décembre 2013 en raison de problèmes de logistique et d'approvisionnement en pièces détachées. En sept ans d'utilisation, les douze appareils (C13, C15, C21, C22, C25, C29, C32, C34, C35, C36, B502 et B513) ont accumulé 10 462 heures de vol. Le Brésil est le premier pays à retirer le Mirage 2000 C de son inventaire.

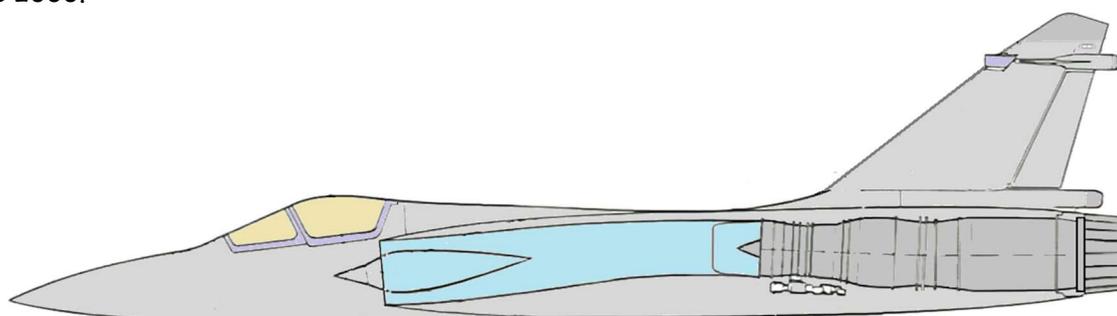


Au début des années 2000, une évolution importante des modes radar est introduite sur tous les Mirage 2000 C RDI avec le mode NCTR ou Non Cooperative Target Recognition : un traitement logiciel des informations fournies par le radar permet d'identifier un avion arrivant de face par la signature radar de son réacteur, et en particulier des parties tournantes.

Motorisation

M53-5 : 5 500 kgp de poussée à sec et 9 000 kgp avec rechauffe.

Fiabilisée pour l'emploi en monomoteur, la version M53-5, développant 5 500 kgp à sec et 9 000 kgp avec postcombustion, tourne au banc en décembre 1976. Sa tuyère multivolets est soigneusement adaptée à l'arrière corps du Mirage 2000 pour en optimiser la traînée de culot. C'est le premier turbofan français équipé d'un système de régulation numérique à pleine autorité associé à des secours hydromécaniques (secours régulation et secours de panne carburant) et présentant un domaine de vol étendu vers les basses vitesses. C'est en juillet 1977 qu'il passe son épreuve de qualification de 50 heures et, en mai 1979, que le M53-5 effectue ses essais officiels de 150 heures. Son premier vol date du 7 avril 1979 sur le deuxième prototype du Mirage 2000.



Mirage 2000 coupe longitudinale

L'essentiel de l'amélioration provient d'une température d'entrée turbine (TET) augmentée en qui passe de 1165°C à 1235°C et d'un accroissement de la vitesse de rotation en vol supersonique avec PC. Avec la poussée

de 9 000 kgp avec rechauffe, la poussée maximum atteint six fois le poids du moteur, ce qui est remarquable pour un moteur capable de Mach 2.5.

Hormis trois moteurs prototypes, le programme a nécessité l'emploi de 22 moteurs (tiret -2 et -5) dédiés au développement et à l'avionnage. Au total, ils ont accumulé 16 500 heures de fonctionnement.

Certifié en 1979, les premiers M53-5 de série sont sortis d'usine au premier semestre 1981 et la machine tête de série M53-5 a été livrée en juin 1982. Un an plus tard, en avril 1983, le " Bon de vol " est prononcé par les Services officiels. Un total de 115 exemplaires de la version tiret 5 ont été produits entre 1982 et 1985.

A noter qu'en 2022, le monoplace C2 et le biplace B501 (équipé d'une pointe avant de Rafale) volent toujours au Centre d'Essais en vol d'Istres.

Lors de la cessation de son activité opérationnelle dans la force aérienne brésilienne, en fin d'année 2013, la flotte des turboréacteurs M53-5 comptabilisait 279 009 heures de vol.

M53-P2 : 6 500 kgp de poussée à sec et de 9 705 kgp avec rechauffe

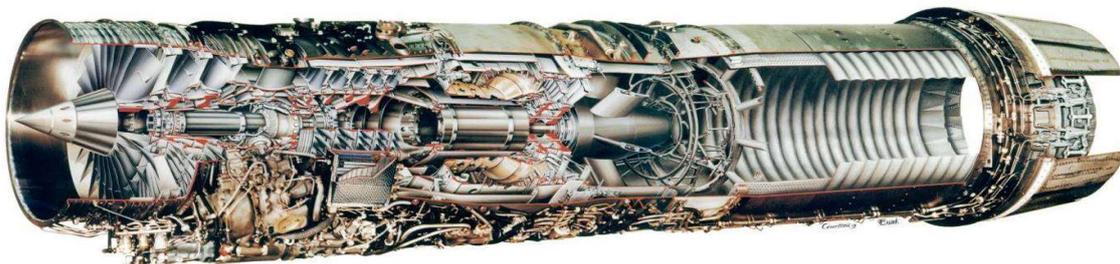
Développement naturel du M53-5, la version -P2 atteint près de 10 tonnes de poussée, soit plus de 700 kgp de mieux que le M53-5. Cette augmentation de poussée visait à accroître le niveau des performances du Mirage 2000, notamment dans les missions de supériorité aérienne mais aussi pour la version nucléaire " N " de l'appareil, avec un avion lourdement chargé et à traînée importante du fait des charges emportées sous voilure. Elle a été obtenue par un accroissement non négligeable (+ 9 %) du débit d'air (passant de 86 kg/s à 94 kg/s) et une élévation de la température à l'entrée de la turbine (TET + 40° C). Par rapport au M53-5, la soufflante a donc été redessinée et une nouvelle technologie d'aubes a été adoptée sur la turbine haute pression (aubes à cavités pour le refroidissement).

Les performances du moteur sont optimisées à l'aide d'un détendeur à section variable (DSV) piloté introduit dans le flux secondaire en remplacement du " spreader " fixe (appelé aussi " poêle à frire ") du M53-5. On corrige ainsi la tendance naturelle du taux de dilution de ce monocorps simple flux à augmenter avec le nombre de Mach.

Le calculateur de régulation est de technique numérique à pleine autorité. Les secours pour le vol monomoteur sont conservés.

Au début des années 1980, les essais motoriste ont mis en lumière les difficultés nouvelles générées par l'extension du domaine de vol avion vers les basses vitesses et les fortes incidences, extension permise par les commandes de vol électriques. Dans ces conditions où l'incidence dépasse 25° (et la mise d'incidence est très rapide), l'alimentation en air s'effectue dans de mauvaises conditions ce qui nécessite une amélioration de la marge de pompage du moteur. Les modifications apportées dans ce sens portent naturellement sur les aubages de compresseur, la régulation et le distributeur de turbine (ce qui joue sur le compresseur).

Deux ans plus tard, le turbofan reçoit son " Bon de vol " après 355 vols d'essais et, la même année, le moteur tête de série était livré.



Ecorché du réacteur M53-P2. Remplaçant avantageusement le M53-5, il possède une réponse plus rapide en régulation et procure une poussée augmentée de 0.7 tonne en postcombustion et de 1 tonne en plein gaz sec. (@ Snecma)

Au cours des années 1980 le programme M53-P2 a nécessité l'emploi de 19 moteurs (11 de développement et 8 d'avionnage) ayant totalisé 2 850 heures. Le post développement des M53-5 et M53-P2 a été réalisé sur le Mirage 2000 C2 de 1988 à juin 2001.

Cette version est le premier moteur militaire français équipé d'un calculateur de potentiel (CP) pour mesurer l'endommagement réel des pièces et à avoir, parmi ses équipements de maintenance au sol, un micro-ordinateur. De conception modulaire, le propulseur comporte 12 modules entièrement interchangeables, sans

équilibrage, sans réglage et sans altération des performances. Ils sont maintenus selon l'état. L'indice de maintenance du réacteur est de 6 heures de main d'œuvre par heure de fonctionnement moteur (HMO/HDFM). La dépose et la repose du réacteur s'effectuent en moins de 90 minutes avec une équipe de 4 personnes.

Extérieurement le tiret P2 se différencie par une soufflante au diamètre légèrement accru, des pales plus nombreuses et plus larges sont équipées de fines nageoires sur les deux premiers étages. Malgré ces changements, le moteur M53-P2 reste pratiquement interchangeable avec le M53-5 dans la cellule du Mirage 2000 et conserve, par rapport à celui-ci, le maximum de pièces communes.

Tous les réacteurs M53-P2 sont identiques sauf ceux destinés aux Mirage 2000-5 grecs et -9 équipés de la fonction automanette qui permet de gérer automatiquement la vitesse de rotation du moteur de manière à maintenir la vitesse avion désirée par le pilote.

Caractéristiques techniques	M53-5	M53-P2
Taux de dilution	0,35	0,36
Taux de compression	9,5	9,8
Débit d'air	85 kg/s	94 kg/s
Poussée maximale au point fixe avec PC	9 000 kgp	9 700 kgp
Poussée maximale à Mach 2,2 à 36 000 pieds	> 10 000 kgp	10 300 kgp
Poussée maximale à Mach 1,2 au niveau de la mer	> 11 700 kgp	11 700 kgp
Poussée intermédiaire sans PC	5 500 kgp	6 500 kgp
Consommation spécifique avec PC	2,09 kg/kgp/h	2,05 kg/kgp/h
Consommation spécifique sans PC	0,89 kg/ kgp/ h	0,87 kg/ kgp/ h
TET (Température Entrée Turbine)	1 535 °K (1 262°C)	1 560 °K (1 287°C)
Longueur avec tuyère	5 070 mm	5 070 mm
Diamètre gabarit hors-tout	1 055 mm	1 055 mm
Temps d'autorotation turbine	> 20 secondes	> 18 secondes
Masse totale	1 511 kg	1 470 kg
Facteur de charge admissible : plus ou moins 11g		



M53-P2 sur son chariot de transport. Le moteur comporte 100 équipements distincts dont 55 types différents et 300 mètres de câbles électriques. (@ Snecma)

Caractéristiques du Mirage 2000 C

Caractéristiques générales :

- Envergure : 9,13 m (RDM) / 9,10 m (RDI)
- Longueur : 14,36 m (RDM) / 14,60 m (RDI)
- Hauteur : 5,20 m
- Surface alaire : 41 m²

Masses :

- A vide : 7 600 kg
- Carburant : 1 760 kg
- Maximale (plein interne complet) : 16 500 kg

Performances :

- Vitesse maximale : 800 kt à 35 000 ft
- Mach limite : Mach 2.2 à 50 000 ft
- Montée à 50 000 ft : environ 4 min
- Plafond opérationnel : 50 000 ft
- Vitesse d'approche : 278 km/h (140 kt)
- Facteur de charge max : + 7 g en subsonique
- Distance franchissable : 3 500 km avec RPL

Limitations :

Facteur de charge :

- 6.5 g en mode Charges,
- 9 g sur la butée élastique (BE),
- 11 g en butée mécanique (BM)

Innovations techniques

Mis à part le système d'arme, très novateur pour l'époque, l'appareil présente deux innovations majeures : le système de commande de vol électrique (CDVE) et l'emploi de matériaux composites.

Historiquement, le Mirage 2000 est le premier avion français mais également européen, à voler à l'aide de commandes électriques, sans le secours de commandes manuelles.

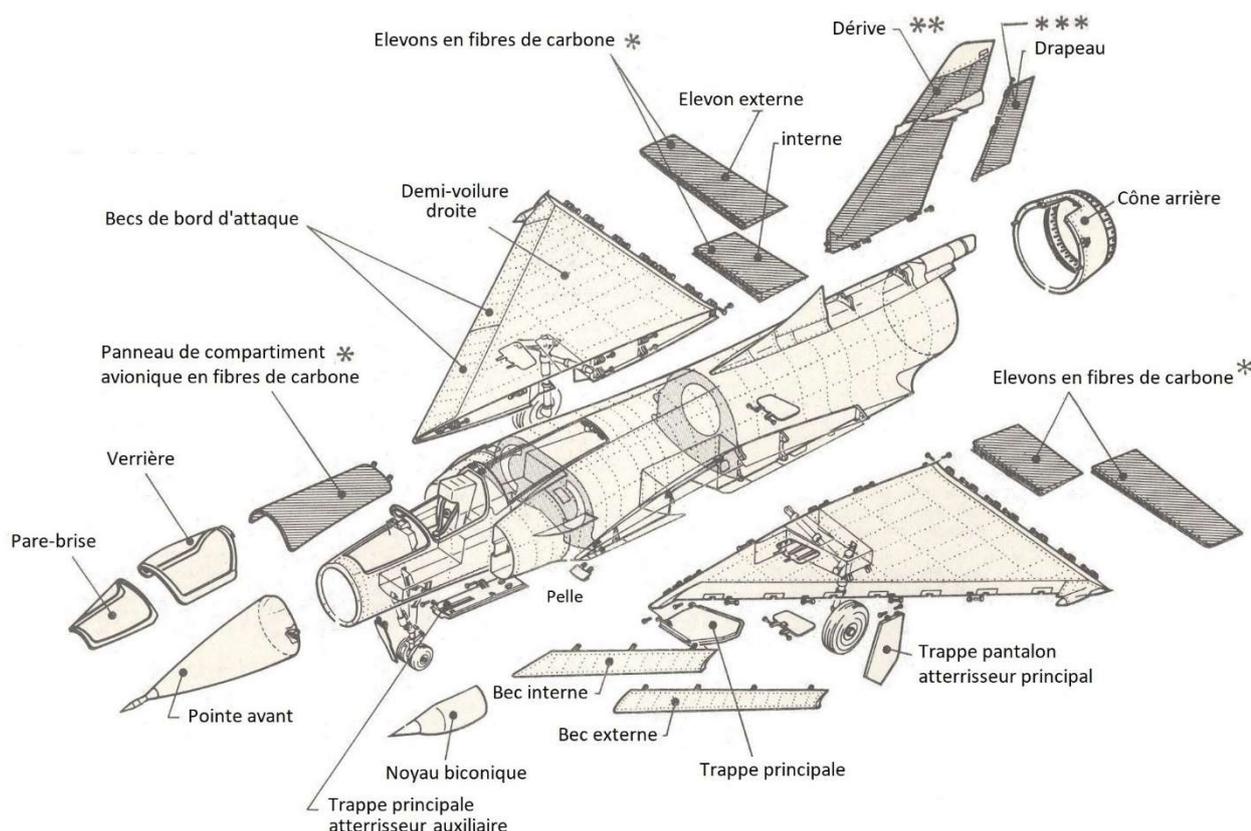
Les commandes de vol électriques (CDVE) sont constituées par quatre chaînes indépendantes possédant chacune leur propre génération électrique. En outre, une chaîne d'ultime secours leur est adjointe. Même après deux pannes successives, ni la sécurité des vols ni les performances ne sont affectées.

Les entrées d'air ont été optimisées à deux reprises pour l'alimentation des turboréacteurs Snecma M53-5 puis M53-P2. Ces manches à air sont notamment équipées de pelles et trappes améliorant l'alimentation du moteur, et de souris biconiques à section variable, adaptées automatiquement en fonction du nombre de Mach.

La pointe avant de la souris offre un angle de 30° inférieur à celui de la partie arrière, afin d'augmenter le rendement des entrées d'air en diminuant la recompression de l'air dans la manche, en aval de la souris. L'avion accélère mieux de Mach 0.9 à Mach 2 et le tir canons en altitude ne perturbe pas le moteur.

Les pelles et souris sont gérées par les calculateurs CDVE. Manœuvrée vers l'extérieur avion par un vérin hydraulique commandé par un asservissement automatique, les pelles augmentent le débit d'air à destination du réacteur, aux grandes incidences de l'avion au-delà de 7 500 m.

Des aigrettes à fort dièdre positif (+ 19°) ont été accolées aux entrées d'air pour améliorer la stabilité latérale aux grandes incidences.



* Revêtement en fibres de carbone. Noyau en nid d'abeille d'alliage léger (AG5).

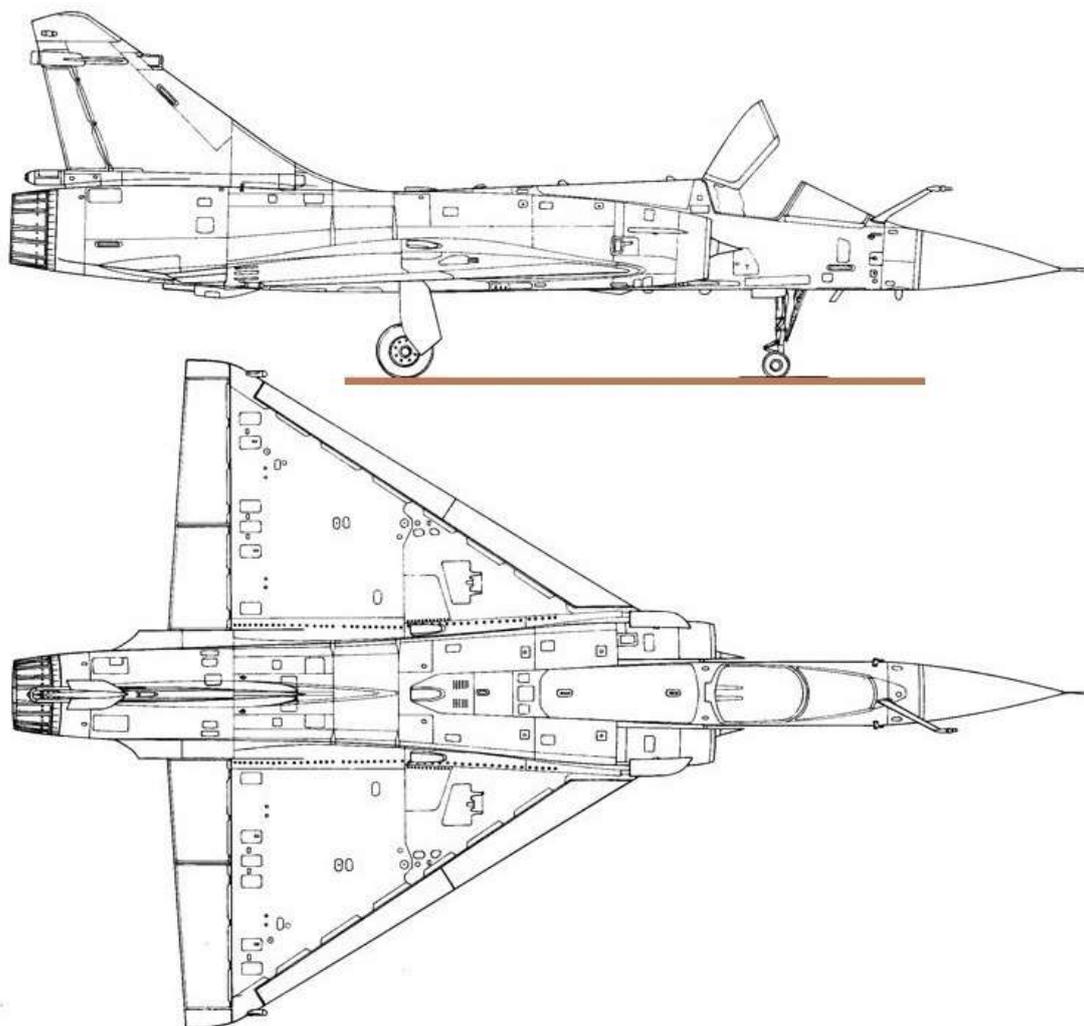
** Revêtement en fibres de carbone à couches croisées. Noyau en nid d'abeille en Nomex.

*** Revêtement en fibre de carbone et de bore croisées. Noyau en nid d'abeille AG5. Longeronnet en fibre de carbone.

Vue éclatée Mirage 2000 C RDM/RDI. Le passage au M53-P2 a conduit à légèrement agrandir les entrées d'air pour augmenter le flux d'air : le débit d'air passant de 85 kg/s à 94 kg/s. (@ Dassault Aviation)

Un gain de plus de 20 % sur la masse totale a été obtenu par l'utilisation de matériaux composites divers (bore, carbone et époxy) pour la construction de la dérive et de la gouverne de direction (drapeau), des élevons, de la trappe du train avant et des portes de visite (certains de ces éléments ayant été, au préalable,

testés sur Mirage III et Mirage F-1). Les disques de freins (stators et rotors) sont eux-mêmes en carbone, d'où gain de poids, d'efficacité et d'endurance.



Mirage 2000 C RDI - plan deux vues. Le concept général est inspiré du Mirage III avec une voilure delta, des entrées d'air latérales munies de souris biconiques à section variable mais avec des commandes de vol électriques. L'avion évolue à des vitesses réduites avec une vitesse d'approche de 142 nœuds (260 km/h).

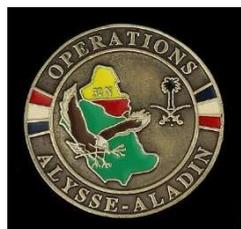
Le Mirage 2000 C se pose à 140 kt (260 km/h) et tient le vol stabilisé à 100 kt (180 km/h) avec 25 ° d'assiette. Il soutient des facteurs de charge importants et permet de tenir 9 g en virage à tous les niveaux de vol. La montée trop brusque dans les accélérations (g) ou " jolt " pouvait déboucher sur une perte de conscience très rapide.

Engagements

Mis à part les missions de protection de l'espace aérien français, ou police du ciel, le Mirage 2000 C a été envoyé sur les théâtres d'opérations en Irak (1990-1991) puis sur les Balkans. Le monoréacteur delta a également démontré son efficacité lors des opérations : " Epervier " (en 1992) au Tchad, " Balbuzard " (1992) " Crécerelle " (1992-1995) au-dessus de l'Adriatique et de la Bosnie, " Salamandre " au-dessus du Kosovo (1999), " Barkhane " au-dessus de la Bande Sahélo Saharienne (BSS) entre 2015 et 2019 (plus de 5 000 heures de vol effectuées).



Daguet



Alysse



Epervier



Crécerelle



Barkhane

Pendant la Guerre du Golfe, deux après son entrée en service, douze Mirage 2000 C RDI de la 5^{ème} escadre de chasse d'Orange ont été déployés à partir d'octobre 1990, dans le cadre de missions de supériorité aérienne " Daguet " puis ont pris part à l'opération "Alysse ". Protagoniste de la guerre du golfe en 1991, le Mirage 2000 C y a réalisé 1 416 heures de vol et 508 missions de guerre, affichant une disponibilité record de 98%.

Entre 2011 et 2014, il participe à la sûreté aérienne de l'espace aérien des pays baltes dans le cadre de la mission de l'OTAN Air Baltique.



Mirage 2000 C RDI 5-OP n° 74 EC 2/5 " Ile-de-France " camouflé en deux tons de brun clair, pendant la Guerre du Golfe, en 1990 -1991. Le RDI est doté d'une capacité " look-down / shoot-down " (détection et tir sur des cibles évoluant à basse altitude). (@ Armée de l'air)

Attrition

Dans toutes les forces aériennes, les pertes d'avions sont malheureusement régulières. C'est ce qu'on appelle le taux d'attrition qui se calcule au nombre d'avions détruits pour 10 000 heures de vol.

Le taux d'attrition des avions de combat est relativement stable et de niveau comparable dans toutes les grandes forces aériennes, de l'ordre de 1,5 pour 10 000 heures de vol. C'est un taux historiquement bas. Ces taux de pertes sont sans commune mesure avec ceux enregistrés dans les années 1960 par les générations d'avions précédentes : les accidents d'avions de chasse étaient beaucoup plus fréquents, de l'ordre d'un appareil tous les deux mois en France. Depuis cette époque il y a eu une baisse très nette du nombre d'accidents. Aujourd'hui, il n'y en a quasiment plus.

Entre juillet 1984 et juin 2022, 14 Mirage 2000 C (8 RDM / 6 RDI) de l'armée de l'air - n° 6, 7, 10, 23, 24, 26, 31, 33, 47, 50, 75, 84, 110, 116 - ont été perdus sur les 124 livrés, soit près d'un et demi avion chaque année (9 % de la flotte).

Démonstration en vol du Mirage 2000

La démonstration faite lors de chaque meeting ou salon aéronautique met en valeur la puissance et la manœuvrabilité ainsi que les qualités de vol aux basses vitesses. Le décollage demande à peine 10 secondes ; après un court palier, le Mirage 2000 effectue une montée à la verticale assez étonnante, la poussée (9,7



tonnes) du turboréacteur Snecma M53-P2 faisant plus qu'équilibrer le poids de l'appareil. Pendant quatre minutes, c'est un festival de tonneaux décomposés ou rapides et de boucles, en trajectoire horizontale ou verticale avec, en particulier, un virage à grande vitesse sur 360° effectué en 17 secondes, la figure étant amorcée sous un facteur de charge de 7 g ; l'ensemble des figures montre que la combinaison de la surpuissance et d'une manœuvrabilité de niveau élevé de l'appareil dans les trois dimensions comme si le champ de la pesanteur n'avait plus qu'une importance réduite.

Mais le clou de la démonstration réside dans le passage à vitesse lente qui précède l'atterrissage : le Mirage 2000 se

translate horizontalement vers 24° d'incidence, à une vitesse d'environ 96 nœuds (178 km/h), réchauffe du moteur, non utilisée ; encore faut-il préciser qu'à ce régime de vol, le pilote dispose néanmoins d'une marge de sécurité non négligeable, tant en ce qui concerne l'incidence de vol (les essais ont déjà permis d'aller jusqu'à 27°) que la poussée nécessaire.

A cet angle de vol élevé pour un avion delta, le contrôle latéral de l'appareil reste parfait, ce résultat étant même obtenu grâce au système de commandes vol électriques et à leurs calculateurs qui assurent une stabilité artificielle complète ; à l'aérodynamique d'ensemble de l'appareil ; et au fait que le mariage entre les entrées d'air du Mirage 2000 et le moteur M53 se révèle très réussi, les premières assurant aux très grandes incidences une alimentation en air correcte du moteur, avec un minimum de distorsions, et le second acceptant ces dernières sans broncher.

Au début des années 1980, aux mains de certains pilotes d'essais, le Mirage 2000 effectuait une " cloche ", une figure que bien peu d'avions d'armes pouvaient réaliser. La manœuvre consistait à tirer le manche en arrière pour avoir une pente de 75 degrés. La manette des gaz était ramenée à 70 % du régime et la vitesse chutait, alors que le nez montait rapidement au-dessus de l'horizon. Le badin du Mirage 2000 était, en fait, déjà à vitesse quasiment nulle. Malgré une alimentation en air très perturbée, le réacteur conservait un comportement nominal. Même à des vitesses aussi lentes, l'appareil restait parfaitement contrôlable malgré ces manœuvres violentes.

Lors d'une démonstration, l'avion a même réussi un jour à faire de la marche arrière, le moteur toussant brièvement sans s'éteindre.

Entre 1983 et 2008, 23 démonstrateurs officiels se sont succédés sur Mirage 2000 C de l'Armée de l'air.

La patrouille Gusto Tactical Display.

Créée uniquement pour la saison 2021, cette patrouille composée de deux Mirage 2000 C RDI, de l'EC 2/5 " Ile-de-France ", a participé à quatre meetings aériens en France, entre les mois de juillet et d'octobre. Le nom de Gusto étant l'indicatif radio de l'escadron de chasse " Ile-de-France " lors de sa création (Squadron 340 des Forces Aériennes Françaises Libres ou FAFL), en Ecosse, en 1941.

Pendant 12 minutes la présentation est faite de passages alternés aux différentes vitesses d'évolutions comprises entre 200 kt (passages trains sortis) et 600 kt, un facteur de charge entre - 1 g et + 9 g et à basse altitude avec des hauteurs de vol allant de 150 ft au plus bas jusqu'à 5 000 ft au plus haut. Le but étant de dérouler toutes les possibilités offertes par le Mirage 2000 C dans ses différentes missions : passages en formation de manœuvre offensive / patrouille serrée pour les missions d'instruction au profit des stagiaires, passes de tir simulées et passages à grande vitesse (type show of force) pour représenter la mission air-sol.



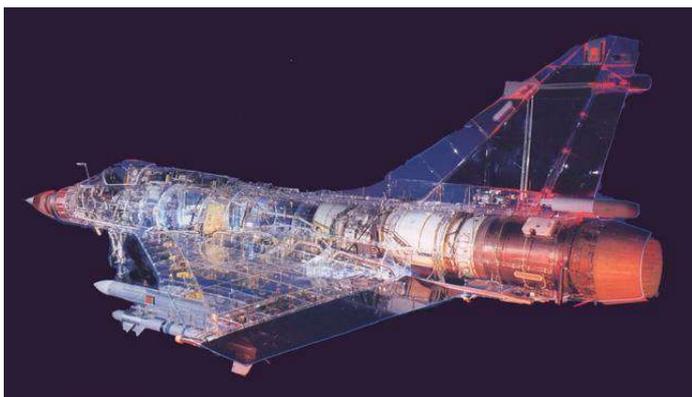
Patrouille Gusto Tactical Display (2021) (@ Armée de l'air)

Le Mirage 2000 " Cristal "

Créé en 1985, pour être exposée au 36^{ème} salon International de l'Aéronautique et de l'Espace de Paris - Le Bourget, cette maquette grandeur nature revêtue d'un plexiglas translucide permet de visualiser de manière précise l'implantation des différents composants et équipements (cockpit, réacteur M 53, radar de bord...) installés dans l'appareil, soit plus de 700.

Cette maquette est également animée en son et lumière détaillant chaque organe de l'aéronef.

Sa réalisation a demandé 15 000 heures de travail. Implanté à partir de 1986 sur la base aérienne BA 102 de Dijon-Longvic, le Mirage 2000 Cristal est depuis octobre 2016 sur la BA 116 de Luxeuil où il sert à former les personnels (pilotes et mécaniciens) destinés à travailler sur l'appareil.



Pointe avant : radar RDM (@ Armée de l'air)

Le Mirage 2000 "Cristal", maquette à taille réelle, présentant la version C de l'appareil 2000 est unique en son genre. (@Armée de l'air)

En conclusion

Au final, le Mirage 2000 C est un appareil petit, léger et maniable, ce qui favorise ses chances en combat aérien rapproché. Bien que destiné en priorité à la chasse, il s'est révélé d'une grande souplesse d'emploi et a montré une disponibilité et une grande facilité de maintenance. Il restera certainement encore quelques années en service, auprès d'opérateurs privés.

Aujourd'hui les deltas "bleus" ont quasiment disparu de l'inventaire de l'Armée de l'air, seuls quelques-uns d'entre-eux sont mis en œuvre par le Centre d'Essais en Vol (DGA EV aujourd'hui) et une société privée française Procor dans le domaine du Red Air (entraînement au combat aérien, formations des JTAC, des unités sol-air). En 2019, cette société a racheté au Brésil une flotte de Mirage 2000 ayant autrefois servi dans l'Armée de l'air soit neuf monoplaces et un biplace (B502) motorisés par un M53-5 afin de servir de "plastron" pour différents essais et exercices. Toutes ces machines qui disposent encore d'un très bon potentiel d'heures de vol seront basées sur la base aérienne 116 de Luxeuil-Saint-Sauveur.



Mirage 2000 C "bleu" (@ Quinta Studio)



Mirage 2000 C "bleu" (@ Quinta Studio)

Le monoréacteur à aile delta a acquis une certaine notoriété avec les "Nouveaux Chevaliers du ciel", une série télévisée française en 10 épisodes diffusés entre 1988 et 1991 ainsi que dans le film, sorti en 2005, "Les Chevaliers du ciel" tous deux créés d'après la bande dessinée *Les Aventures de Tanguy et Laverdure* et la série télévisée de 1967 *Les Chevaliers du ciel*.

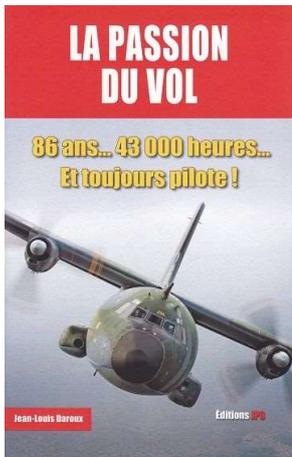
Publications consultées :

Bi-mensuel "Aviation Magazine International", Hebdomadaire "Air et Cosmos", Avions de combat, Bulletin de la Sécurité des Vols de l'Armée de l'Air (BSV), Snecma Magazine

Notes de lecture

La passion du vol 86 ans ... 43 000 heures ... Et toujours pilote !

Par Jean-Louis Daroux - Editions JPO



Rien ne prédestinait Jean-Louis Daroux à faire une carrière de Pilote ! Arrière-petit-fils du régisseur des propriétés d'Armand Fallières, il aurait dû être agriculteur. Frustré d'avoir eu peu d'informations sur la vie de cet aïeul, sinon qu'il fournissait l'Élysée en chapons pour les ripailles présidentielles, il a été taraudé par l'idée d'écrire pour son propre Petit-Fils.

Le confinement dû à la COVID-19 lui en a donné l'occasion et le temps. Vingt-sept ans de pilote militaire agrémentés de plusieurs séjours opérationnels précèdent trente-huit années de pilote civil, tant sur hélicoptères que sur avions de toutes envergures. Il est raisonnable de penser que la période couverte par ces quelques soixante années, représentent la liaison entre les aventures de nos Grands Aînés et les " assistés " dont il fait partie. Ses 43 000 heures de vols lui ont permis de vivre les deux faces d'une aviation qui aura été sa vie de passion et d'aventures.

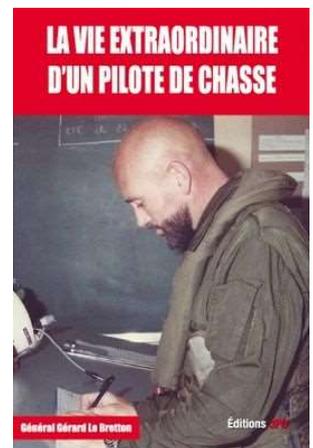
" Si tu diffères de moi, mon frère, loin de me léser tu m'enrichis. " Antoine de Saint Exupéry.

La vie extraordinaire d'un pilote de chasse

Par Gérard Le Bretton - Editions JPO

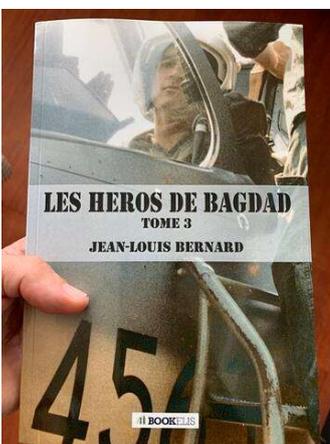
Cet ouvrage est un témoignage riche d'anecdotes inédites et de réflexions qui transporte le lecteur au cœur d'une période où la chasse était à mi-chemin entre Guynemer et les dernières évolutions du Rafale. L'auteur a vécu la longue période de la guerre froide face à la menace soviétique. Il a été responsable de la mise au point de l'armement guidé laser sur un avion monoplace français, une première mondiale. Les histoires qu'il raconte lui sont arrivées en vol... Si elles paraissent parfois à peine croyables, elles ne font qu'illustrer l'adage : " un vieux pilote est un bon pilote qui a eu beaucoup de chance ".

L'auteur : Né à Brest sous les bombes, l'auteur a opté pour l'aviation dans ce qu'elle a de plus risqué : pilote de chasse dans la défense aérienne, puis pilote d'essai en armement, durant une période riche en développement d'armes nouvelles. Il commandera une escadre de quarante-cinq Mirage F1 puis dirigera les expérimentations avant de rejoindre l'État-major comme chef du bureau des programmes durant la guerre du Golfe. Du Mystère IV au Rafale, il a volé sur tous les chasseurs produits par Dassault.



Les héros de Bagdad, d'une guerre à l'autre - tome III - Jean-Louis Bernard

Par Jean-Louis Bernard - Editions JPO



Mossoul, juin 1983, Moaed vient souhaiter bonne chance aux trois copains qui partent à Landivisiau pour le stage Super-Etendard, et avec qui il a fait les 400 coups en France, de Rochefort à Cazaux, il y a trois ans. Il préfère rester ici, à Qayah, et poursuivre sa carrière au sein des escadrons 79, 89 ou 91. L'avenir montrera que ces trois unités, un peu moins médiatisées, ont contribué à la réussite des Mirage F1, tout autant que le 81 et ses EQ5.

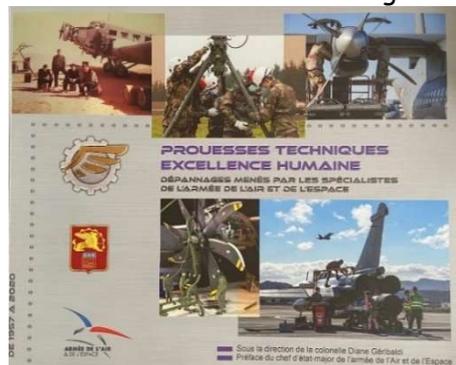
Cinq ans plus tard, les Iraquiens fêtent la fin de la guerre, mais rapidement les nuages s'amoncellent. Un président qui se prend pour le nouveau Saladin, puis, qui décide d'envahir le Koweït. Ensuite, la descente aux enfers. Tempête du désert, un combat perdu d'avance, où les Mirage courberont l'échine.

Le 26 janvier 1991 sonne le glas de l'aventure des Mirage iraqiens. Moaed dirige une formation de 18 F1 EQ, parmi les plus récents. Les avions vont se mettre à l'abri en Iran. Jamais, ni Moaed, ni Amer qui ferme la marche de ce cortège funèbre, n'avaient imaginé pire scénario.

" Prouesses techniques – Excellence humaine " Dépannages menés par les spécialistes de l'Armée de l'Air et de l'Espace. Livre publié par l'Association des anciens Arpètes de Saintes

Toujours dans l'ombre, rarement à la lumière, trop timides pour prendre la plume et conter leurs aventures, les histoires de mécaniciens de l'Armée de l'Air et de l'Espace sont trop peu connues.

La direction de l'école d'enseignement technique de l'Armée de l'Air et de l'Espace de Saintes, en compilant quarante-deux dépannages atypiques pour en faire un livre passionnant et largement imagé, a voulu honorer " ceux de la graisse ".



Doublement préfacé par le General Stéphane Mille, Chef de l'État-major de l'Armée de l'Air et de l'Espace et par la Colonelle Diane Gériibaldi, commandante de l'école d'enseignement technique de l'Armée de l'Air et de l'Espace 722. Ce livre plein de nostalgie pour ceux qui exercent ou exercèrent leur talent sur les divers équipements en service pourrait encourager la jeune génération à rejoindre la carrière des techniciens de l'aéronautique.

Si vous souhaitez commander ce livre il faut adresser votre commande au secrétariat de l'association des anciens élèves de l'école des apprentis mécaniciens de Saintes.

Adresse mail de l'association : bureau.national@arpete.com

" Pilote de combat petite chronique d'une carrière toute simple... "

Lcl Colonel Copponnex - Editions BoD Books on demand

Plus haut dans ce numéro, le Lieutenant-Colonel Jean Copponnex nous raconte " aux ras des pâquerettes " une mission opérationnelle en basse altitude et grande vitesse. Son livre est le récit détaillé, en pleine Guerre Froide, de la carrière d'un pilote militaire, Chasse, Bombardement Stratégique puis Moniteur de pilotage dans les décennies 1960 à 1990. C'est aussi celui d'un adolescent, qui a accompli son rêve. On le suit depuis ses débuts, avec ses rêves, ses craintes, les difficultés et les réussites, avec la satisfaction, toujours, du devoir accompli. Engagé volontaire à 18 ans, simple soldat, puis élève pilote sous-officier, il gravit avec obstination et bonheur les échelons professionnels et militaires. Breveté sergent Pilote de Chasse à juste 20 ans, il devint officier Chef de Patrouille, puis Commandant d' Avion de Bombardement. Il eut la chance de piloter les avions parmi les plus performants de l'époque, les Mirage III E et Mirage IV A.



1961 - 2021 - Soixante histoires d'espace en France

Par Pierre-François Mouriaux et Philippe Varnoteaux - Gingko Editeur

Le Cnes, l'agence française de l'espace, a fêté le 19 décembre 2021 ses soixante ans. *Soixante histoires d'espace en France* présente les épisodes marquants du riche et tumultueux parcours dans la conquête de l'espace de la France, historique troisième puissance mondiale dans ce domaine.



Du rat Hector au télescope spatial James Webb, des premières fusées-sondes lancées depuis le Sahara aux instruments de mesure ultramodernes déposés sur Mars, de Jean-Loup Chrétien à Thomas Pesquet, soixante récits accessibles à tous et illustrés avec archives d'époque et témoignages souvent inédits nous font revivre cette incroyable odyssée.

Les textes ont été rédigés sous la direction de Pierre-François Mouriaux, journaliste, responsable de la rubrique Espace de la revue *Air & Cosmos* et président de l'association Histoires d'espace, et Philippe Varnoteaux, docteur en histoire, spécialiste de la conquête spatiale française et vice-président de l'association Histoires d'espace.