

PRENDRE L'AIR



Dassault Mirage III C n° 21



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

N°11
Décembre
2023

Contact

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

Sommaire

<i>Editorial</i>	3
Jacques Daniel	
<i>Le mot du Président</i>	4
Jean Claude Dufloux	
<i>Le 36T, dernier moteur à pistons de la SNECMA</i>	5
Pierre Mouton	
<i>Comment le turboréacteur a-t-il été inventé ?</i>	8
Pierre Mouton	
<i>Le Henschel Hs-129 " Panzerknacker ". Contexte d'un avion allemand de la seconde guerre mondiale équipé d'un moteur Français.</i>	14
Albert Grenier	
<i>Brève histoire du Douglas DC-8 - Premier avion commercial supersonique</i>	35
Albert Grenier	
<i>Le Dassault Mirage III C n° 21</i>	51
Jacques Daniel	
<i>Dassault Mirage IV B Pratt & Whitney J75 : un mariage qui dura six mois</i>	66
Albert Grenier	
<i>Le lanceur lourd européen Ariane 5 : 1996 - 2023</i>	76
Jacques Daniel	
<i>Le barographe à capsule anéroïde : une pièce d'exception</i>	83
Jacques Daniel	
<i>Notes de lecture</i>	88
Jacques Daniel	

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

Editorial

Au mois de juillet dernier, le lanceur lourd européen de 4^{ème} génération, Ariane 5, a tiré sa révérence. Son ultime mission VA261 a duré 33 minutes et 32 secondes. En 27 ans, entre le 4 juin 1996 et le 5 juillet 2023, Ariane 5 s'est élancée à 117 reprises de l'Ensemble de Lancement n°3 du Centre spatial guyanais, avec pour bilan 239 satellites déployés, pour le compte de 65 clients institutionnels et commerciaux, originaires de trente pays différents. Durant cette période, le lanceur a régulièrement gagné en puissance, passant de 47 à 54 mètres de haut et d'une masse au décollage de 737 tonnes à 777 tonnes et, surtout capable d'emporter des charges utiles de plus de 11 tonnes vers une orbite de transfert géostationnaire.

Ce onzième numéro de " Prendre l'air " vous emmènera dans le monde des moteurs à pistons, des réacteurs civils et militaires, des avions de combat supersoniques mais aussi des équipements et des moteurs spatiaux.

Gnome & Rhône a été l'un des plus importants constructeurs mondiaux de moteurs à pistons de l'avant-guerre. En 1945 et étant devenu SNECMA, son Bureau d'Etudes du Bd Kellermann n'avait pas encore vu venir que ce type de moteur serait rendu " obsolète " par le développement des turbomachines. Il entreprit donc l'étude d'un nouveau moteur à pistons très puissant, le 36T que Pierre Mouton nous décrit. En 1948 ce moteur était prêt à commencer ses essais quand le turbopropulseur ATAR 201, étudié en parallèle à Decize par l'équipe d'Hermann Oestrich, montra que la puissance du 36T était égalée par ce moteur beaucoup plus léger. Le 36T fut donc abandonné et le Bureau d'Etudes de la SNECMA se tourna alors vers les turbomachines, avec le turbopropulseur TB-1000 et le turboréacteur Vulcain, avant de fusionner avec le groupe d'ingénieurs allemands qui avait décidé de rester en France à la fin du contrat liant le " groupe O " à l'Etat Français. Le 36T aurait été le moteur à pistons le plus moderne et le plus puissant du monde, mais il arrivait trop tard.

Dans un article intitulé " Comment le turboréacteur a été inventé " Pierre Mouton nous montre que Frank Whittle, l'ingénieur britannique reconnu par beaucoup comme étant l'inventeur du turboréacteur, ne l'a en fait que " redécouvert ". Le concept de cette machine avait déjà été élaboré, pas à pas et en France, au cours des 70 précédentes années. Cela n'enlève cependant en rien à la bonne foi et à la ténacité dont Frank Whittle a fait preuve.

Pendant la seconde guerre mondiale, les usines Gnome & Rhône ont livré, entre 1940 et 1944, 9800 moteurs en étoile aux allemands y compris des stocks en 1940 : parmi ceux-ci figurent le Mars 14M de la classe des 700 chevaux propulsant l'avion d'assaut bimoteur Henschel He-129 B " Panzerknacker " très largement utilisé sur le front de l'Est. Albert Grenier évoque l'histoire méconnue du Henschel Hs-129 : un avion allemand équipé d'un moteur français.

Le lecteur pourrait s'interroger sur le fait de savoir pourquoi notre revue qui, traditionnellement s'intéresse surtout aux équipements d'origines françaises, propose dans cette édition un article dédié au quadriréacteur Douglas DC-8, qui fut, à partir de la fin des années 1950, la personnification de la toute-puissance des États-Unis. Combien de productions hollywoodiennes ont montré, d'impressionnants gros plans des Boeing 707 ou des DC-8 au décollage tirant leurs quatre panaches de fumée noire ? Toutefois, la fin des années 1970 virent les premières prémices du projet de remotorisation de DC-8 en service, avec un moteur plus efficace et son application au début des années 1980 avec le moteur CFM56-2C de la co-entreprise franco-américaine CFMI, dont c'était la première application commerciale. Cela permit l'essor des moteurs de la famille CFM56. Prenant une place très importante dans l'histoire aéronautique et industrielle de Safran et de la France, le DC-8 mérite que nous lui consacrons quelques lignes.

Pièce maitresse et incontournable de la collection des aéronefs du musée Saint-Chamas depuis son ouverture, en 1989, le monoréacteur Dassault Mirage III C n° 21 est un intercepteur monoplace tous temps conçu par le constructeur aéronautique français à la fin des années 1950. L'expression tous temps signifiant qu'il est capable d'opérer de jour comme de nuit, en ciel clair comme dans les nuages. C'est le premier avion de combat de conception européenne capable de dépasser une vitesse de Mach 2 en vol horizontal à haute altitude et Mach 1 au niveau de la mer. Sa présence dans le musée depuis 24 ans méritait un bref historique.

Initiative quelque peu oubliée, aujourd'hui, des études pour la propulsion du bombardier Dassault Mirage IV par deux moteurs Pratt & Whitney J75 furent conduites pendant les six premiers mois de l'année 1959. Ce projet auquel la Snecma fut partie prenante ne déboucha pas. Il aurait donné le Mirage IV B. Cet article se propose d'en raconter brièvement l'histoire.

Au travers de ce numéro, la revue de l'Association des Amis du Musée Safran, souhaite remercier Monsieur Pierre André pour ses souvenirs relatifs au projet du Mirage IV B à moteurs Pratt & Whitney J75 auquel il participa et qu'il voulut bien partager avec nous. Maintenant retraité, Monsieur Pierre André qui créa l'Audit Technique de la Snecma, fut directeur du Bureau d'Études de Villaroche et de Corbeil ainsi que de l'équipe de marque des moteurs ATAR.

Comme tout musée, celui de Saint-Chamas a pour vocation à préserver et enrichir ses collections. Grâce à la ténacité et à l'expertise d'un des membres de l'AAMS, Dominique Perruchon, nous venons de récupérer un objet d'exception : un barographe enregistreur à capsule anéroïde ayant appartenu à l'Aéroclub Hispano-Suiza. Qu'il en soit ici remercié. Malgré une certaine usure, due à l'âge, l'appareil est en très bon état. Pour rappel, un barographe enregistreur a pour but de vérifier et valider tous les records et les tests de performances : altitude, temps de montée, temps de vol. Les clubs de Vol à Voile ont notamment été de grands utilisateurs de cet instrument pour homologuer les différents brevets.

En fin de numéro, la partie notes de lecture vous propose une sélection d'ouvrages parus cette année dont l'un dédié aux moteurs de première guerre mondiale : à cylindres parallèles, opposés, en étoile, en éventail, rotatifs, à refroidissement par air et par eau.

Je vous souhaite une bonne lecture !

L'équipe de rédaction de Prendre l'air

Le mot du Président

2023 s'achève avec ce numéro 11 de PRENDRE L' AIR. De tout un peu dans cette publication, toujours aussi riche, qui vous transportera dans différents univers.

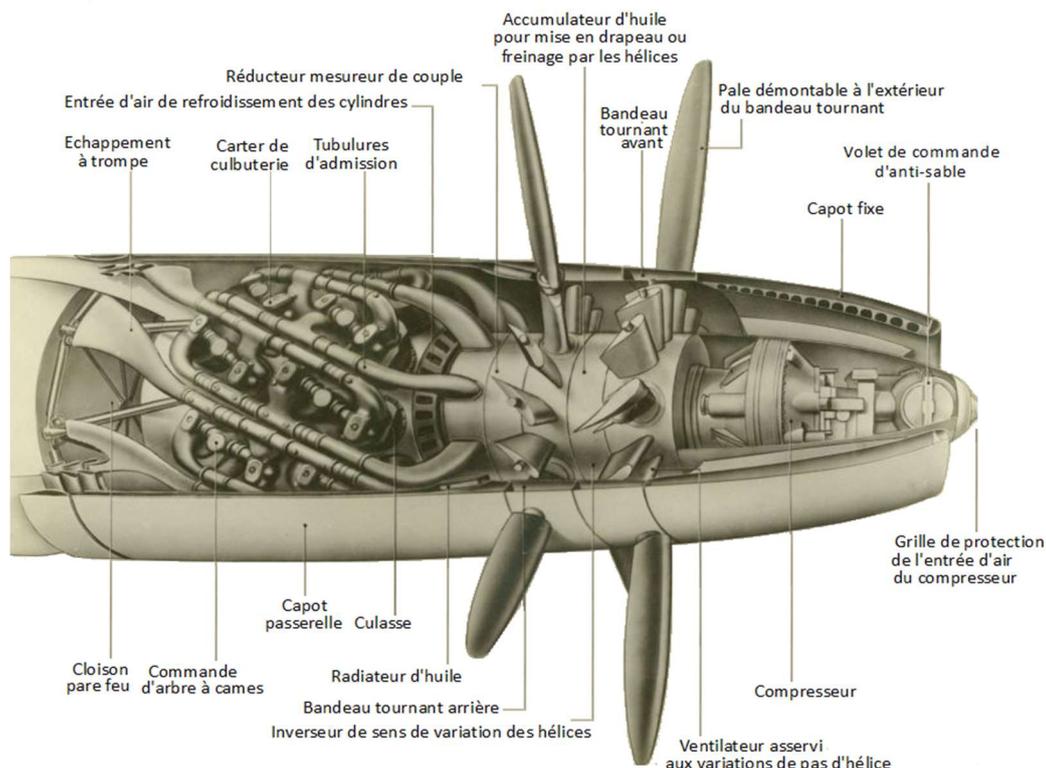
Chères toutes, chers tous, je vous adresse tous mes vœux pour un joyeux Noël et une très bonne année 2024 ainsi que pour tous vos proches.

Le Président
Jean Claude DUFLOUX

Le 36T, dernier moteur à pistons de la SNECMA

Gnome et Rhône, à la fin de la guerre, avait conservé toutes ses capacités d'études et de construction de moteurs d'avion, mais c'étaient toujours des moteurs à pistons, et ses ingénieurs ignoraient tout de la technologie récente du turboréacteur. Ce ne sera que grâce à l'intelligence du gouvernement de l'époque, qui a su vaincre les ressentiments de la guerre et s'entourer de techniciens allemands, que Gnome et Rhône, devenu la SNECMA entre temps, restera un grand motoriste. En 1946, l'Ingénieur Raymond Marchal, qui en était le Directeur Technique, était toujours convaincu que le turboréacteur n'avait pas encore gagné la partie et que les moteurs à pistons et les hélices avaient encore un bel avenir devant eux. Dans la préface de la traduction française du célèbre livre de l'Anglais Geoffrey Smith, " Propulsion par réaction ", il n'hésita pas à écrire que : " l'histoire du progrès humain montre que rarement une nouvelle disposition est capable, en un laps de temps extrêmement court, de supplanter entièrement et définitivement des dispositions plus anciennes qui donnaient satisfaction ". Il n'est donc pas étonnant que la SNECMA de cette époque, au lieu de consacrer au turboréacteur tous ses moyens de recherche et d'études pour rattraper son retard, choisisse de se lancer dans le nouveau développement d'un moteur à pistons qu'elle voulait être révolutionnaire. Ce sera le programme 36T.

Le but était de poursuivre la course des avions de transport vers des vitesses toujours plus élevées et pour cela les moteurs devaient être toujours plus puissants. Le choix se porta vers un moteur à pistons capable de fournir 5 000 chevaux, alors que les moteurs américains les plus modernes, les six Pratt & Whitney R-4360 du bombardier stratégique Convair B-36 " Peacemaker " par exemple, plafonnait à 3 500 ch.



" Ecorché " du moteur 36T. Tous les moteurs Gnome et Rhône avaient une appellation composée d'un chiffre correspondant au nombre de cylindres (36 dans notre cas) et d'une lettre (T ici) donnant l'ordre chronologique représenté par une lettre de l'alphabet.

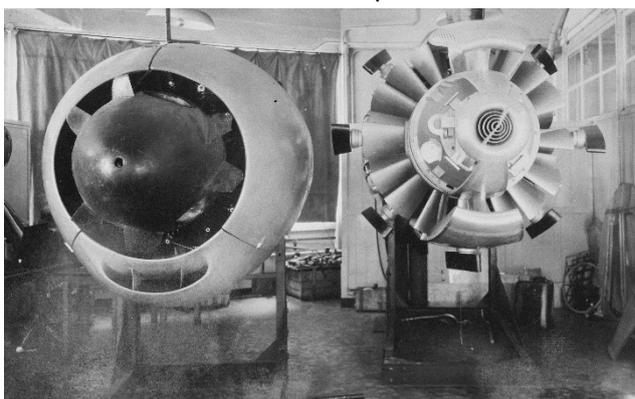
A cette époque le moteur de la SNECMA le plus puissant était le modèle 14 R qui ne délivrait que 1 600 chevaux alors que l'objectif fixé pour ce nouveau moteur était de 5 000 chevaux. La différence était donc énorme.

A ce stade il convient de rappeler comment on peut augmenter la puissance d'un moteur à pistons.

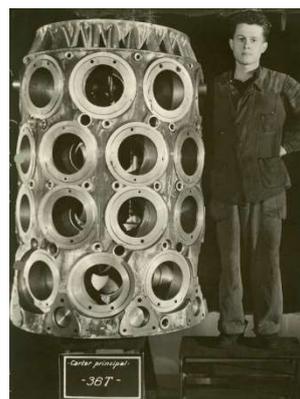
Les trois paramètres principaux qui déterminent la puissance d'un moteur à pistons sont le taux de compression, le débit d'air traité et l'énergie thermique qui lui est communiquée. Le taux de compression est limité par le phénomène de détonation et ne peut pas dépasser dix. L'énergie thermique libérée par la

combustion est limitée par le rapport carburant/air (richesse). Reste le débit d'air comme seul paramètre permettant d'augmenter la puissance du moteur.

Le débit d'air traité par le moteur dépend de la pression d'admission dans les cylindres, de la cylindrée totale et de la vitesse de rotation. Là encore on ne peut pas augmenter librement la pression d'admission au-delà d'un rapport maximum de compression du compresseur de suralimentation pour limiter, entre autres, la masse du moteur. On doit aussi choisir le meilleur compromis entre une augmentation de la vitesse de rotation et une augmentation de la cylindrée de chaque cylindre. Ce compromis prenant en considération la vitesse des pistons qui génère des pertes par frottement et le blocage sonique de l'air dans les soupapes, conduit à une combinaison optimale de la vitesse de rotation, de la course et du diamètre des pistons. Tous les moteurs tournent aux environ de 3000 tours par minute et ont une course et un diamètre de piston sensiblement égaux de l'ordre de 150 mm. On ne peut donc plus jouer indépendamment sur la vitesse et la définition des cylindres et le seul paramètre restant pour augmenter la puissance des moteurs devient leur nombre de cylindres. Il est donc normal de constater que la puissance de tous les moteurs est grossièrement proportionnelle au nombre de leurs cylindres.



Vue frontale de la maquette du 36T, les hélices sont " tronquées "



Carter principal du moteur 36T

Pour atteindre la puissance de 5 000 chevaux qui était spécifiée, le moteur ne pouvait plus se contenter des 14 ou 18 cylindres en deux étoiles qui étaient de tradition chez Gnome et Rhône et quatre étoiles de neuf cylindres chacune furent choisies, d'où l'appellation 36T du nouveau moteur.

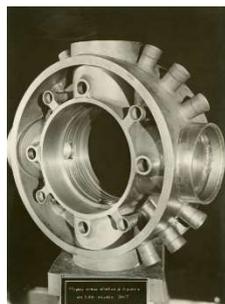
La configuration de ce moteur à pistons était " révolutionnaire ", très différente de celle de tous les moteurs en étoile que l'on connaissait jusqu'alors. Le moteur était contenu dans un long fuseau très aérodynamique qui le faisait ressembler à un "open rotor" d'aujourd'hui et le différenciait beaucoup de l'apparence habituelle, très " frontale ", des moteurs en étoile avec leurs cylindres directement exposés au souffle de l'hélice.

De l'avant vers l'arrière le 36T comprenait :

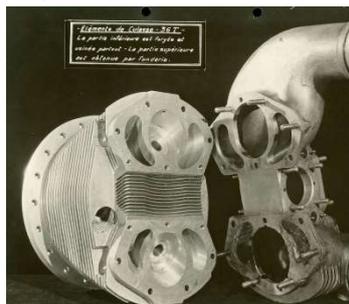
- un corps central, centré dans une entrée d'air, à la manière d'un turbo réacteur,
- un compresseur de suralimentation entraîné directement par l'arbre des hélices,
- deux viroles tournantes et contrarotatives supportant extérieurement les pales d'hélices et intérieurement les aubes des soufflantes de refroidissement,
- un réducteur entre le vilebrequin et l'arbre des hélices,
- une prise d'air pour le refroidissement canalisé des cylindres,
- le moteur proprement dit avec ses 4 étoiles de 9 cylindres chacune,
- l'échappement individuel et canalisé des cylindres.



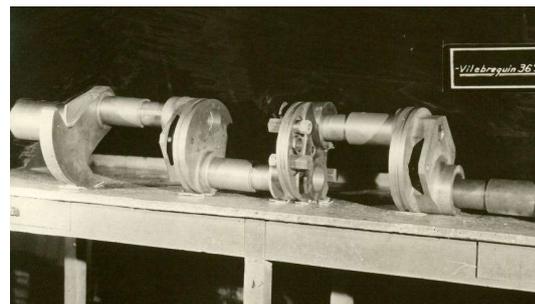
Cylindre



Culasse



Moyen de l'hélice



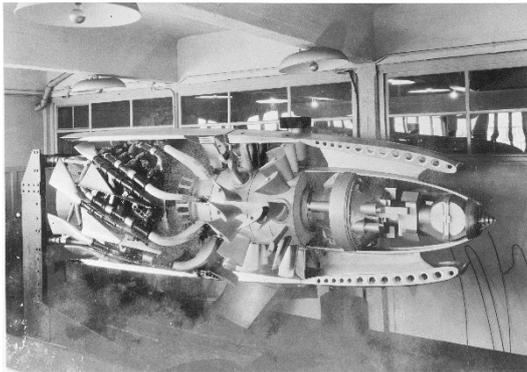
Vilebrequin

Pour la première fois les pales d'hélice (8) pouvaient être changées individuellement, comme le sont aujourd'hui les aubes de soufflante (fan) d'une turbosoufflante.

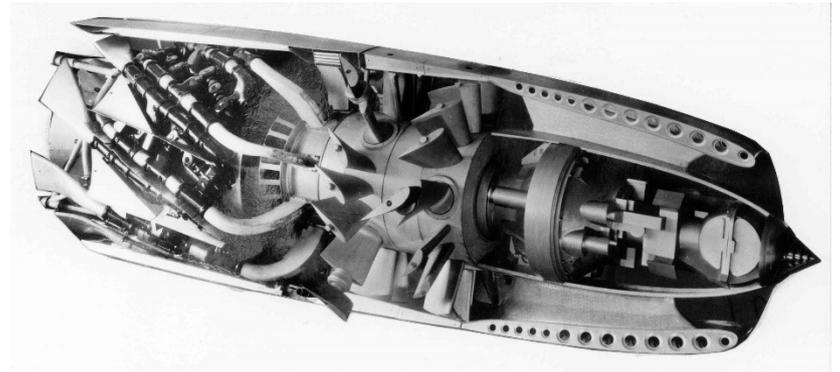
Le bureau d'Etudes de Kellermann a voulu optimiser " son " moteur en adoptant des solutions innovantes destinées à corriger du mieux possible les défauts bien connus des moteurs en étoile à refroidissement par air.

Tout d'abord ils ont réduit la traînée qu'avaient les groupes motopropulseurs de l'époque qui, sur l'avion Constellation, atteignaient plus du quart de la traînée totale de l'avion. Pour cela le 36T a été " enfermé " à l'intérieur d'un capotage au profil très évolutif permettant une traînée minimum. Ils ont aussi choisi d'entraîner une paire d'hélices contrarotatives permettant d'en réduire le diamètre et d'améliorer leur rendement. Enfin, il était bien connu que le refroidissement des cylindres des moteurs à deux étoiles était déjà difficile, alors, avec quatre étoiles, le problème n'aurait pas eu de solution. Un compresseur axial de ventilation a donc été installé, comme ce l'était déjà sur le moteur BMW-801 du Focke Wulf 190 allemand de la guerre et qui était bien connu de Gnome et Rhône.

En 1948 le prototype du 36T était en fin de fabrication et prêt à commencer ses essais à Villaroche où un banc avait été spécialement construit pour lui. Or à cette époque, à Decize, le groupe " O " d'Hermann Oestrich avait bien progressé dans l'étude du turboréacteur ATAR 101 et aussi dans celle de l'ATAR 201, un turbopropulseur qui en était dérivé. Il apparut alors que le poids de l'ATAR 201, et pour la même puissance, était très inférieur à celui du 36T. La turbomachine venait de démontrer sa supériorité sur le moteur à pistons et cela conduisit à l'abandon du programme 36T. Comme un malheur n'arrive jamais seul, Hermann Oestrich, qui venait de prendre la nationalité française, remplaça Raymond Marchal au poste de Directeur Technique de la SNECMA. Il occupait encore cette fonction lorsque j'entrais au service Avant-Projet Régulation, à Villaroche.



Maquette



Maquette

C'était en 1959, et je me rappelle encore très bien avec quelle émotion les anciens de Kellermann parlaient encore du 36T, ce qui m'a poussé à en connaître plus sur son histoire, qui, je dois le reconnaître a été celle du moteur à piston le plus avancé de tous les temps.

Sources photographiques : Dominique Prot de l'Espace Patrimoine du groupe Safran

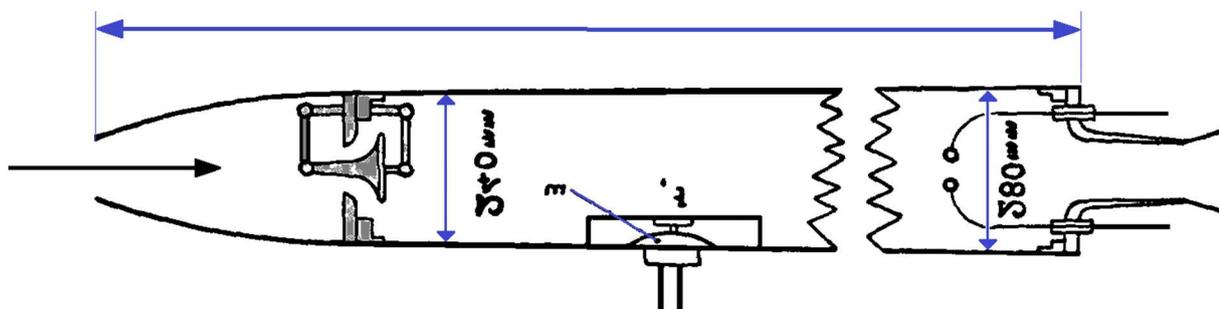
Comment le turboréacteur a-t-il été inventé ?

Rechercher comment l'idée d'une invention est venue à son auteur est toujours une activité intéressante, et l'invention du turboréacteur n'échappe pas à cette interrogation. Nous parlons ici d'un moteur "aérobie", excluant par cela les fusées, inventées par les Chinois, et dont l'origine trop ancienne rendrait la réponse trop difficile.

Pratiquement toutes les inventions procèdent du même cheminement de pensée, tout d'abord la recherche d'une solution à un problème nouveau et ensuite son rapprochement avec la solution à un phénomène déjà connu et qui pourrait être adaptée. Il convient donc de rechercher quelle est l'observation qui aurait pu amener à l'invention de ce nouveau mode de propulsion. Le turboréacteur constitue cependant un cas particulier car son invention n'a pas été l'œuvre d'un seul homme, mais au moins de cinq, chacun d'eux ayant apporté une pierre à l'édifice.

On considère que c'est un Français, Monsieur de Louvrié, qui, en 1867, a eu le premier l'idée d'un moteur aérobie à réaction.

En 1863, comme beaucoup d'autres inventeurs qui cherchaient à voler comme les oiseaux, Monsieur de Louvrié présenta à l'Académie des Sciences un projet de "plus lourds que l'air", l'"Aéronave", équipé d'une hélice. Puis, en 1867, il imagina de remplacer l'hélice par un propulseur plus puissant, qu'il nomma "fusée dynamique" et dont le schéma est reproduit ci-dessous.



"Fusée dynamique" de Monsieur de Louvrié (1867) - Image de son mémoire

Le mérite de Monsieur de Louvrié est d'avoir compris que l'éjection d'un jet d'air sous pression s'accompagnait d'une force qui pouvait être utilisée pour propulser un avion et que la poussée n'avait pas besoin d'être continue mais pouvait aussi être pulsée. Mais comment Monsieur de Louvrié en était-il arrivé à ce concept ? La lecture de son mémoire donne une petite indication de ce qu'aurait pu être son processus de pensée.

Le recul des armes à feu était bien connu et était parfaitement compréhensible en considérant que la balle qui était tirée, se comportait comme un piston mobile étanche dans l'âme du fusil. La déflagration de la poudre générait une pression qui s'exerçait à la fois sur la balle et sur le fond de la culasse. La balle était projetée vers l'avant et le fusil avait un "recul". Monsieur de Louvrié avait sans doute tiré des cartouches "à blanc" (sans plomb) pour constater qu'un recul se produisait encore, plus faible cependant. De là sans doute l'idée que, l'expulsion d'un gaz sous pression dans un tube ouvert à une seule extrémité produisait un recul, et que ce recul pourrait être utilisé pour propulser un avion. Il fallait aussi, pour que la poussée soit utilisable, que soit obtenue une répétition d'explosions, comme avec une mitrailleuse. Il l'imagina avec la soupape automatique installée sur l'admission d'air de sa machine. Cette hypothèse sur le cheminement de pensée qu'aurait eu Monsieur de Louvrié paraît plausible car son mémoire parle "d'explosions à répétition".

Voyons maintenant la description du moteur qu'il a présentée dans son mémoire. Le propulseur est constitué d'une enveloppe cylindrique ouverte à l'avant pour capter l'air atmosphérique et se terminant par une tuyère débouchant à l'atmosphère. A l'entrée de l'enveloppe est installée une soupape, s'ouvrant ou se fermant sous l'effet de la différence de pression entre son amont et son aval. Derrière la soupape se trouve la chambre de combustion alimentée en "huile de pétrole" qui se vaporise au contact d'une masse métallique (repère "m" sur le schéma ci-dessus). Le mélange gazeux est allumé par les étincelles jaillissant entre les deux boules d'un éclateur. L'explosion ferme la soupape d'admission, produit un recul vers l'avant, et les gaz de combustion s'échappent par l'ouverture à l'arrière. On imagine, sans qu'il n'en parle que l'inertie de la masse d'air éjecté ne permet pas l'arrêt immédiat du jet lorsque sa pression atteint celle de l'atmosphère et

que la dépression qui s'en suit permet la réouverture de la soupape d'admission. Le cycle se répète à raison de 30 à 40 fois par minute. On doit penser (le mémoire est ici peu explicite) que les étincelles sont commandées manuellement par le pilote.

On reconnaît dans cette description, et sans aucun doute possible, le principe de fonctionnement d'un pulso-réacteur.

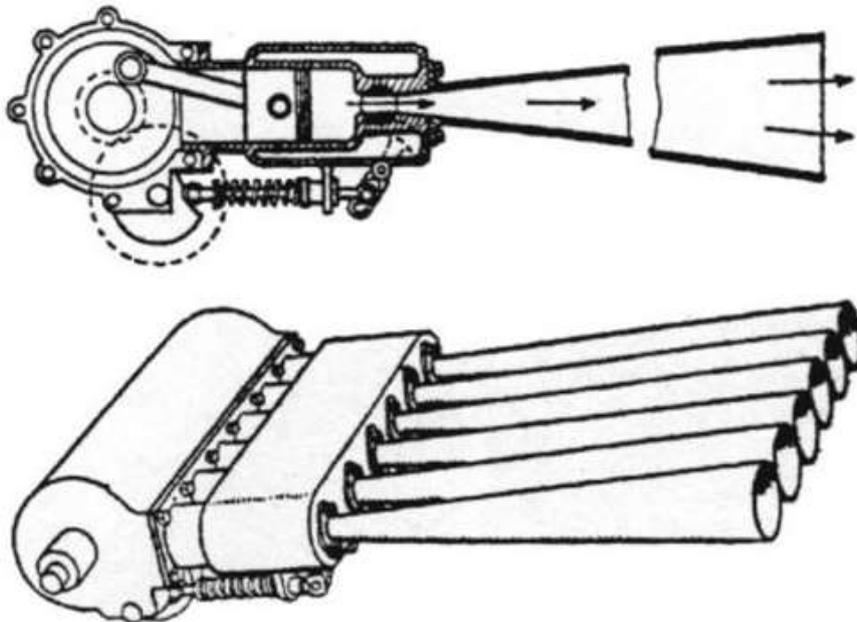
Ce moteur n'a jamais été construit, Monsieur de Louvrié s'étant orienté vers d'autres activités de recherche, mais son concept a été réutilisé dans les années 1930 par le motoriste allemand Argus qui développa le propulseur de la bombe volante V1.

Monsieur de Louvrié est donc celui qui, le premier, a eu l'idée d'un propulseur basé sur l'aspiration, la compression et l'éjection à grande vitesse d'air atmosphérique, séquences qui sont communes à tous les propulseurs à réaction.

L'utilisation du latex s'est répandue à l'approche des années 1900. Alors sont apparus les premiers ballons de baudruche et le jeu des enfants qui consistait à les gonfler puis à les lâcher après avoir libéré leur ouverture. Le ballon se trouvait alors propulsé dans l'atmosphère.

Je pense que c'est ce jeu qui, en 1908, donna l'idée à un autre Français, René Lorin, d'un autre concept de propulseur d'avion. Le défaut du ballon de baudruche est que sa poussée diminue puis disparaît avec la pression interne du ballon. René Lorin a donc imaginé un propulseur au fonctionnement permanent, mais pulsé, où de l'air est aspiré puis refoulé par un compresseur à pistons, entraîné par un moteur classique.

Un schéma de ce propulseur est représenté ci-dessous. Les cavités de volume variable formées par les cylindres et les pistons (analogues aux ballons de baudruche) refoulaient l'air comprimé vers l'atmosphère, par un petit orifice jouant la fonction de tuyère, comme l'est l'échappement du ballon de baudruche. Cet orifice était commandé grand ouvert à l'aspiration pour limiter la contre-poussée, puis avec une section réduite lors de l'échappement. Les six pistons composant ce propulseur devaient être entraînés par un moteur à explosion classique et des divergents d'échappement étaient installés derrière les restrictions d'échappement. La forte pression générée permettait l'établissement d'un écoulement supersonique et la surpression à l'intérieur des divergents générait un complément de poussée.



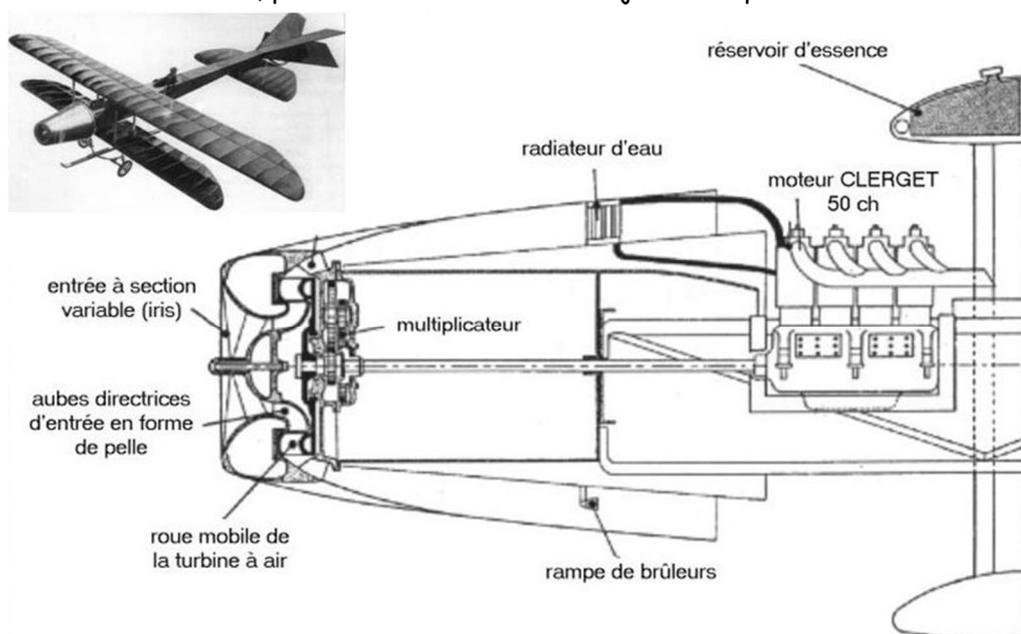
Propulseur à réaction de René Lorin (1908) - Images du brevet

René Lorin a donc inventé le deuxième élément du moteur à réaction, l'utilisation d'un compresseur mécanique, volumétrique dans son cas, générant une poussée par éjection d'un débit d'air pulsé.

Le moteur de René Lorin, n'a jamais été fabriqué mais est très intéressant, car s'en suivra une réalisation légèrement différente par un jeune ingénieur Roumain qui vivait en France, Henri Coanda. On ne sait pas cependant d'où provient son idée et si c'est d'une réflexion au sujet du moteur de René Lorin.

Henri Coanda, ingénieur diplômé de la première promotion de Sup-Aéro, construisit en 1912 un avion équipé d'un propulseur à réaction. Ce propulseur se composait d'un moteur à pistons entraînant un

compresseur centrifuge, alimenté par l'air atmosphérique, et dont le refoulement était chauffé dans une chambre de combustion avant d'être éjecté à grande vitesse vers l'arrière. C'était ce qui est appelé aujourd'hui un motoréacteur. Là encore le principe du vol du ballon de baudruche était conservé, sauf, qu'à la différence du moteur Lorin, le fonctionnement n'était plus pulsé mais continu. L'obstruction thermique causée par le réchauffage de l'air augmentait la pression, et donc la poussée fournie par le compresseur, comme l'aurait fait la tuyère convergente classique d'un turboréacteur. Mais c'était sans générer de contre-poussée, et même en fournissant un complément de poussée positive. C'est l'incendie provoqué par ce dispositif de chauffage qui fut à l'origine de l'accident de l'avion lors de son premier décollage, en 1912. Henri Coanda en réchappa malgré ses blessures. Il poursuivit ensuite ses travaux d'ingénieur, non plus en construisant des avions mais par l'étude de l'adhérence des écoulements aux surfaces courbes, phénomène qui reçut le nom d'effet Coanda, phénomène encore utilisé aujourd'hui pour la sustentation de petits drones.



Avion Henri Coanda et son motoréacteur (1912) - Image web

Pour protéger la propriété de son concept de propulseur, Henri Coanda pris le brevet français numéro 416.541, délivré le 9 Août 1910. Dans ce brevet on peut lire la comparaison qui est faite avec les hélices qui, à cette date, étaient le seul moyen de propulsion des avions :

"..... Ces propulseurs fonctionnant directement dans le fluide sont assimilables aux vis ; ils sont donc limités à leur pas qui correspond à 100% de rendement. Si donc ces propulseurs se trouvent fixés à un appareil mobile bien compris, l'accélération qui pourrait être communiquée à l'appareil sera freinée par l'hélice qui ne peut se déplacer plus vite que ne lui permet son pas.

La présente invention se rapporte à un nouveau propulseur, susceptible de travailler, comme les hélices, dans tout fluide approprié en transformant le mouvement de rotation autour de son axe qu'il reçoit, en un mouvement de translation parallèlement audit axe.

Ce propulseur se différencie des propulseurs actuels par le fait qu'il est indépendant du déplacement ou de la vitesse du mobile et qu'il agit par réaction."

Cette déclaration que la vitesse d'un véhicule propulsé par une hélice est irrévocablement limitée par la nature même du fonctionnement des hélices était d'avant-garde pour l'époque. C'était reconnaître que l'intérêt de l'hélice se trouvait limité par son rendement propulsif qui s'annule lorsque l'avion atteint une certaine vitesse limite, contrairement au rendement propulsif d'un moteur à réaction.

Le petit bond qu'a fait l'avion d'Henri Coanda sur le terrain d'Issy les Moulineaux en 1912 est trop peu connu et n'a pas été apprécié à sa juste valeur, car selon moi, Henri Coanda fut le véritable " père " de la propulsion à réaction.

La contribution de Henri Coanda à l'invention du turboréacteur est double. Pour fournir la poussée, ce fut l'utilisation d'un compresseur toujours entraîné par un moteur à pistons, mais fournissant un débit d'air continu, et aussi pour "charger" le compresseur le chauffage de l'air éjecté au lieu d'une tuyère convergente qui aurait produit une contre-poussée.

Il faudra encore patienter pendant 10 ans pour qu'en 1921, Maxime Guillaume, un ingénieur français formé à l'Ecole Nationale d'Ingénieur des Arts et Métiers, et qui se spécialisera plus tard dans l'agronomie, déposa un brevet pour un propulseur aéronautique, décrivant une machine ressemblant fort à ce que sera le turboréacteur.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

N° 534.801

VI. — Marine et navigation.
4. — Aéronautique, aviation.

Propulseur par réaction sur l'air.

M. MAXIME GUILLAUME résidant en France (Meuse).

Demandé le 3 mai 1921, à 12^h 15^m, à Paris.
Déposé le 23 janvier 1922. — Publié le 3 avril 1922.

La présente invention a pour objet un propulseur approprié à nos véhicules et permettant notamment la création d'un nouveau appareil de locomotion aérienne plus simple que les avions actuels, et plus rapide possédant toutes les vitesses sans être l'instabilité absolue que des très grandes vitesses se rapportant de ce fait de l'air.

Le dessin annexé représente schématiquement un mode de réalisation de l'invention.

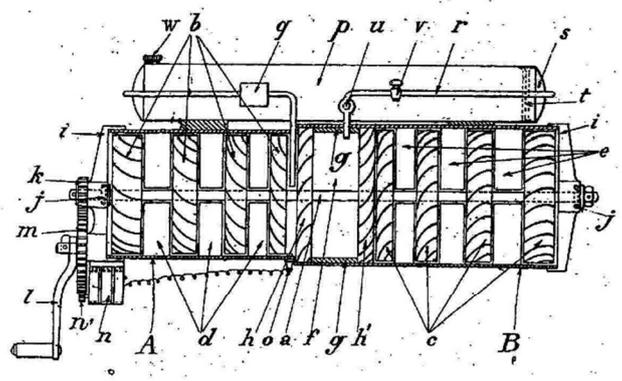
Sur un arbre *a* sont fixés les arbres d'un compresseur *A* et les arbres d'une turbine *B*. Entre les arbres *a* se trouvent des arbres de réaction *r* et autres les arbres *s*, des arbres d'entraînement *t*. Le compresseur *A* et la turbine *B* sont séparés par la chambre de combustion *f* qui comporte un revêtement réfractaire *g* et des arbres d'entraînement *h*, *i* également réfractaires. Aux extrémités de l'arbre *a* se trouvent deux supports *j* portant respectivement le volant *k* et le volant *l*. Un côté du compresseur *A* l'extrémité de l'arbre *a* est fixé un engrenage *m* qui sur un arbre *n* entraîne le volant *o* du compresseur-turbine et permet d'obtenir une vitesse de rotation *p* destinée à produire des étincelles à la bougie *q*.

Un réservoir d'essence *p* alimente l'appareil *r* qui l'entraîne par un piston *s*, un tuyau *t*, en contact et communication la chambre de combustion *f* avec le fond *u* de

réserve, entraîné à l'aide du piston la pression de cette chambre de combustion à l'essence. Une soupape automatique *v* laisse passer l'essence dans le réservoir d'essence; un robinet de décompression *w* permet au moment du remplissage par le bouton *x* de supprimer la pression dans le réservoir.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant: le compresseur *A*, du type hélico-centrifuge par exemple, est entraîné par les arbres *a* qui compriment l'air comprimé du compresseur auquel on ajoute dans la chambre de combustion *f* les calories nécessaires pour compenser les pertes de chaleur pendant et obtenir la force de propulsion désirée.

Pour la mise du marche on ouvre le robinet *w* à l'essence et l'essence coule vers le volant *o*, qui tourne la manivelle *l* et grâce au pignon d'entraînement *n*, le magnéto se met à fonctionner, des étincelles jaillissent et entraînent l'essence l'air déjà un peu comprimé par suite d'un commencement de fonctionnement du groupe compresseur-turbine soit en pression *p* accélère considérablement et la turbine entraîne en action tend vers la vitesse de régime correspondant au début du voyage. Le pignon *n* à roche libre *h* fait, sous libre et l'on arrête la manivelle ainsi que le magnéto et l'on démonte le volant *o*. Le piston *s* fonctionne alors comme un accélérateur et permet



2 [534.801] AÉROSTATION, AVIATION.

de régler à volonté la vitesse du groupe compresseur-turbine dans la force de propulsion.

Applicatif à la locomotion aérienne l'appareil *r* libère verticalement et sans limitation de vitesse le pilote, puis s'élève sur l'horizontale grâce à un gouvernail de profondeur et soutenu par une faible surface portante permet la vitesse de translation de régime; l'inspiration d'air à l'avant du compresseur et la propulsion d'air à l'arrière de la turbine.

Un mode d'exécution d'un propulseur par réaction sur l'air décrit suivant le principe précédent.

M. GUILLAUME
Par son avocat :
Léonard et fils.

Brevet du turboréacteur - Maxime Guillaume (1921)

Nous n'avons que très peu de détails sur cet inventeur, ni de comment lui était venue l'idée de remplacer le moteur d'entraînement du motoréacteur Coanda par une turbine directement alimentée par le refoulement du compresseur. Cette idée a constitué une avancée extrêmement importante car la puissance mécanique fournie étant proportionnelle au débit d'air traité, une turbine peut délivrer, pour un poids équivalent, une puissance des dizaines de fois supérieures à celle d'un moteur volumétrique. Pour permettre le fonctionnement au point fixe, l'air sortant du compresseur était réchauffé, ce qui permet de compenser les pertes et de rendre le taux de détente de la turbine plus faible que le taux de compression du compresseur. Cette configuration permet aussi de réduire la contre-poussée de la turbine qui reste inférieure à la poussée du compresseur et fait que la poussée globale du moteur reste positive. Cependant la description qui est faite de ce moteur dans le brevet de Maxime Guillaume n'aurait pas permis de le rendre utilisable, car elle ne décrit pas le dispositif d'éjection qui est indispensable pour créer une contre pression à l'aval de la turbine et " charger " le compresseur. L'absence de contre pression derrière la turbine fait que la poussée de ce moteur aurait été très faible. Il est curieux que Maxime Guillaume n'ait pas installé, comme dispositif d'échappement, une chambre de combustion, comme l'avait fait Henri Coanda, ou encore proposé une tuyère convergente, ce qui aurait rendu moins contestable son statut d'inventeur du turboréacteur.

Ce brevet n'a eu qu'un intérêt historique car aucune tentative de réalisation ne l'a suivi, Maxime Guillaume étant parti au Maroc où il prit la direction de la coopérative agricole de Safi. D'ailleurs les matériaux réfractaires, qui auraient été nécessaires à la réalisation de la turbine, auraient dû être développés car ils n'existaient pas encore.

Parmi ceux qui ont contribué à la définition du turboréacteur, Maxime Guillaume est celui qui a eu l'idée de remplacer le moteur à pistons du motoréacteur de Henri Coanda par un ensemble composé d'une chambre de combustion et d'une turbine, installées au refoulement du compresseur.

En 1921, la fonction et l'arrangement de tous les composants qui permettaient de construire un turboréacteur étaient donc connus, cependant personne n'a alors entrepris de construire une première machine et le concept est tombé dans l'oubli.

Au début des années 30 un jeune pilote militaire anglais, Frank Whittle, et un jeune ingénieur allemand, Hans von Ohain, " redécouvrirent ", indépendamment l'un de l'autre, le principe du turboréacteur. Tous deux avaient compris l'intérêt que le turboréacteur présentait car devant permettre aux avions d'atteindre une vitesse supérieure à celle permise par l'hélice. En effet un turboréacteur délivre une poussée qui,

grossièrement, se conserve avec la vitesse de vol, alors qu'une hélice voit sa force de traction diminuer. Ces deux inventeurs n'eurent pas le même destin car alors que Von Ohain trouva très vite l'aide de Heinkel, un riche avionneur, Frank Whittle eut beaucoup de mal à intéresser à ses idées le Ministère de l'Air Britannique. Tous deux se lancèrent dans la construction d'un prototype et Von Ohain commença les essais du sien, le Heinkel He S-1, en Avril 1937. Ce moteur comprenant un compresseur centrifuge et une turbine centripète était alimenté à l'hydrogène ce qui lui avait permis de contourner l'énorme difficulté que posait la chambre de combustion.



Prototype du turboréacteur Heinkel HeS -1

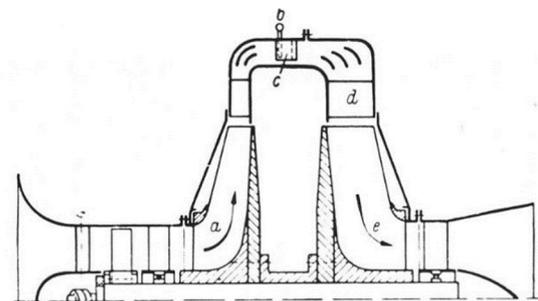
Von Ohain, construisit alors un second modèle, le He S-3, alors que l'avionneur Heinkel fabriquait un avion, le He-178, destiné à en être équipé. Ce dernier vola le 29 Aout 1939, la veille du début de la seconde guerre mondiale. Le premier avion équipé d'un turboréacteur avait enfin pris l'air, mais ce vol ne provoqua pas d'intérêt public car il fut tenu secret pour des raisons militaires. Après la guerre, dans le cadre de l'opération Paperclip, Hans Von Ohain accepta volontairement d'émigrer aux États Unis où il passa le reste de sa vie.

Pendant ce temps Frank Whittle, qui avait créé sa propre petite société, la " Power Jet limited ", se débattait avec ses faibles moyens et ses soucis financiers. Son turboréacteur prototype fus mis au banc d'essai en avril 1937, comme celui de Von Ohain. Son compresseur était du type centrifuge mais, à la différence du moteur allemand, sa turbine était axiale.



Frank Whittle et le prototype de son turboréacteur, le WU (1937)

Un deuxième modèle, équipé de chambres de combustion tubulaires, fut installé sur un avion Gloster, le E28/39, qui effectua son premier vol en 1941, soit deux ans après l'avion allemand.



RADIAL TURBOJET (He S-1)
WITH HYDROGEN
(Built in 1936; tested in April 1937)

Radius of rotor - 1'
Thrust - 250#
de Hans Von Ohain (1937)



Rare photo du Heinkel He 178

De son côté la France n'était pas restée étrangère au développement des premiers turboréacteurs et, en 1937, deux ingénieurs Dimitri Sensaud de Lavaud et Brunet avaient construit un turboréacteur qui fournissait 100 kg de poussée. Très peu d'informations existent sur ces deux pionniers, ni sur comment leur était venue cette idée, ni comment son financement avait été obtenu. Le développement de leur moteur fut interrompu par l'invasion allemande et, pour le soustraire à l'occupant, le prototype fut enterré dans un jardin ouvrier près de Lyon d'où il ne fut récupéré qu'après la libération. Cette réalisation est tombée dans l'oubli général. Peu de Français savent aujourd'hui que, dans les années 1930, la France était présente dans ce domaine, aux côtés de l'Allemagne et de l'Angleterre.



Turboréacteur Sensaud de Lavaud et Brunet (1937) - Photo P. Mouton

Le turboréacteur de Sensaud de Lavaud avait la particularité que sa tuyère était équipée d'une trompe, dispositif encore appelé " éjecteur ". Ce dispositif augmentait la poussée et réduisait la consommation de carburant par augmentation du débit d'air et réduction de sa vitesse d'éjection. Il a constitué dans son principe la première réalisation d'un turboréacteur " double flux ". L'exemplaire unique de ce moteur est conservé (mais non exposé) au Musée de l'Air et de l'Espace du Bourget et il fut présenté au Musée Safran de Villaroche, lors d'une exposition temporaire au début des années 2000.

Cela fait maintenant plus de 80 ans qu'a volé le premier avion à réaction et il aura fallu attendre pour cela près de 40 après le premier vol des Frères Wright avec leur moteur à hélices. Depuis 80 ans aucun nouveau concept de propulsion n'est apparu, le turboréacteur bénéficiant d'une continuelle amélioration pour constituer aujourd'hui une machine extrêmement performante, tant sur le plan de la consommation de carburant, que du bruit et de la pollution.

Le turboréacteur fait partie de ces machines, comme la machine à vapeur, le moteur à explosion et le moteur électrique, qui ont révolutionné la vie des hommes.

Le Henschel Hs-129 "Panzerknacker "

Contexte d'un avion allemand de la seconde guerre mondiale équipé d'un moteur Français.

Démesuré, l'effet psychologique d'une attaque aérienne est égal à celui d'une puissante charge de cavalerie. Le choc produit sur le moral par un avion est... hors de proportion avec les dégâts matériels qu'il peut induire lesquels sont en eux même considérables, la simple présence d'un avion hostile au-dessus d'eux inspire une terreur à ceux qui sont au sol, supérieure à ce qu'il est capable de faire.

Hugh Montague Trenchard (Premier commandant de la Royal Air Force).

Introduction

A l'occasion de l'édition de la revue n° 10 de juin 2023, nous avons évoqué, le bombardement de février 1944, qui endommagea si gravement l'usine Gnome & Rhône de Limoges, que sa production fut interrompue jusqu'à la fin de la guerre. Cette usine qui produisait, principalement le moteur quatorze cylindres en double étoile 14 N (*), abritait un bureau d'études officiel mais qui procédait également à des activités clandestines. La Luftwaffe ayant utilisé le moteur 14M, fabriqué par l'usine du boulevard Kellermann, qui motorisait le bimoteur léger Henschel Hs-129 " Buchsenoffner " (**), cet article me donna l'idée d'élaborer un peu plus avant en décrivant le contexte de cet avion. Le Hs-129 avait été conçu pour l'appui rapproché des troupes au sol, la lutte antichar rôles dans lesquels il excellait et, en mission secondaire, la reconnaissance tactique armée de jour. De conception simple, il était très avant-gardiste, pour ce qui concerne l'exécution de ses missions principales. Utilisé, tardivement à partir d'avril 1942, il est relativement peu connu. Sa fabrication fut brutalement interrompue en septembre 1944. Dans le cadre de l'impérieuse nécessité de rationaliser le nombre des modèles en cours de production, l'industrie Allemande n'eut d'autre choix que de se recentrer presque exclusivement dans la fabrication d'avions de chasse indispensables à la protection du ciel contre l'omniprésence des bombardiers alliés. Les Hs-129 furent alors utilisés, en nombre sans cesse diminuant, dans la limite des disponibilités en carburant, jusque dans les derniers jours de la guerre. Le dernier Hs-129 a été abattu le 16 avril 1945.

Incluant les prototypes, seulement 859 exemplaires furent construits, 219 en 1942, 414 en 1943, 225 en 1944. Ses " concurrents " le Junker Ju 87 " Stuka ", dont la production fut également arrêtée en septembre 1944, avait été construit à presque 6000 exemplaires. L'Iliouchine Il-2 " Sturmovik " Russe dont la mission était très proche, à plus de 36 000 !

La réquisition des moyens de production Français.

S'il est un aspect particulièrement douloureux et sensible de la seconde guerre mondiale et de notre histoire nationale, c'est bien, la réquisition de nos moyens de production, le service du travail obligatoire (STO) voire la collaboration industrielle, qui ne peuvent être esquivés, pour tenter de comprendre le contexte de la motorisation, ainsi que de la fabrication d'éléments majeurs, d'origine Française, utilisés pour la construction de l'avion Henschel Hs 129. Largement calqué sur les termes du traité de Versailles de 1919, l'armistice signé le 22 juin 1940 à Compiègne est particulièrement sévère pour ce qui concerne les fabrications d'armements. Son article 6, signé trois jours plus tard, le 25 juin, " Exige que la fabrication de nouveaux matériels de guerre en territoire non occupé devra cesser immédiatement ". Quelques jours plus tard, conformément aux clauses du traité d'armistice, un comité chargé " De représenter les intérêts français et de recevoir les ordres d'exécution de la commission Allemande d'Armistice. " est constitué. La délégation Française composée, d'officiers généraux, d'ingénieurs de l'armement et de personnalités civiles, s'installe en Allemagne, logée dans les locaux de l'hôtel Rose à Wiesbaden. Le comité prend logiquement la désignation de " Comité de Wiesbaden ". A partir du 9 septembre 1944, alors que la France se libère, que sa mission soit désormais sans objet, que ses membres soient astreints à une semi-liberté, curieusement le comité subsiste jusqu'à la fin de la guerre. Déplacés d'hôtel en hôtel, les membres Français, seront finalement libérés, en mai 1945, dans la région de Marienbad par une unité de l'armée de terre des États-Unis.

Rapidement, en réalité, dès l'échec de leur tentative d'invasion de la Grande Bretagne, les Allemands, qui avaient imposé à la France " De donner toutes facilités au Reich dans sa lutte contre l'Angleterre. " réalisent

que la guerre sera longue, qu'en conséquence, l'article 6 de la convention d'armistice n'est à terme, pas cohérent avec leurs intérêts. Un an plus tard, à la suite de la quasi déroute de la Wehrmacht devant Moscou pendant l'hiver 1941, 1942 cette appréciation est encore renforcée. Nous verrons l'importance de cet événement dans l'accélération du programme Henschel Hs-129. Dès avant la guerre, les services de renseignements Allemands connaissent parfaitement les importantes capacités de production de l'industrie aéronautique Française. En 1938, notre industrie avait produit 400 moteurs, de tous types, par mois. En 1940, la production passe de 600 à 1 000 moteurs mois. Au cours du seul mois de mai 1940, les seules usines Gnome et Rhône en livrent 900 (470 du type N et 430 du type M) aux avionneurs et à l'Armée de l'Air. Il pourrait s'avérer nécessaire de les mettre à contribution. A ce moment de la guerre, les Allemands souhaitent que l'industrie Française puisse leur livrer 1400 moteurs par mois.



Henschel Hs-129 B2 WNr 140508 (© Claes Surdie)

En 1940, l'industrie aéronautique Française est essentiellement constituée de sept sociétés nationales. La Société Nationale des Constructions Aéronautiques du Sud-Ouest (SNCASO) constituée d'une partie des usines Potez et une partie des usines Bloch. La Société Nationale des Constructions Aéronautiques du Sud-Est (SNCASE), formée à partir des usines Lioré et Olivier et d'une partie de celles de Potez. La Société Nationale des Constructions Aéronautiques du Centre (SNCAC), produit des usines Farman et Hanriot. La Société Nationale des Constructions Aéronautiques du Midi (SNCAM) ex usines Dewoitine, absorbée fin 1940, dans le cadre d'une réorganisation par la SNCASE. La Société Nationale des Constructions Aéronautiques du Nord (SNCAN), la Société Nationale des Constructions Aéronautiques de l'Ouest (SNC AO) à partir des usines Loire-Nieuport et une partie de celles de Breguet. Jugée trop petite elle est absorbée par la SNCASO en 1941. Enfin, la SNCM, Société Nationale de Construction de Moteurs, issue de Lorraine Dietrich. La Société Gnome et Rhône détenant de nombreuses licences de fabrication à l'étranger se classant parmi les premiers exportateurs Français, disposant d'une stature financière robuste, n'est pas nationalisée. A ces sociétés, il faut ajouter les moyens industriels, existants ou reconvertis, établis en Alsace, en principe territoire Allemand. Tel qu'à Strasbourg, les usines, initialement destinées à la construction d'automobiles, qui appartenaient à Émile Mathis. Réquisitionnées dès 1941, Junker y installe un centre dédié à ses moteurs Jumo de la série 200 (douze cylindres en V inversé et refroidissement par liquide sous pression). Ces moteurs équipent plusieurs modèles d'avion. Les 3500 employés de ces usines sont requis pour fabriquer des pièces de rechange, la remise en état et les essais post réparation de ces moteurs. Il est possible qu'ils durent produire des moteurs neufs type Jumo 213E-1 destinés aux ultimes versions du bimoteur bombardier léger, avion de reconnaissance et chasseur de nuit Junker Ju-88. L'usine est bombardée, sévèrement endommagée, à deux reprises, en mai et aout 1944.

La réquisition des moyens industriels Français, ne s'est pas limitée aux grandes entreprises aéronautiques nationales. Des dizaines d'autres sont requises. Ainsi, établie à Annecy, la société SRO (Schmid Roost Oerlikon) qui produisait des roulements à billes. En 1946 elle deviendra la Société Nouvelle de Roulements (SNR). En 1943, SRO doit fournir 400 000 roulements destinés à des chars d'assaut. Bien que la résistance, très active en Haute Savoie, s'emploie à ralentir la production, l'usine est l'objet de deux bombardements. Le premier, le 11 novembre 1943, par des bombardiers de la 15^{ème} US Air Force, à priori, avec peu de résultats. Quelques jours plus tard, l'Armée Secrète plastique des transformateurs qui alimentent l'usine, puis le 24, six machines essentielles, sont détruites, d'autres sévèrement endommagées. Dans la nuit du 9 au 10 mai 1944, une vingtaine de bombardiers de la RAF larguent, avec grande précision, la résistance avait marqué le site, 120 tonnes de bombes qui tombent sur l'usine et la gare SNCF d'Annecy. Les roulements ne seront pas livrés. Pour ce qui concerne les éléments majeurs destinés aux Hs 129, il apparait, que les bâtis d'interface, entre le moteur et l'emplanture de l'aile, auraient été fabriqués en France de même que la partie extérieure

de l'aile, après la nacelle. Des moteurs 14M furent également produits pour satisfaire une commande, passée par la société Focke-Wulf, pour deux-cents Bloch MB-175, que la Luftwaffe destinait à la formation de ses pilotes multi moteurs. Pendant les quatre années d'occupation, l'industrie Française produisit, essentiellement destinés aux besoins Allemands, environ 4000 avions et 12400 moteurs. A ces chiffres, modestes en regard de ce que produisit l'industrie Allemande, environ 320 000 avions, il conviendrait d'ajouter les avions et moteurs réparés par les industriels Français, qu'il est difficile de quantifier. Aspect positif, les entreprises ayant " sur gonflé " leurs effectifs, ces activités, ont le mérite de soustraire un grand nombre de citoyens Français qualifiés aux réquisitions du STO. En juillet 1941, on comptait 39 300 employés dans le secteur aéronautique, 101 160 en février 1944. En outre, elles permettent d'alléger le montant colossal de la dette, initialement 320 puis 500 millions de Francs par jour, auxquels s'ajoutent le milliard de Francs mensuel dû aux Italiens, au titre du paiement des frais d'entretien des troupes d'occupation allemandes et italiennes, sur le territoire français.

Description du Henschel Hs-129

Type : Bimoteur monoplace, aile basse, destiné à l'assaut au sol rapproché et la lutte antichar.

Rôle secondaire, la reconnaissance tactique de jour.

Concepteur : Professeur Friedrich Nicolaus, chef ingénieur du bureau d'études Henschel Flugzeugwerke AG.

Constructeur : Henschel Flugzeugwerke AG.

Dimensions : Envergure 14,20 mètres / Longueur 9,75 mètres / Hauteur 3,25 mètres.

Poids : Poids à vide 3810 Kilogrammes / Maximum autorisé au décollage 5250 Kilogrammes.

Fuselage : Aspect fin, construction métallique, de forme triangulaire tronquée (300 mm au sommet, Base 1160 mm, Hauteur 1162 mm). La racine des ailes et la section centrale sont monobloc. Le poste de pilotage, partie intégrante du fuselage, est placé très en avant pour offrir la meilleure visibilité frontale possible est constitué de feuilles de blindage en acier soudées, dont l'épaisseur varie de 6 à 12 mm. Une plaque ajustable, épaisseur de 6 mm en acier, formant le dossier du siège protège le dos et la tête du pilote. Le poids du poste de pilotage est de 470 kilogrammes. La partie vitrée du poste de pilotage est constituée d'éléments vitrés (Perspex) dont l'épaisseur peut atteindre 75 mm.

Train d'atterrissage : Train avant mono-roue commandé hydrauliquement rentrant vers l'arrière dans les nacelles. Une partie des roues du train avant, après la rétraction, surplombe pour faciliter l'atterrissage train rentré.

Roulette arrière fixe.

Motorisation :

Prototypes et Série A : Deux moteurs Argus As 410A-1 de 465 chevaux 12 cylindres en V inversé et refroidissement par air.

Série B : Deux Gnome-Rhône 14M 4/5 radiaux de 14 cylindres en double étoile, 700 chevaux (4 indique sens de rotation horaire, 5 sens de rotation anti horaire).

Essence à 87 d'indice d'octane.

L'échappement, en deux collecteurs éjecte au-dessus de la nacelle.

Hélices. Ratier type 1527 et 1528, tripales à commande électrique. Diamètre 2,60 (Hs 129B-0) et 2,55 mètres (Hs 129-B1 & B2).

Réservoir d'huile : 35 litres.

Carburant : Deux réservoirs auto obturant de voilure de 205 litres et un réservoir auto obturant de fuselage de 200 litres. La version B-2 est capable d'emporter un réservoir largable de 150 litres.

Performances : Vitesse maximum 407 km/h à 3 830 mètres.

Plafond maximum 9 000 mètres.

Taux de montée initial 490 mètres/minute.

Rayon d'action : Hs 129B-1 : 560 Kilomètres - Hs 129B-2 : 688 Kilomètres.

Equipements : Un viseur Revi type C 12/C ou 12/D. Pour cause de l'exigüité de la cabine, installé à l'extérieur devant le pare-brise.

Collimateur Zeiss type ZFR 3B. Destiné à la version équipée du canon de 75 mm.

Armements : Armements de bord :

- Deux mitrailleuses MG-17 de 7,92 mm approvisionnés à 500 coups par armes (Version B1).

A partir de 1943 remplacées par deux mitrailleuses MG-131 de 13 mm approvisionnés à 250 coups par armes (Version B2).

- Deux canons Mauser MG-151 de 20 mm (Version B2) approvisionnées à 125 coups par armes, 720 coups par minute, vitesse de la munition 400 m/s.

- Un pack " Rüstsatz " de 4 mitrailleuses MG-17 de 7,92 mm approvisionnés à 1000 coups par armes. Installé sous et dans le fuselage à l'arrière de la cabine.

Armements installés en pod sous le fuselage :

- Un canon de 30 mm MK-101, 240 coups par minutes, puis/ou un canon de 30 mm MK-103, 420 coups par minute, vitesse de la munition 860 m/s.

- Un canon de 75 mm MK-75 approvisionné à 12 coups capable de 40 coups par minute. Vitesse de de la munition ~ 660 m/s. Poids de la munition 11,8 kilogrammes.

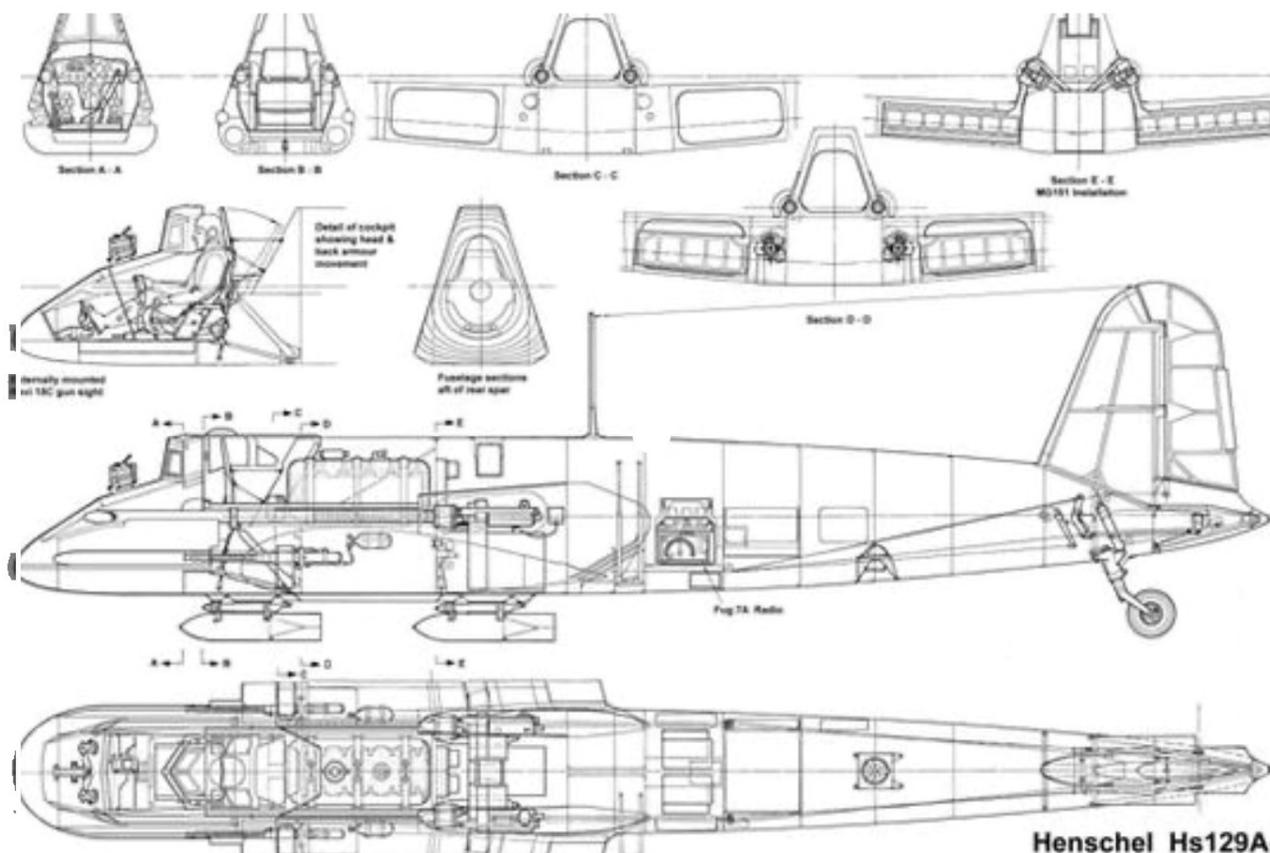
Armements installés sous les ailes :

- Huit bombes conventionnelles de 50 kg.

- Deux bombes de 250 Kg SD 250-HL à usages anti char ou anti personnel.

- Deux containers à sous munitions type AB250 ou AB500 à usages anti char ou anti personnel.

- La version B1/R5 est capable d'emporter une caméra de reconnaissance verticale Rb 50/30.



Henschel Hs-129 - Plan général (© DR)

Armements testés :

- Missile antichar filoguidé ou infrarouge Ruhrstahl-Kramer X 7 " Rotkäppchen ".

- Canon de 50 mm KwK 39/L60. Deux avions sont équipés et testés (Wk-Nrs 141291 et 141292) par Henschel à Berlin-Schönefeld. Le projet est abandonné pour cause de poids et fiabilité de l'arme, insuffisance de la munition, et difficultés de pilotage de l'avion.

- Un canon de 37 mm BK 37, 160 coups par minute vitesse, de la munition 860 m/s. Un avion Hs 129-B2 est équipé (Wk-Nr 0280) au LFA (Institute of Aeronautical Research). Après des essais sur un champ de tir en Russie le projet est abandonné pour cause de poids de l'arme, de l'insuffisance de la munition, et la difficulté de pilotage de l'avion.

- Canon sans recul LFA SG 113A Vertical. Un seul avion est équipé (Wk-Nr 0016) à l'institut LFA Hermann Goring à Volkenrode en 1944. Projet tardif abandonné par manque de moyens.

- Un lance flamme aéroporté désigné GERO II, en trois variantes : JJA, JJB et JJC alimenté par un réservoir interne pressurisé de 300 litres de liquide hautement inflammable alimentant un tuyau lanceur/injecteur de 4 mètres de long largable. Un exemplaire fut installé sur le Wk-Nr 142001. L'initiative est restée à l'état de projet.

Variante majeure : Hs 129 A-0 (Prototype) / Hs 129 B-0 (Prototype moteur 14M) / Hs série 129 B / Hs série 129 B-2.

Hs série 129 B-2/Wa (Waffenträger), Hs série 129 B-3/Wa.

Hs série 129 C aurait dû être équipée d'un moteur italien Isotta-Fraschini Delta IV ou Gnome et Rhône 14M38 fut abandonnée sans que l'on sache si un, ou des prototypes, furent construits.

Historique : Premier vol du premier prototype (Hs 129V-1) 25 mai 1939.

Premières livraisons à la Luftwaffe pour évaluation (Hs 129 A-0) début 1941.

Premier vol avec le moteur Gnome et Rhône 14M (Hs 129 B) octobre 1941.

Entrée en service (Hs 129B) Avril 1942.

Genèse du Henschel Hs-129.

Le projet Henschel Hs-129 naît en 1937 d'une fiche programme, émise par les services techniques Allemands pour remplacer le biplan monomoteur Henschel Hs-123, jugé obsolète. Le nouvel avion sera destiné au soutien rapproché des forces terrestres et à la lutte antichar. Cette fiche programme résulte des leçons tirées de la guerre d'Espagne pendant laquelle l'aviation d'assaut, en partie par l'effet psychologique qu'elle produit sur le fantassin, a démontré son efficacité. Trois constructeurs sont sollicités : Blohm and Voss, Focke-Wulf, et Henschel. Il leur est demandé de concevoir un avion bimoteur de petites dimensions, monoplace, manœuvrable, dont la cabine de pilotage devra être fortement protégée. Il devra également être doté d'armements puissants capables du combat anti-char. La société Blohm and Voss ne répond pas. Focke-Wulf propose un avion bimoteur biplace dont la cabine n'est pas protégée, mais qui deviendra l'excellent avion de reconnaissance de champs de bataille Fw-189 " Uhu ". La société Henschel propose un avion correspondant aux critères émis par les services techniques de la Luftwaffe. En octobre 1937, après étude, les services techniques, sous la désignation P.46 autorise Henschel à procéder. La désignation formelle Hs 129 est attribuée en janvier 1938, alors que commencent les travaux de réalisation d'une maquette de construction qui est évaluée puis validée en juillet. Le premier prototype Hs 129V1 décolle pour la première fois, de la piste du terrain de Schönefeld le 26 mai 1939 sous l'immatriculation civile D-ONUD. A défaut, il est propulsé par deux moteurs en V inversé de douze cylindres, à refroidissement par air, As 410A-0, produit par la société Argus Motoren. Supposé développer 465 chevaux théoriques il n'en produit effectivement que 430. Ce manque de puissance originel va accabler le Hs 129 pendant toute la durée de sa carrière. La faute n'en revient pas à Henschel mais au ministère de l'air qui impose d'utiliser un moteur " anodin ", et à l'absence de moteur de moyenne puissance disponible dans l'inventaire Allemand. Le moteur de BMW 132 (670 chevaux) très largement utilisé, notamment par le Junker Ju 52 n'est pas considéré " anodin ". Plusieurs modifications s'avérant nécessaires, elles sont appliquées avant le second vol. Un premier accident est enregistré à l'atterrissage le 24 juin. L'avion est gravement endommagé. Pour cause de manque de pièces et de certains équipements, le second prototype V2 ne vole que le 30 novembre 1939. Modifications après modifications, le poids ne cesse d'augmenter alors que les moteurs ne font toujours pas preuve de fiabilité. Finalement, l'avion est pénalisé d'un surpoids de 12% et d'un manque de puissance de 8%. Le troisième prototype V3, vole en avril 1940, avec les mêmes moteurs, en principe améliorés, mais qui continuent à ne pas fonctionner correctement ; retardant la progression du programme. En janvier 1940, second accident, le prototype V2, pour cause de l'effort excessif à appliquer sur le manche, ne parvient pas à sortir d'un piqué. Le pilote, expérimenté est tué, l'avion détruit. En novembre 1940, l'unité chargée d'évaluer le Hs-129, et qui avait reçu quelques Hs 129-A0 de présérie, le refuse ! Il est déclaré trop peu maniable, notamment en sortie de piqué, la visibilité insuffisante, trop sous-motorisé, incapable de voler en monomoteur anéantissant le concept de " survivabilité " pour lequel il avait justement été conçu. Toutefois l'évaluation continue, marquée le 16 décembre par un accident grave sur le terrain de Braunschweig. Le pilote l'adjudant Herman Balke perdant le contrôle du numéro de série WNr 3009 est tué, ainsi qu'un mécanicien au sol, un autre est gravement blessé.

A la suite de cette cascade d'accidents, Henschel propose de repartir d'une feuille blanche et d'étudier un nouveau modèle. L'option est refusée. Entre temps, la France a été défaite. La Luftwaffe qui avait été impressionnée par les performances du Bloch MB-175 en avait emmenés, au titre de prises de guerre, en Allemagne pour évaluation. Quelques moteurs Gnome et Rhône 14M sont disponibles. Comme il n'est pas possible, de disposer d'autres moteurs, la demande est déjà trop forte pour d'autres applications, Henschel installe des 14M, au titre du projet P76, sur la cellule du prototype V3 qui vole pour la première fois, le 19 mars 1941 sous la désignation Hs-129 V3/U1. Simultanément, Henschel applique, autant que possible, toutes les modifications nécessaires dont le pare-brise, à visibilité améliorée, l'ergonomie et le confort de la cabine, surtout, l'ajout d'un compensateur de la commande de profondeur à commande électrique. Si le 14M améliore les performances et les qualités de vol, il reste encore sous-motorisé, affligé par une longueur de course au décollage excessive, inconvénient qui ne sera pas sans se manifester pendant la campagne en Tripolitaine. Le taux de montée trop faible, n'est toutefois pas un défaut rédhibitoire pour un avion destiné à opérer en basse, voire très basse altitude. Pendant la contre-offensive de l'Armée Rouge de l'hiver 1941/1942, la Wehrmacht découvre qu'elle ne dispose que d'une seule escadre dédiée à l'appui au sol toujours équipée du biplan Henschel Hs 123 et de quelques Messerschmitt Me 109, qui assurent leur couverture. C'est dans ce contexte que les premiers exemplaires de présérie du Hs 129, des modèles B0, sortent de l'usine de Schönefeld. Ils sont assignés à compter du 3 janvier 1942 à une unité, la Schlachtgeschwader SG-1 officiellement constituée le 13 à Lippstad en Westphalie, elle reçoit aussitôt ses premiers avions, deux B0 et trois B1. Pendant son entraînement, la SG-1 déplore trois accidents. Le premier le 12 avril, le sous-officier Willy Ebers, perd la vie, puis le 22 et le 23, deux autres avions sont endommagés mais les pilotes sont saufs. La cause, unique, de ces trois accidents est attribuée la panne d'un des moteurs. Son équipement constitué, l'entraînement terminé, elle rejoint, en avril et mai 1942, la zone sud du front Russe.



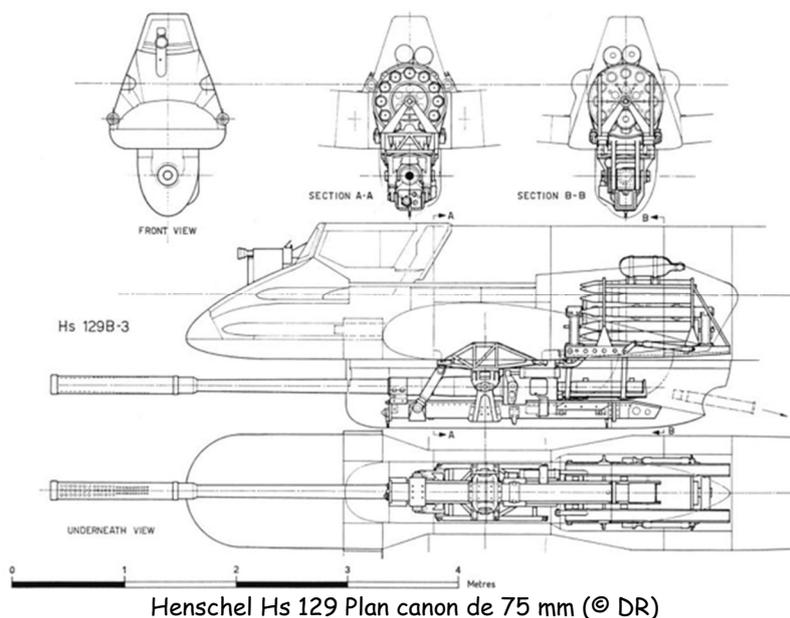
Henschel Hs-129 sur la base américaine de Freeman, dans l'Indiana (© DR)

Description des armes du Henschel Hs-129.

Le Hs 129, fut équipé de plusieurs types de canons, installés en pod sous le fuselage. Les premières versions disposent des puissants et précis canons de 30 millimètres de la firme Rheinmetall-Borsig. Le MK-101 (Maschinenkanone) puis, le MK-103. Le MK-101 avait été conçu comme un canon aéroporté à la fois antiaérien et antichar. Il est opérationnel sur plusieurs types de chasseurs dont les Me 109 et FW-190. Introduit en 1943, le MK-103 en est une évolution, à cadence de tir plus rapide ; 400 coups par minute contre 250 pour la MK-101. Le modèle MK-103 est alimenté par bande continue approvisionnée à 80 coups contre 30 pour le système à tambour du MK-101, le système de percussion mécanique est remplacé par un système électrique. Simultanément, le MK-103 s'impose pour l'armement des chasseurs qui s'opposent quotidiennement aux raids, en constante augmentation, des bombardiers quadrimoteurs de l'USAF et de la RAF. Dans la mission antichar, ils tirent des obus AP (Armor Piercing) à pointe tungstène capable de perforer, 75 mm de blindage à 300 mètres. La capacité à produire en quantité suffisante des aciers performants diminuant, pour protéger la longévité du MK-103, la quantité de poudre servant à la propulsion de l'obus fut réduite. Toutefois, cette nécessité causant une diminution de la vitesse initiale de 100 m/s ne fut pas appliquée aux munitions antichars.

Bien que livrés aux escadrons, les pilotes ne sont pas enchantés à l'idée d'utiliser ces canons qui obligent, pour que le tir soit efficace, d'attaquer par l'arrière, de voler très bas, quelques mètres au-dessus du sol, et d'ouvrir le feu proche de la cible, moins de 400 mètres. L'assaut sur les flancs, pour réduire les ricochets et optimiser la pénétration, requiert que l'angle de piqué, et la distance de tir soient très précis. Il en résulte beaucoup de discussions relatives à la faible efficacité du Hs-129, notamment du canon externe MK-101. En mai 1942, des tests " grandeur nature " furent effectués à Barwenkovo en Ukraine avec un avion de la I./SG

1 équipé d'un canon MK-101 tirant des munitions AP (Armor Piercing) de 30 mm sur des chars lourds Russes KV-1 de 44 tonnes capturés. Le premier jour, après douze tentatives, à des angles de piqué variant de 15 à 35°, à des distances comprises entre 500 et 1000 mètres et à l'altitude, au moment du tir, de 15 à 60 mètres. Aucun coup au but n'est observé ! Plusieurs causes sont émises : défauts de fonctionnement, tant du canon que des munitions, insuffisance de l'entraînement des pilotes à tirer au canon externe sur des cibles individuelles. Jusqu'à cette date, ils utilisaient prioritairement les bombes et les armes de bord. Après la remise en état du dispositif d'alimentation du canon, le lendemain, avec les mêmes pilotes dans les mêmes conditions, des essais furent effectués contre des chars lourds KV-1 sur un terrain proche, Ocheretino. Le rapport des services techniques de la Luftwaffe indique que les essais conduits le deuxième jour le furent en deux séquences. Le matin, de nouveau douze passes, avec aucun coup au but et beaucoup de dysfonctionnements du canon, est une répétition de la veille. Les tirs de l'après-midi, en conservant les mêmes valeurs de l'angles de piqué et de distance mais en réduisant l'altitude du tir entre 15 et 30 mètres, on observe, en 15 passes, au cours de la première, un enrayement du canon au 21ème coup, et toujours peu de coups au but, seulement 17%. Le manque d'entraînement des pilotes est de nouveau mis en évidence. Les pénétrations dans la tourelle, zone fortement blindée, varient de 20 à 120 mm. Il ressort de ces essais que la munition AP de 30 mm du canon MK-101 est suffisamment puissante et précise contre les chars lourds T-34 et KV-1 quand elle est tirée en piqué à 30° à la distance maximum de 400 mètres. Que la cadence de tir du canon MK-101 est suffisamment rapide pour permettre, au moins un impact, pendant une seule passe de tir. Les défauts du système d'alimentation sont identifiés et faciles à corriger. Qu'un dispositif déflecteur des gaz plus efficace est nécessaire pour empêcher les remontées dans la cabine. Les experts ajoutent, qu'il serait utile de continuer ces essais pour optimiser les procédures de tir et évaluer les dommages causés par la munition AP de 30 mm à l'intérieur d'un char. Le canon MK-101 est efficace, il doit être utilisé. Les pilotes et les armuriers n'ayant reçu aucune formation préalable, il est décidé qu'un expert des services techniques fera le tour des escadrons pour former les armuriers. Puis à partir de septembre, escadron par escadron, l'entraînement des pilotes, avec la mise à disposition d'une procédure d'emploi du Hs-129 qui inclura une meilleure coordination avec les forces au sol. L'opération se termine au printemps 1943. Les premiers succès sur le champ de bataille, confortent les escadrons des capacités du canon de 30 mm. Le taux de coups au but atteint désormais 60% ! Il n'en demeure pas moins qu'une année a été perdue.



Fabriqué par Rheinmetall-Borsig, un canon de 37 mm "Flak 18", déjà en service par paire, sur le Ju 87 Stuka, est installé sur un avion de la version Hs 129B-2R3. Son poids prohibitif 450 kg, joint à une cadence de tir limitée, 160 coups par minute, n'amène aucune avancée significative, alors que le blindage des chars de l'Armée Rouge ne cesse de se renforcer. Une arme plus puissante s'impose.

A partir de juin 1944, la décision est prise d'adapter un canon "terrestre" de 75 mm (***) pour l'installer sur des Hs 129 qui deviennent Hs 129B-3/Wa (Waffenträger), 25 exemplaires sont construits, à partir d'avions neufs ainsi que quelques-uns modifiés en service. Essentiellement utilisés, dans les combats au-

dessus de la Pologne et en Prusse Orientale, ils arrivent dans deux unités, il en reste quatre au front, en septembre 1944, alors que la production d'avions neufs cesse. L'arme "aérienne" directement dérivée du canon antichar "terrestre" aéroporté est désignée Pak 40L ("L" pour Luftwaffe). Impressionnant, il pèse 1,2 tonnes, son tube dépasse le nez de l'avion d'un mètre. Il tire, à la cadence de 40 coups par minute un obus à pointe explosive en carbure de tungstène de 3,2 kilogrammes dont la vitesse initiale est de 930 mètres par seconde ! L'alimentation par tambour contient 12 coups. Un treizième peut être engagé dans le tube. A la distance de 1000 mètres, il est capable à l'angle d'impact optimum de 90° de perforer 133 mm de blindage. Soit tout ce qui existe dans l'inventaire des chars de l'URSS. Il est admis, qu'à la cadence de 40 coups par minute, 3 à 4 obus puissent être tirés pendant une seule passe de tir. Bien que les efforts considérables supportés par la structure de l'avion, ne furent jamais soldés, après que celui de l'éjection de la lourde et imposante cartouche fut maîtrisée, aux mains de pilotes expérimentés, la version Hs 129B-3/Wa fit preuve de la plus grande efficacité. L'impact d'un unique obus est capable de détruire le plus puissant des chars en service dans l'Armée Rouge. Cette puissance de destruction n'est pas sans inconvénient. Bien qu'équipé d'un dispositif hydraulique et d'un frein de bouche, destinés à absorber l'énorme effet de recul, plus efficace que celui de la version terrestre, le domaine de tir est limité, le contrôle de l'avion reste très délicat, tant pendant le tir que pendant les évolutions au cours desquelles, il peut devenir incontrôlable. En conséquence, un dispositif de largage en secours a été ajouté. Après le tir au canon de 75 mm, la vitesse chute de 300 km/h à 250 km/h ! A cause de son poids et des limitations de l'avion, l'installation du canon de 75 mm requiert le démontage de toutes les armes de bord. Installé devant le parebrise, un collimateur ZFR 3B spécifique remplace le viseur Revi. Le Hs 129B-3/Wa est l'un des avions le plus puissamment armé utilisé pendant la seconde guerre mondiale. Caractéristique qu'il partage avec les B-25 Mitchell des séries G et H, qui étaient équipés d'un canon de 75 mm, tirant vers l'avant, mais installé en totalité à l'intérieur du fuselage.



Canon terrestre Pak 40 - 75 mm (© DR)

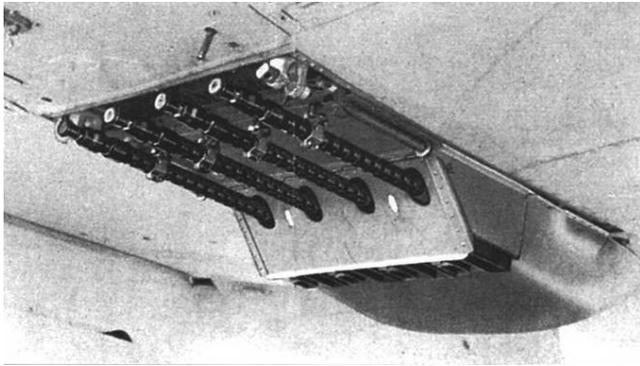
Arme ultime, très originale voire avant-gardiste, installée dans le Hs-129, le "Sondergerät" (Équipement spécial) SG-113. Développé par la Reichswerke Hermann Göring au début de 1944 puis testé à partir de juin au centre d'essais de Rechlin. Le SG-113 est un système de canon sans recul constitué d'un ensemble groupé de six tubes de 77 mm de diamètre, d'une longueur d'un mètre soixante. Les essais effectués en utilisant trois Hs 129B-0 sont jugés satisfaisants, mais il n'est pas prouvé que des Hs-129 "Sondergerät" aient été livrés, même en petit nombre, dans les escadrons qui combattaient encore sur le front de l'est au début de l'année 1945., tirant verticalement, sous un angle de 10°, vers le bas et vers l'arrière, simultanément ou coup par coup, à l'initiative du pilote, six obus flèche sous-calibrés de 45 mm. Le tir est commandé automatiquement. Une antenne "Förstersonde" en forme de "T" disposée à l'avant du fuselage, jointe à un dispositif de détecteurs électromagnétiques, déclenche le tir au moment où l'avion survole un blindé. De façon à éliminer l'effet recul, et conserver la stabilité longitudinale de l'avion, une masse d'un poids équivalant à l'obus flèche est éjectée symétriquement vers le haut et vers l'avant. Ces tubes sont installés dans le fuselage derrière la cabine pilote au niveau de l'aile. La munition commandée électriquement est très puissante, à la vitesse initiale de 650 m/s, la flèche est capable de perforer 52 mm de blindage. Malgré les résultats positifs enregistrés durant les essais, ce concept ne connaîtra aucun développement. Plusieurs raisons l'expliquent : A partir de janvier 1945, le manque de moyens, de plus en plus aigu, la priorité qui doit être donnée à la production d'avions de défense aérienne et aux armes de vengeance auxquelles s'ajoute l'arrêt de la production du Hs 129 limitent ces initiatives jugées secondaires. En réalité, si des essais prometteurs ont bien été effectués, au champ de tir, les trois avions utilisés identifiés (W.Nr. 0016, 140499, et 0249), il est presque certain que très peu de tirs furent effectués au combat. Bien que le Hs 129, soit la meilleure plateforme disponible pour cette arme, à ce moment de la guerre, trop peu des pilotes survivants

disposent de la dextérité requise pour utiliser cette arme qui requiert de survoler, en ligne droite stabilisée à seulement deux aux trois mètres au-dessus d'une cible en mouvement, un avion qui n'est pas réputé pour sa facilité de pilotage. On ajoutera, qu'un des pilotes d'essais avait fait remarquer qu'il pourrait être très dangereux, de survoler si bas un blindé pendant qu'il explose ! Pourtant, pour le seul T-34, 12 500 furent produits en 1942, 15 800 en 1943 !

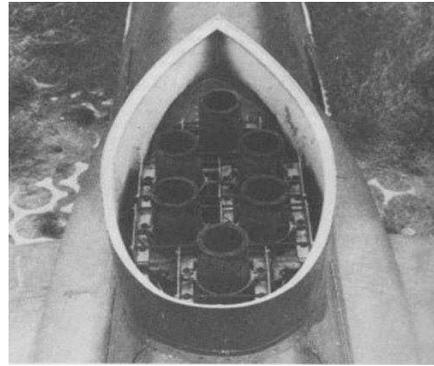
Bombe SD 250-HL (Sprengbombe Dickwandig) ou bombe à enveloppe épaisse est introduite à partir de 1943. Elle est disponible en plusieurs versions, usage général, à fragmentation et antichar à explosion instantanée ou retardée.

Conteneur à sous munitions. Il en existe deux variantes AB250-2 (40 sous-munitions) et AB500-1 (74 sous-munitions SD-4 HEAT (High Explosive Anti Tank) de 4 Kg à explosion instantanée et qui ne peuvent être neutralisées.

Sans pouvoir déterminer si l'intention des services techniques était d'armer le Hs-129 de missiles antichars filoguidés X-7 " Rotkäppchen " ou de le tester, au début de l'année 1945, il fut installé sous l'aile d'un Hs-129 puis essayé sur le champ de tir de Tarnewitz, région de Lubeck. La charge militaire du X-7 était de 2,5 kilogrammes, une version à guidage infrarouge autonome était en cours de d'évaluation. Compte tenu de la date avancée, que le Hs-129 n'était plus en production, qu'il n'en reste que très peu en service et des difficultés à le piloter, il est plus que probable que l'intention était simplement de tester l'utilisation de ce missile avec un avion monoplace.



Henschel Hs 129 Pod ventral de 14 mitrailleuses (© DR)



Henschel Hs 129 Canon sans recul 77 échappement (© DR)

Le moteur Gnome et Rhône 14M (Mars).

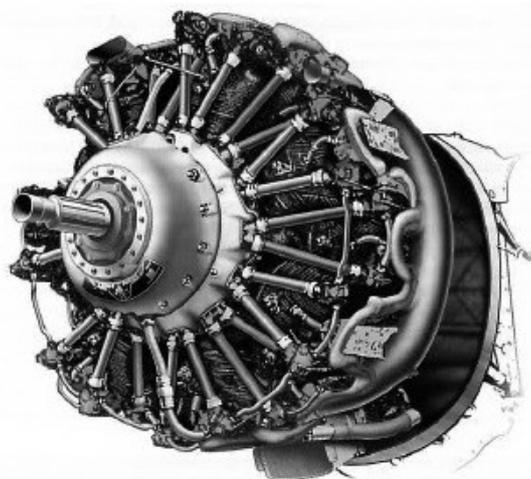
La société Gnome et Rhône lance le moteur type 14M (Mars) en 1935. L'intention, étant d'offrir une puissance élevée, dans un diamètre hors-tout réduit, l'architecture des types 14 K/N est conservée mais la conception est largement modernisée. Déjà en service sur plusieurs applications, il donne globalement satisfaction. Le 14K a fait l'objet de nombreuses licences de fabrication cédées à divers constructeurs étrangers. Dans les années trente, la lutte fait rage entre les moteurs en étoile à refroidissement par air susceptibles de produire plus de puissance mais présentant un maître couple frontal plus grand que les moteurs en ligne à refroidissement par liquide, lesquels ont, en outre, l'avantage de pouvoir loger un canon au centre du V. Telles que proposées, les caractéristiques du 14M en font un excellent compromis pour les bimoteurs légers qui suscitent l'intérêt de l'état-major Français.

Le 14M est un quatorze cylindres en double étoile, les cylindres sont boulonnés sur un carter central monobloc, à un seul plateau cames à deux pistes, disposé à l'avant, entre la première étoile et le réducteur d'hélice. Disposition typique des moteurs Gnome et Rhône de la série 14, qui permet de réduire la longueur du moteur. Les soupapes d'échappement, à tiges creuses, sont refroidies au sodium. Suralimenté, le compresseur est entraîné par le vilebrequin, de type supercarré, course 116 mm alésage 122 mm, la cylindrée est de 18,9 litres. Le taux de compression de 6,4/1, permet l'utilisation de l'essence à 87 d'indice d'octane. Les essences à indice d'octane supérieur à 100, qui permettraient d'augmenter le taux de compression, donc la puissance, bien que disponibles en France, le sont encore en quantité trop insuffisante. A la vitesse de rotation, de 3030 tr/mn, il développe, à la pression d'admission de 1,5 bar, la puissance de 700 chevaux au décollage. La durée maximum d'utilisation à ce régime est limitée à une minute. La puissance de combat, 580 chevaux, à 2750 tr/mn à la pression d'admission de 1,25 bar et de trente minutes. Le poids, est de l'ordre de 410 kilogrammes, largement dû à l'utilisation d'alliages à base de magnésium. Équipé de sa nacelle, dans le cas du Henschel

Hs-129, alourdie par le dispositif de blindage d'une épaisseur de 5 mm, installé dans la partie inférieure des capotages, sous le radiateur d'huile, et autour du carburateur, le poids total de l'ensemble propulsif est de 590 kilogrammes. Bien qu'une hélice Gnome et Rhône soit proposée, sur cet avion, le réducteur 0,7 entraîne une hélice Ratier 1527 ou 1528 tripale de 2,6 mètres à pas variable, de 26 à 50 degrés à vitesse constante, avec mise en drapeau. Le régulateur électrique automatique maintient la vitesse de rotation à 2750 tr/mn. En cas de panne du régulateur électrique, un dispositif manuel de contrôle du pas est à la disposition du pilote. Le carburateur contrôle automatiquement la richesse du mélange air/carburant. Similairement, la température d'huile est contrôlée automatiquement, sans mode de réversion manuel, par un système de volets disposés à l'intérieur de la prise d'air du radiateur.

Le 14M a été sélectionné pour équiper les bimoteurs Potez 631 et 633, Breguet 693 et Bloch 175. Pour les applications destinées aux avions multi moteurs, afin d'éliminer les effets du couple gyroscopique dû aux hélices, il en existe deux variantes. L'une tournant dans le sens horaire, l'autre dans le sens antihoraire. C'est ainsi que sur le Hs 129, le 14M4 est installé sur l'aile gauche, le 14M5 sur l'aile droite. Certifié en 1937, c'est à l'époque, le moteur présentant le meilleur rapport diamètre (950 mm) puissance.

Équipant 90 % de l'aviation française, détenant plusieurs dizaines de records du monde, des licences de fabrication et des succursales à l'étranger, Ratier est un grand spécialiste des hélices d'avion. Ses usines, établies à Figeac, réquisitionnées, étaient contraintes de produire au profit de l'occupant. Des archives émanant de la résistance locale indiquent qu'elles en produisaient 300 par semaine ! Notamment destinées aux avions Henschel. Ce chiffre étonnant démontre que ces hélices équipaient certainement d'autres avions que le Henschel Hs-129, bien que des hélices Ratier, voire Chauvière, furent utilisées sur les moteurs 14N installés sur l'hexamoteur de transport Messerschmitt Me 323 "Gigant", il ne m'a pas été possible d'identifier précisément toutes leurs applications.



Les usines Ratier, trop imbriquées dans l'agglomération de Figeac, un bombardement aérien n'était pas envisageable sans risque majeur pour la population. La résistance locale, réseaux "Gallia" et "groupes Véhy", qui s'étaient unis, assisté de deux experts en explosifs Anglais, le Capitaine Hiller "Maxime" chef de mission accompagné du Lieutenant Cyril Watney "Michel" radio, sont parachutés le 7 janvier 1944. A 9 heures du soir, le 19 janvier ils posent cinq pains d'explosif, qui détruisent trois machines essentielles, un four, une presse de trente tonnes et une machine à reproduire. La production est paralysée. Hélas l'un des cinq membres du commando, Monsieur Jean Fouilhaut, "Jacques" est tué accidentellement par un éclat arraché d'une des machines qu'il venait de faire sauter.

Note : Mars indique, selon la nomenclature des services officiels Français, la présence d'un réducteur d'hélice et d'un dispositif de suralimentation.

Les Henschel Hs-129 en France et... contre des Français.

Des Henschel Hs-129, sans qu'il soit possible d'en déterminer précisément le nombre, connurent les cieux Français. Commandée par le major Helmuth Krebs puis le major Siebelt Reents, l'escadre d'entraînement à l'assaut au sol rapproché, Schlachtgeschwader 101 (Gruppe II/SG-101), également équipée d'Arado Ar 96 et de Focke-Wulf 190 est constituée en février 1943, sur le terrain de Reims-Courcy. Elle n'y stationne que très peu de temps. A compter du lundi 1^{er} mars 1943, elle fait mouvement vers le terrain d'Orly. Plusieurs de ses Henschel Hs-129 étaient du type 129A-0, à moteurs Argus, prélevés parmi les six de présérie restants exclusivement consacrés à la transformation des pilotes. Deux des prototypes A-0 avaient été préalablement modifiés pour recevoir le moteur Gnome et Rhône 14M. L'Arado Ar 96 est un avion d'entraînement biplace en tandem. Le FW-190, est le chasseur monoplace, bien connu. Plusieurs versions dérivées du FW-190, de la série F, dotées d'armements plus puissants, que ceux des versions conventionnelles, sont destinées à la lutte anti-char et l'appui direct à l'infanterie sont utilisées sur le front Russe. Le samedi 18 décembre 1943, trois Hs-129 sont détruits au cours d'un accident alors qu'ils atterrissent à Orly. Trois mois plus tard, en mars

1944, l'unité rejoint le terrain de Clermont-Ferrand Aulnat qu'elle quitte en mai de la même année, pour rejoindre celui de Brünthal en Bavière. Dans le cadre du " Transportation plan ", le terrain de Clermont-Ferrand Aulnat, qui abrite également un Atelier Industriel de l'Aéronautique (AIA), est bombardé à trois reprises : dans la nuit du 10 au 11 mars 1944 par des Lancaster de la RAF. Des bâtiments de l'AIA sont touchés. Puis le 12 mars, plusieurs avions sont détruits. Enfin, le 30 avril par 117 Boeing B-17 de la 8^{ème} US Army Air Force accompagnés de P-51 Mustang qui procèdent au mitraillage les aires de stationnement. La SG-101 est durement atteinte, sept Arado 96, 14 FW-190 et 10 HS-129 sont détruits ou sévèrement endommagés au sol. Le 6 février des P-47 Thunderbolt, du VIII Fighter Command, en assaut à basse altitude avaient détruit un Hs-129 sur le terrain d'Orléans Saint-Sigismond (satellite de la base d'Orléans Bricy).

Bien que ce qui suit doit faire l'objet des plus grandes précautions, en prévision du débarquement, des unités d'entraînement à l'assaut au sol rapproché sont déclarées unités opérationnelles et transférées en France. Ainsi, cinq Hs-129 de la II/SG-101 qui étaient encore stationnés à Orly, associés à quelques-uns d'une autre unité, la Schlachtgeschwader SG-151 basée, en Yougoslavie auraient été déployés à Caen-Carpique début juin et auraient participé aux combats destinés à repousser les forces de débarquement, dès le 6 juin 1944. Ils auraient exécuté au moins une sortie de reconnaissance armée, à quatre avions, dans la soirée du 6 ? Leurs activités furent certainement des plus réduites. Un témoignage fait état d'un Hs 129, le plus probablement de la III/SG-151, abattu par des P-47...



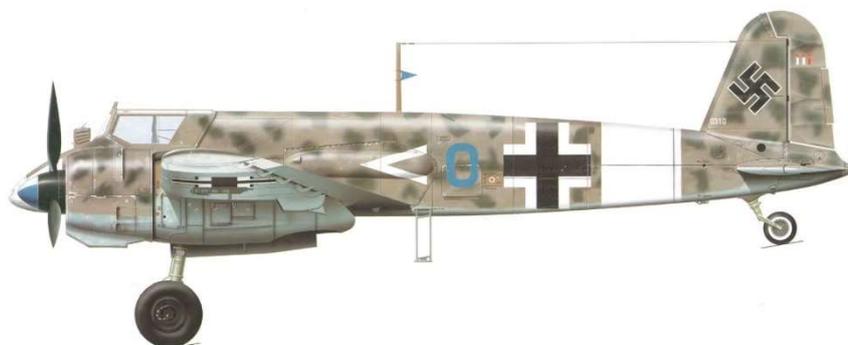
Hs-129 inspecté par des officiers alliés
- Caen-Carpique (© DR)

Depuis avril 1944, le terrain de Caen-Carpique, est régulièrement bombardé. A compter du 6 juin, il fait l'objet de mitraillages quotidiens. Il est probable que la piste, que les Allemands avaient bétonnée en 1941, ait été endommagée, dès la nuit du 6 juin, par des agents de la résistance, infiltrés parmi le personnel de la base. Un millier de sabotages ont été accomplis cette nuit-là en Normandie, puis le 17, ce qui restait des infrastructures est plastiqué. La supériorité aérienne des alliées, au-dessus de la Normandie, est telle, qu'il n'est, en aucun cas, envisageable dans ces conditions, d'utiliser efficacement ces avions. Autre point d'interrogation : que faisaient des avions de la III/SG-151 à Caen-Carpique alors qu'elle était très sollicitée dans la lutte contre les partisans du maréchal Tito ? Le fait est que les alliés trouvèrent un Hs-129, numéro de série WNr 140492, très endommagé, par des éclats de charges de démolition, dans ce qui restait d'un des hangars. Le départ de France des avions de la Schlachtgeschwader SG-101 et la capture, le 9 juillet, après de durs combats, du terrain de Caen-Carpique par une brigade d'infanterie Canadienne closent d'éventuelles opérations du Hs-129 en France après cette date.

Sans avoir l'absolue certitude d'être tout à fait exhaustif au sujet des deux dossiers qui suivent, il est indispensable d'ajouter que les pilotes Français, Libres combattants volontaires du Régiment de chasse, GC-3, " Normandie-Niemen ", eurent beaucoup à faire aux Hs-129. Le 2 mai 1943, le lieutenant Marcel Lefèvre à bord de son Yak-1M abat un Hs-129 à Sofonovo (Région de Smolensk). Le lendemain, 3 mai, en coopération, le sous-lieutenant Albert Durand et l'aspirant Noel Castelin, avec leurs Yak-1M, abattent un Hs-129 à Spsas Demensk (Région de Smolensk), le long de la route qui même de la frontière avec Pologne à Moscou. Le 4 octobre 1943, en coopération, le sous-lieutenant Roland De La Poype et le lieutenant Denis Roger, avec des Yak-1M, abattent un Hs-129 à Krasno (60 kilomètres à l'ouest de Smolensk). La date du 18 octobre 1944 est à retenir. C'est le jour où l'Armée Rouge, les combats au sol sont très durs, atteignant la frontière avec la Prusse-Orientale, au niveau de la ville de Goldap, met pour la première, fois depuis l'invasion de juin 1941, le pied en territoire Allemand. Ce 18 octobre, pas moins de cinq Hs-129 tombent, victimes des canons des Yak-9 du Normandie-Niemen : le lieutenant Joseph Risso qui remporte sa 10^{ème} victoire officielle en abattant un Hs-129 au-dessus de Pillupönen (Prusse-Orientale). Suivent les capitaines Léon Cuffaut, Maurice Amarger (deux le même jour), lieutenant Marcel Albert, Roland De La Poype, pour son second Hs-129, et sous-lieutenant Roger Marchi qui abattent en coopération, en quatre combats distincts, quatre Hs-129 au-dessus de Stalluponen en Prusse-Orientale. Les derniers Hs-129, victimes du Normandie-Niemen, le 19 janvier 1945,

furent celles du sous-lieutenant Maurice Challes, deux le même jour, à bord de son Yak 3. Les annales de la Luftwaffe indiquent qu'ils étaient du type B-2, numéro de série 14197 et 141855, pilotés par les adjudants Heinz Heger et Wilhelm Piper de la 13. (Pz)/SG-9. L'adjudant Heger a été porté disparu, l'adjudant Piper, blessé. La première, en coopération avec l'aspirant Pierre Bléton, à Gumbinnen (Région de Kaliningrad). L'autre, encore en coopération, avec l'aspirant Pierre Bléton à Insterburg (Région de Kaliningrad).

Le 8 novembre 1942, les alliés débarquent en Afrique du Nord, opération " Torch ". Les Allemands et leur allié Italien, répliquent aussitôt déployant dès le 9, des moyens terrestres et aériens importants en Tunisie. Les forces Françaises qui s'y trouvent sont faibles, sous équipées en armements périmés qui datent de 1940. Sans aucun moyen antiaérien qui plus est, recevant des ordres contradictoires, elles évacuent Tunis et le cap Bon, en bon ordre, sans combattre puis se retranchent sur une ligne de crête entre Tebersouk et Medjez El Bab. Les combats reprennent le 19. Quelques jours avant " Torch ", les Allemands, vaincus à El Alamein, pour tenter d'arrêter l'avance Anglaise vers l'ouest, constituent en urgence, avec des avions prélevés sur le front de l'est, alors que les combats pour la conquête de Stalingrad font rage, une nouvelle unité de Hs 129 équipés du canon MK-101 : la 4. (Pz)/Schl.G.2 qui arrive sur le terrain de Tobrouk le 7 novembre. C'est cette date qui marque l'arrivée des premiers Hs 129 en Afrique du Nord. Par manque de moyens de support et de munitions, les opérations ne commencent effectivement que le 27. Mais la nouvelle donne causée par l'opération " Torch " leur impose de déplacer au plus vite des moyens aériens vers la Tunisie, dont ces Hs-129. A partir de la mi-décembre des combats, impliquant les forces Françaises s'en suivent. Ainsi, le 1^{er} bataillon du 1^{er} Régiment Étranger, le 3^{ème} R.E.I.M (Régiment Étranger d'Infanterie de Marche) avec des éléments arrivés du Sénégal et des cavaliers qui composent un groupement autonome de reconnaissance s'accrochent au terrain dans la zone de Bou Arada, à l'ouest du village de Pont-du-Fahs, soixante kilomètres au sud de Tunis. Exploitant au mieux les contreforts de la grande dorsale ils gardent les passages entre les djebels Rihane et Mansour. L'écrivain Algérois Roger Frison-Roche, alors correspondant de guerre à la " Dépêche Algérienne ", futur alpiniste de renom, est fait prisonnier dans le secteur de Pont-du-Fahs. Le 27 décembre un Hs-129 est abattu par des tirs de DCA à Bou Arada, vingt kilomètres au sud-ouest de Pont-du-Fahs. Son pilote, le sous-lieutenant Franz Oswald, indemne rejoint son unité dès le lendemain. Le sort s'acharne sur ce pilote qui, en juin 1942, avait déjà été victime d'un accident le forçant à abandonner son avion. De retour sur le front Russe, à la fin de juin 1943, une cartouche pyrotechnique s'active, accidentellement en vol dans sa cabine. Les brûlures au visage et aux jambes, lui vaudront six semaines d'hospitalisation. Le 28, toujours dans le même secteur, alors que les combats se poursuivent dans des conditions météo dantesques, il fait froid, et ne cesse de pleuvoir fortement. Le matin l'escorte d'une patrouille de Hs-129 parvient à abattre un P-38 Lightning pourtant escorté par des Spitfire. L'après-midi, trois Hs-129, sont abattus, par des P-38. Un pilote est tué. Les deux autres parviennent à se poser dans la zone tenue par leurs forces. Ces combats feront dire au commandant de la Luftwaffe en Tunisie que : " Les Hs-129, sont totalement démunis face aux chasseurs ennemis. Les opérations avec cet avion ne sont possibles qu'avec une escorte de chasse conséquente ". Le général Adolf Galland inspecteur de la chasse ajoutera : " J'ai vu le Hs 129 en Tunisie... Nos excellents pilotes, sur les Henschel, bien que très bien entraînés, ne pouvaient plus rien contre la supériorité de l'ennemi ".



Henschel Hs-129 B2 - 4. (Pz)/Sch.G 2 Castel Benito Lybie (Février 1943) (© DR)

Le 5 avril 1943, alors qu'à Tunis et dans le cap Bon, l'Afrika Korps assiégée, agonise à quelques jours de sa capitulation, le 13 mai, vingt-trois B-17 bombardent le terrain de Tunis El Aouina. Deux Hs-129 sont endommagés au sol. Pour les membres, pilotes et mécaniciens, de la 8. (Pz)/Sch.G 2, la guerre continue. Avec ce qui reste de leurs avions, la dotation était de vingt-neuf à l'arrivée sur ce terrain en décembre. Deux, qui

ne sont pas en état de vol sont abandonnés. Ils rentrent en Allemagne. Le 26 avril, au cours de l'escale à Bari soixante-dix B 24 Liberator de la 9^{ème} Air Force attaquent le terrain, cinquante-six avions sont touchés, parmi ceux-ci, cinq Hs 129 sont détruits. La 8. (Pz)/Sch.G 2 était la deuxième unité équipée de Hs-129 à avoir opéré en Afrique du Nord. Pour réduire les pertes, la mission avait évolué, consistant en l'attaque de chars isolés, donc en principe sans défense antiaérienne organisée, aventurés derrière les lignes amies. Reconstituée, dotée de Hs 129-B2 neufs en août 1943, elle retrouvera le front Russe.

Les combats en Tunisie auront coûté 60 000 tués, blessés ou disparus aux alliés, dont 10 000 Français (sur environ 75 000 engagés). Incapable de rembarquer, l'Afrika Korps y laisse 248 000 prisonniers dont 7 généraux Italiens et 15 Allemands, 250 chars et 1000 canons.

Les Henschel Hs-129 dans la Luftwaffe.

Devant Moscou, début décembre 1941, l'Armée Rouge entreprend la grande contreoffensive qui, quatre ans plus tard, va l'amener jusqu'à Berlin. Le haut commandement Allemand réalise alors, qu'il ne dispose que d'une unique unité spécialisée dans l'assaut rapproché au sol, d'ailleurs en cours de dissolution. En octobre, la société Henschel exploitant la disponibilité de moteurs Gnome et Rhône 14M capturés en France, pour régler autant que possible, le manque de puissance de son Hs-129, en équipe deux prototypes. Satisfaite, la Luftwaffe ordonne qu'il soit produit en quantité. Simultanément, en janvier 1942, une première unité de HS-129 est constituée : la I. Gruppe Schlachtgeschwader 1 (SG-1) qui commence sa transformation à Lippstadt en Westphalie. La période d'entraînement est marquée par trois accidents, tous en avril, tous causés par une panne de moteur au décollage, confirmant la difficulté à contrôler cet avion, en cas de panne d'un moteur par les pilotes qui le prennent en mains. Ces accidents ne m'empêchent pas l'un d'eux de déclarer que " *Le Hs-129 est très stable en vol et qu'il sera capable d'exécuter les missions d'assaut* ".

Le premier escadron, équipé de Hs 129-B1, est déclaré opérationnel fin avril 1942. Il est prévu qu'il recevra les canons MK-101 externes en juin. Les Hs-129 sont subordonnés à la Luftflotte 4 commandée par le général Wolfram Freiherr Von Richthofen. Dans un souci de simplification et d'harmonisation du commandement, les cinq unités, 1^{ère}, 4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème} et 7^{ème} destinées à recevoir le Hs 129, seront toutes regroupées dans le même groupe. A partir de mai, elles sont envoyées à Konstantinovka, en Crimée où l'offensive de la Wehrmacht qui doit s'emparer des champs pétrolifères du Caucase et du port de Sébastopol piétine. Le premier escadron fort de quinze avions, arrive sur son premier terrain le 6 mai 1942. Un avion est perdu pendant le convoyage à la suite d'un atterrissage forcé, pour cause de panne de moteur. Les opérations commencent le lendemain en support de la percée en cours vers Kerch. Enregistrant sa première perte le 9. Alors qu'il attaque une colonne Russe l'avion, du capitaine Max Eck reçoit un coup direct, il est porté disparu. Le même jour, le terrain de Marfowka est attaqué le matin par les Hs-129 de la Luftwaffe, cinq avions sont détruits. Il est capturé dans la soirée par la Wehrmacht qui s'empare de trente avions. Malgré la poussière de la steppe qui commence à poser quelques problèmes aux moteurs. Les missions s'accumulent à la satisfaction du Marechal Fedor Von Bock, commandant du secteur Sud, qui rapporte à Hitler l'importance de l'aviation d'assaut sur le moral de ses soldats. Les missions ne consistent pas seulement à détruire des blindés. Elles incluent aussi des assauts sur des terrains avancés et l'infanterie Russe. Les succès sont évidents. Les interrogatoires de prisonniers Russes rapportent la terreur que l'apparition des Hs-129 entraîne. Le même jour, quarante avions Russes sont détruits au sol, un autre, un Il 2, est abattu en vol. Démontrant que la maniabilité du Hs-129, n'est peut-être pas si mauvaise... L'Armée Rouge riposte, par des assauts sur les terrains Allemands, des avions sont détruits ou endommagés. Entre le 22 et le 26 mai, le support aux terribles combats qui se déroulent au sol causent la perte de six avions.

Le port de Sébastopol conquis, les Hs-129 sont aussitôt engagés, depuis divers terrains de la région de Millerowo dans la longue bataille pour la conquête de Stalingrad qui avait débuté depuis le mois de Juillet. Ils participent en particulier aux combats pour le contrôle de Kharkov. Aussitôt que déclarées opérationnelles, les quatre unités désignées pour être équipées de Hs 129 sont toutes, une à une, engagées dans le même secteur. De mai à la fin de l'année, du lever du jour à la nuit, ils accomplissent des milliers de missions enregistrant des pertes sévères. Rendant coup pour coup, des dizaines de chars et de blindés Russes sont détruits. L'hiver réduit considérablement le rythme des opérations. En novembre, quand l'Armée rouge perce les lignes Italiennes et Roumaines autour de Stalingrad, les conditions météo sont exécrables, la disponibilité des Messerschmitt Me 109 et Ju 87 Stuka chute brutalement. Alors que la rusticité du Hs 129 lui permet de

continuer à voler. Toutefois, la neige projetée par les hélices s'accumule sur les canons externes qui gèlent. La 8./SchG 1 réussit quand même à détruire vingt chars, au canon en deux jours. Ces missions sont souvent en défense de leurs propres terrains tel qu'à Oblivskaya le 26 novembre. Plusieurs avions sont perdus sous les feux de la DCA et de l'infanterie. Résultats bien insuffisants pour arrêter l'avance des forces de l'Armée Rouge. La défaite de Stalingrad consommée, la dotation des escadrons est portée de douze à seize avions. Il n'en reste que quarante opérationnels sur l'ensemble du front Russe. L'escadron II/Sch.G 1 qui avait détruit vingt-trois chars, le 27 janvier 1943 n'en a plus que six. Ils vont bientôt s'illustrer dans la tête de pont sur le fleuve Kouban et en février et la reconquête de Kharkov. Pendant la période de calme relatif qui suit la bataille de Stalingrad, les unités de Hs 129 sont reconstituées et reçoivent le nouveau canon MK-103, elles sont alors dirigées vers des terrains dans le secteur de Mikoyanovka au nord de Kharkov pour supporter la pince sud de l'opération " Citadelle ", en préparation, destinée à réduire le fameux saillant de Kursk. Les quatre unités commandées par le Capitaine Bruno Meyer (crédité de plus 500 missions et de la destruction de 50 chars, il survira à la guerre, soit la totalité des Hs 129 disponibles est engagée dans l'opération. De nouveau, ils gravent une page de l'aviation d'assaut. Les combats s'engagent le 5 juillet 1943. Le lendemain 6, journée pendant laquelle l'intensité des opérations aériennes est exceptionnellement intense, pendant trois heures, en vagues successives, tous les Hs-129 disponibles protégés de la chasse Russe par des FW-190, pendant que d'autres larguent des bombes SD à fragmentation, détruisent quatre-vingts chars et leurs moyens de DCA d'accompagnement au canon MK-103 qui tirent des obus à pointe tungstène. Cette action enrayer la contre-attaque d'une brigade blindée de la Garde. C'est la première fois dans l'histoire militaire, qu'une colonne de blindés est totalement détruite par des moyens aériens sans aucune l'intervention de forces terrestres.

La journée du 6 juillet 1943 est reconnue par les historiens de l'aviation militaire comme celle ayant marqué le plus grand combat aérien de toute l'histoire. Chargés de couvrir des bombardiers, les pilotes Français Libres du Normandie-Niemen, sont engagés, dans le secteur de Kursk-Orel. En quatre jours, ils remportent dix-sept victoires homologuées mais déplorent six morts dont, le 17 juillet, celle du commandant Tulasne.

Henschel Hs 129 équipé d'un canon sans recul de 77 (© DR)



Dénotant de l'intensité des combats, le 19 juillet à l'ouest d'Orel le Hs-129 du major Paul Matuschek, de la SG-2 percute accidentellement la tourelle du char T-34 qu'il attaque. Il est tué sur le coup. Pendant les cinquante jours que dure de la bataille de Kursk, les Hs-129 effectuent deux-mille-quatre-centes sorties de combat. Ils sont crédités de la destruction de 200 chars. Les pertes sont très lourdes. Le 23 août, date que les historiens retiennent comme la fin de la bataille, il ne reste que vingt-sept Hs-129 disponibles. La 4/SG 2 perd vingt-trois avions ! Dans le sillage des combats de Kursk, l'Armée Rouge initie l'opération Koutouzov qui vise à redresser le saillant d'Orel, jointe à une offensive en direction du sud, destinée à reconquérir la ville Kiev. L'activité des Hs-129 est réorientée dans cette direction. Du 23 août à la fin du mois de septembre les SG-1 et SG-2 perdent encore, conjointement vingt-quatre avions. La bataille de Kursk marque l'ultime effort offensif significatif de la Wehrmacht. Épuisée, tant en hommes qu'en matériels, elle n'est désormais plus capable d'aucune initiative majeure. Après Kursk, les unités de Hs-129 sont reconstituées en urgence sur des terrains dans le secteur de Kiev, qui sera malgré la perte d'une trentaine d'avions, reprise en novembre. La suite n'est plus qu'une longue retraite que les Hs 129 accompagnent, avec parfois des accidents. Le 8 janvier 1944, au-dessus du terrain Kalinowka, sud-ouest de Kiev, d'où ils opèrent, les Hs-129 du lieutenant Erhard Fuchs de l'adjutant Werner Vosseler se percutent en vol, les deux pilotes sont tués. Les avions sont détruits.

On retrouve les escadrons de Hs-129 en mars 1944 dans le secteur de Ternopol où ils soutiennent le régiment SS qui défend la ville, transformée en un immense champ de ruines. Les avions de défense aérienne manquant, les pertes au sol sont terribles. A Winniza, le 8 mars, une attaque, en basse altitude de douze Il 2 " *Sturmovik* " de l'Armée de l'Air Russe détruit quatre Hs 129. L'attaque est renouvelée trois jours plus tard. Cette fois, ce sont vingt " *Sturmovik* " qui détruisent ce qui restait des Hs 129. L'unité en cause, la 10. (Pz)/SG 9, n'a plus d'avion. Les raids continuent pendant, six jours consécutifs, le terrain doit être abandonné. A la fin des combats de Ternopol, dans l'impossibilité de remplacer les Hs 129 détruits, des escadrons sont dissouts, certains reformés sur FW-190. Les Hs 129 restants sont reversés dans trois dernières unités, reconstituées, une fois de plus, aux ordres du Major Andreas Kuffner à Eggersdorf dans la région de Graz en Autriche. La pression de l'Armée Rouge ne cesse pas. Début janvier 1945, ses avant-gardes approchent du terrain de Tonndorf, région de Weimar, où sont repliés les deux escadrilles qui disposent des treize derniers Hs 129 encore opérationnels dans ce secteur. L'essence manquant, le 22 janvier, le personnel reçoit l'ordre de les incendier tous avant d'abandonner le terrain.

Avant que la bataille pour la conquête de Berlin ne commence, les avant-gardes de l'Armée Rouge sont à soixante-dix kilomètres de la ville. Contre toutes attentes, le 6 mars 1945, la Wehrmacht lance une ultime offensive désespérée et inutile dans le sud du lac Balaton au sud-ouest de Budapest en Hongrie. L'objectif est de repousser l'ennemi à travers le Danube pour sécuriser les derniers grands champs pétrolifères de l'ouest de la Hongrie. Vingt-deux divisions, incluant l'équivalent de deux compagnies d'infanterie de volontaires Français servant dans les SS, sont jetées dans la fournaise. La Luftwaffe, aux ordres de la Luftflotte 4, contribue en envoyant des FW-190D, des Junker Ju-88 ainsi que les derniers Hs-129 des escadrons 14. (Pz)/SG-9 et -10. (Pz)/SG 9. La SG-9 créditée de la destruction de 600 blindés est considérée comme la meilleure unité ayant utilisé le Hs 129. Ce sont les deux derniers escadrons volant encore sur cet avion. Ils opèrent dans des conditions météo et tactiques complexes. Quelques Hs-129 sont présents en Hongrie depuis le mois de septembre 1944. Le 21 octobre 1944, des B-24 escortés par des P-38 et des P-51 Mustang avaient attaqué le terrain de Szombathely, neuf avions de divers types sont détruits dont un Hs-129. L'omniprésente de la 15^{ème} AAF, qui bombarde et mitraille les terrains presque quotidiennement et la météo exécrable, limitent les activités. D'autres dispersés, sont en cours de transit. Sur le terrain de Weidengut au sud de la Silésie. Le 6 mars un assaut de l'Armée de l'Air de l'URSS détruit deux Hs-129 de la 10. (Pz)/SG-9 qui ne disposait plus que de dix-sept avions. Un autre est endommagé. L'attaque est renouvelée les 6 et 8 mars. Sept Hs-129, supplémentaires sont perdus. L'escadron se replie sur le terrain de Schweidnitz régulièrement attaqué par les " *Sturmovik* ". Le 22, onze sorties sont organisées, elles résultent en la destruction de quelques chars dans le secteur de Leobschütz, zone frontière avec ce qui est maintenant la Tchéquie. Le 23 mars, nouvel assaut des " *Sturmovik* ", un Hs-129 est détruit. Malgré ces attaques et la forte opposition de l'Armée de l'Air Russe, ce même jour, la 10. (Pz)/SG-9 parvient à monter plusieurs assauts, les pilotes revendiquent la destruction de huit blindés. La 10. (Pz)/SG-9 termine la guerre, dans les premiers jours de mai, sans aucun avion, les trois derniers ont été détruits au sol par des P-51 sur le terrain de Deutschbrod en Tchécoslovaquie. La 14. (Pz)/SG 9, qui ne disposait plus que de six avions, disparaît en Autriche...

Le Hs -129 en Afrique du Nord.

De novembre 1942 à avril 1943, l'utilisation des Hs 129 en Afrique du Nord est brève. Elle inclue deux théâtres distincts. Le premier en Libye, le second en Tunisie. La seconde bataille d'El Alamein, octobre novembre 1942, constate la victoire des forces Anglaises. Pour enrayer l'avancée de la VIII^{ème} armée Britannique vers l'ouest, l'Africa Korps est aussitôt renforcée par une nouvelle unité, la 4. Panzer/SG1. Rassemblée sur le terrain d'Eblin-Irena en Pologne. Elle est équipée à la hâte, d'avions qui étaient destinés, à la Schlachtgeschwader SG-2 qui combat sur le front Russe. Commandée par le capitaine Bruno Meyer, elle quitte la Pologne, le 2 novembre. Après avoir perdu au moins un avion en route, la SG-1 arrive à Tobrouk le 7 Novembre, forte de quatorze Hs 129, qui ne peuvent être engagés par manque de munitions antichar de 30 mm. Il faudra attendre le 17, le premier résultat est spectaculaire. Trois Hs-129 détruisent douze véhicules dont des chars " *Crusader* " à Bir-Eb-Abd dans le secteur d'El Alamein. L'expédition tourne aussitôt au fiasco. L'impact des Hs-129, tant en Cyrénaïque qu'en Tripolitaine, sera presque nul. Après un premier succès relatif le 17 novembre, la SG-1 doit faire face à deux terribles tempêtes de sable, le fameux " *Ghibli* "

qui ruine les moteurs. Au plan technique, l'insuffisance des filtres à air qui s'était déjà manifestée au-dessus des steppes Russes s'exacerbe. L'insidieuse poussière pénètre dans le mécanisme des hélices, des démarreurs et des armes qui s'enrayent. Les moteurs surchauffent, parfois s'auto enflamment. Le manque de pièces rechange est aigu, la disponibilité est nulle ! Les services techniques de la Luftwaffe, bien informés, avaient observé que les filtres à air tropicalisés installés sur les avions Français étaient plus efficaces. Ils en commandent sans délai mais tracté par un Heinkel 111, le planeur qui les amène, est perdu en mer. Le pilote du Heinkel 111, pensant avoir vu un chasseur allié l'avait largué ! Au plan opérationnel, la sous-motorisation, liée aux fortes températures ambiantes, réduisent les performances. La longueur de piste nécessaire au décollage, déjà conséquente, est doublée. Il arrive même que les avions ne puissent pas décoller avec armes et munitions. Tel est le cas le 31 décembre, pour permettre l'évacuation vers le terrain de Castle-Benito à Tripoli. Seulement sept avions parviennent à rejoindre. Dix jours plus tard, aucun n'est disponible. Le 13 janvier 1943, au cours d'un raid, douze bombardiers Boeing B-17 du XII Bomber Command en détruisent trois au sol. Trois autres sont si sévèrement endommagés qu'ils ne peuvent pas être réparés. La SG-1 ne participera plus aux combats. Avant de rentrer en Allemagne, après cannibalisation des existants sur le terrain de Castle-Benito, la mécanique réussit à reconstituer un unique avion qui est aussitôt envoyé en Tunisie.

Les combats en Tunisie, qui marquèrent la fin des Hs 129 en Afrique du Nord, ont été traités au chapitre " *Les Henschel Hs 129 en France et... contre les Français* ". Observons seulement que les avions envoyés en Tunisie furent " tropicalisés " avant leur départ. Équipés notamment de filtres à air et huiles adéquats qui se généraliseront ensuite dans le reste de la flotte, le phénomène de dégradation accélérée des moteurs est largement sous contrôle.

Les Henschel Hs 129 en service dans l'Armée de l'Air Roumaine " Aviatia Militara Romana) ".

L'histoire du Henschel Hs-129 en service dans l'armée de l'air Roumaine est peu banale. Malgré un contexte politique, tant intérieur qu'extérieur pour le moins embrouillé, la Roumanie était jusque-là, restée en dehors du deuxième conflit mondial. Avertie des intentions Allemandes, dès le lendemain du déclenchement de l'opération " *Barbarossa* ", le 22 juin 1941, elle joint ses moyens terrestres et aériens à ceux de l'Axe et pénètre en URSS. Ses forces constituant d'ailleurs, après celui de la Wehrmacht, le contingent le plus important. Associées au groupe d'armées sud, ses péripéties, qui l'amènent jusqu'à Stalingrad, puis à la retraite qui s'en suit, sont parallèles à celles de la Wehrmacht. Ce contingent, tant au sol qu'aérien, est virtuellement décimé pendant la bataille de Stalingrad. L'Allemagne aide aussitôt à la reconstitution matérielle de l'armée de l'air Roumaine, mettant à disposition des avions reconditionnés mais qui restent sa propriété, parmi lesquels, des Henschel Hs-129 B2 toutefois livrés sans le canon externe. Manque de confiance en son allié ? Ou bien, déjà manque de moyens ? Décision pour le moins curieuse de laisser leur allié aux bombes et aux seuls armements de bord. Deux mitrailleuses de 13,2 mm et deux canons de 20 mm, certes déjà respectables mais limités, quand on connaît l'efficacité du canon de 30 mm contre les blindés. Pourtant, à terme, 241 unités, soit plus d'un tiers de la totalité des avions produits, seront remis à l'armée de l'air Roumaine entre mai 1943 et août 1944. Ils vont être utilisés bravement et avec expertise. Le 23 août 1944, faisant suite à l'entrée de l'Armée Rouge en Roumanie, ce qui reste des Henschel Hs-129 Roumains va alors être aussitôt utilisé, par les mêmes escadrons, cette fois contre l'Allemagne !

Le 8^{ème} groupe d'aviation d'assaut, constitué des escadrons 41, 42 et 60, est formé le 11 mai 1943. Trois jours plus tard, commandés par le capitaine Ioan Cara, pilotes et mécaniciens rejoignent le terrain de Kirovograd en Ukraine où les quarante premiers avions les attendent. Leur conversion, par des instructeurs Allemands, est terminée dès le 11 juin. Même si les pilotes sont d'anciens pilotes de chasse chevronnés, qui avaient obtenu de nombreuses victoires aériennes avec le Messerschmitt Me 109 et I.A.R 80, les choses ont été rondement menées ! L'I.A.R 80 pour " *Industria Aeronautica Romania* " est un avion de chasse monoplace de conception et de construction Roumaine équipé du moteur I.A.R. 14K, qui n'est autre qu'un Gnome et Rhône K14 " *Mistral Major* ", construit sous licence en Roumanie par l'*Industria Aeronautica Romania*. Au début du mois de septembre 1944, pour compenser les pertes, alors que la production des Hs-129 cesse, le 60^{ème} escadron est reformé avec des Junker Ju 87D " *Stuka* ". Les Hs 129 restants, sont redistribués aux 41^{ème} et

42^{ème} escadron. En janvier 1944, les pertes avaient été compensées par vingt-trois avions neufs, de type B-2 qu'un groupe de pilotes avait convoyé depuis la Pologne.

Déclaré opérationnel, le 8^{ème} groupe d'aviation d'assaut rejoint un terrain dans la région de Kramatorsk (Ukraine). La première mission, à douze avions, est exécutée le 15 Août. Les résultats sont si bons que l'aviation d'assaut Russe réplique dans la soirée, par une attaque, sur leur terrain de Kramatorsk. Douze Il-2 " *Sturmovik* " escortés par seize chasseurs détruisent un Hs-129 au sol, en endommagent légèrement deux autres. Le 17, c'est une sortie à 46 avions contre des concentrations de troupe. Les écoutes radio Allemandes indiquent que sa progression est bloquée, ce qui provoque un nouvel assaut aérien Russe. La première perte est enregistrée le 19. L'adjudant Sarbu qui ramène un avion gravement endommagé se tue à l'atterrissage. Les missions se succèdent, le 23, la croix de fer est décernée à l'adjudant Marinescu qui rentre avec son avion sévèrement endommagé. Au cours de sa quatrième mission de la journée, avec sa patrouille à huit avions, ils ont détruit, un site de défense anti-aérienne à la bombe. Très tôt, le matin du 30 août, alors que la Luftwaffe a déjà perdu plusieurs Fw-189 abattus par la puissante DCA Russe, les Hs-129 Roumains exécutent un raid de reconnaissance audacieux, sans perte, qui leur permet de découvrir une zone de stockage de munitions et de carburant qui est attaquée, dans l'heure, selon deux axes par les 41^{ème} et 60^{ème} escadron. L'objectif est détruit avec peu de pertes. La situation générale se dégradant, en septembre le groupe s'installe, toujours en Ukraine plus à l'ouest à Staryi-Bliznetzy. Le terrain de Kramatorsk repris, a été abandonné le 6 septembre. Alors que les missions d'assaut continuent, le 10 septembre une patrouille de seize Hs-129, volant bas, 10 à 15 mètres, est surprise par des T-34 camouflés, infiltrés derrière la ligne de front. L'un deux, avec son canon principal, parvient, par un coup heureux, à abattre le Hs-129 du sous-lieutenant Dieter Orth, officier de liaison de la Luftwaffe, une aile arrachée, il s'écrase son avion explose. La patrouille fait demi-tour et parvient à détruire les huit T-34. La ligne de front ne cessant d'évoluer, le 8^{ème} groupe recule s'établissant proche du carrefour routier stratégique de Melitopol puis à Kherson. Le 6 octobre l'adjudant Gheorghe Zamfir, qui vient de larguer ses bombes est touché par un tir qui impacte la plaque de blindage protégeant le dos de son siège, il réussit à rentrer. Dix minutes plus tard, décollage pour un assaut contre des positions d'artillerie à Alexandrovka. Nouveau tir heureux d'un char qui endommage le fuselage et les commandes de vol. Avec beaucoup de peine il se pose, l'avion se coupe en deux au moment où il commence à rouler. Redécollage trente minutes plus tard. Cette fois pour une attaque contre une concentration de troupes à Guterka. Il est atteint par un obus incendiaire qui le force à se poser en catastrophe, avion en flamme. Son ailier, l'adjudant Gheorghe Claru, pose son Hs-129 à côté de lui, et le remmène à Kherson, passager dans le fuselage. Le 26 octobre, avant le départ vers le terrain de Chaplinka, le 8^{ème} groupe parvient à détruire complètement une colonne Russe, ce qui lui vaut les félicitations du commandement Allemand. Dans les premiers jours de novembre, au rythme de quinze à seize missions par jour ! Enregistrant la perte de deux pilotes et de cinq avions, il sauve une division d'infanterie de l'anéantissement. Malgré ces succès, c'est un nouveau recul vers le terrain de Nikolaïev. Dans des conditions météo difficiles, entre succès et pertes, les combats continuent imposant de nouveaux stationnements. En janvier deux escadrons se déplacent, pour deux mois, sur le terrain de Lepetika. Au cours d'une mission de convoyage, pour ramener un avion réparé en Roumanie, le sous-lieutenant Ion Buda et l'adjudant Teodor Zabava, passager dans le fuselage, se tuent à l'atterrissage. L'adjudant Teodor Zabava était l'as du 8^{ème} groupe. Le 1^{er} février, le Hs-129 de l'adjudant Victor Dumbrava est touché par la DCA, l'un des moteurs est arraché, il atterrit, sur le ventre, sur un lac gelé. L'adjudant Vasile Pascu qui l'accompagne, se pose à ses côtés. Alors qu'il se dirige vers lui, la glace cède, s'extrayant de l'eau glacée, il réussit à récupérer Dumbrava, s'en suit un décollage compliqué dans la neige mais, ils réussissent à rentrer à Lepetika. La retraite continuant le 8^{ème} groupe retrouve la Roumanie sur le terrain de Tecuci. L'entrée de l'Armée Rouge en Roumanie, ne ralentit pas le rythme des missions.

De mai jusqu'en août, de furieux combats retardateurs se développent au sol dans tout l'est de la Roumanie. Pour les Hs-129 du 8^{ème} groupe, cela se concrétise par de trente à quarante missions quotidiennes, parfois jusqu'à soixante. Malgré des succès incontestables, des Hs 129, le plus souvent sans couverture de chasse, faisant fréquemment face aux P-39 " *Airacobra* " du programme " *Lend Lease act* " rien n'arrête la progression de l'Armée Rouge. Ainsi, le 12 mai, après avoir largué ses bombes, contre une colonne d'infanterie accompagnée par des blindés, l'adjudant Stefan Pucas, il compte déjà plus de cinq-cents missions et survivra à la guerre, aperçoit une patrouille de *Sturmovik* Il 2, il parvient à abattre le leader avec ses canons de 20 mm. Le 30 Juin 1944, en coopération avec l'adjudant Victor Dumbrava ils abattent chacun un *Sturmovik* Il-2. Avec

l'adjudant Teodor Zabava, ils sont, les rares pilotes Roumains à avoir abattu un avion avec un Hs 129. A la date de sa mort, l'adjudant Teodor Zabava comptait quatre victoires aériennes à bord de son Hs 129 dont l'une, un exploit, le 25 octobre 1943, contre un Yak 9 !

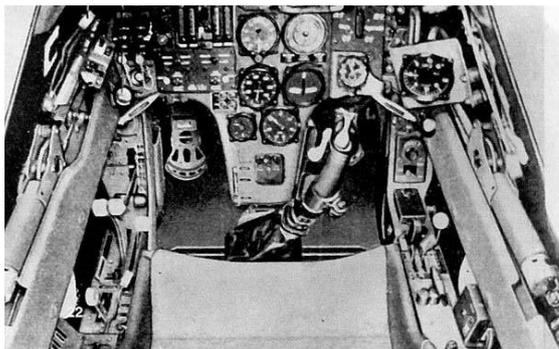


Tableau de bord (© DR)



Un officier russe félicite un artilleur devant un Hs-129 roumain (© DR)

Le 1^{er} juin, le nombre d'avions disponibles pour le combat est de quinze qui réussissent à larguer trente-cinq tonnes de bombes en soixante-six sorties. Les terrains d'opérations, changent fréquemment, souvent en catastrophe. Le 20 août c'est Gheraiesti, le 23 août Ianca d'où l'activité reprend sans délai. Les pertes sont lourdes. L'adjudant Nicolae Davidescu est abattu, trois autres tombent le lendemain, victimes de l'efficace DCA Russe. Le 6 septembre Balomir puis Craiova où le 8^{ème} groupe est reformé avant de retourner à Balomir. La seconde quinzaine d'août est complexe. Le 23 août, le président Ion Antonescu favorable à l'Axe est arrêté puis destitué. Nommé par le roi, le général Constantin Sanatescu, favorable aux Alliés le remplace. Il déclare aussitôt la guerre à l'Allemagne et à la Hongrie engageant ses troupes au côté de celles de l'Armée Rouge.

Les pilotes et les mécaniciens du 8^{ème} groupe, qui étaient retenus prisonniers depuis la capture du terrain de Ianca par l'Armée Rouge, sont libérés. La disponibilité totale à la disposition de l'Armée de l'Air Roumaine est de trente-deux Hs-129. Alors qu'ils retraitent les Allemands parviennent à en récupérer sept. Dix-sept sont disponibles en ligne. Ils reprennent le combat contre les Allemands le 8 septembre. A compter de ce jour, après une première attaque contre un convoi sur un pont du Danube, les missions d'assaut et de reconnaissance, de vingt à vingt-cinq quotidiennes, contre des chars, des convois ou des formations d'infanterie Allemandes ou Hongroises s'accumulent avec le même succès. Irrémédiablement, les pertes également. La DCA Russe abat un Hs-129 par erreur. La disponibilité diminue. Le 11 octobre, ce qui reste des Hs-129 est rassemblé dans un seul escadron, le 41^{ème}. La lutte, toujours aussi intense, particulièrement pendant tout le mois d'avril 1945, contre les forces Allemandes s'achève le 8 mai 1945 sur le terrain de Zvolen maintenant en Slovaquie.

Ainsi se termine l'épopée d'une unité de l'aviation d'assaut créditée d'avoir, plus que toutes autres, sauvé de la capture un grand nombre de fantassins, Roumains, Allemands et... Russes.

Les Henschel Hs 129 en service dans l'Armée de l'Air Hongroise " Magyar Királyi Honvéd Légierő "

En 1940, la Hongrie, dont la politique était identique à celle de l'Allemagne rejoint les forces de l'Axe. En juin 1941, associant résolument ses forces, elle participe à l'invasion de l'URSS. A ce titre, le gouvernement Allemand met des avions de divers types : Messerschmitt Me-109, Junker 87 et 88, Focke-Wulf 189, Heinkel 111, à la disposition de l'armée de l'air Hongroise, qui utilisait déjà des avions d'origine Allemande. En Août 1943, dans une tentative de réarmer un escadron déjà équipées de Ju 87, quatre Hs 129-B2, convoyés par des instructeurs Allemands, sont remis à une unité Hongroise d'expérimentation en vols, désignée RKI (Repules Kutato Intezed). C'est un institut de recherches établi sur la base de Matyasfold (Région de Budapest). La phase d'évaluation consiste en des bombardements en piqué et des assauts simulés en basse altitude au-dessus du champ de tir de Ferihegy, au cours desquels, un des avions est détruit par accident. Son pilote Hongrois, le lieutenant Henrik Fulop est tué. Ces essais terminés, les avions sont curieusement transférés à une autre escadrille expérimentale, désignée 5/1, spécialisée dans la chasse de nuit... ? Également basée à Matyasfold. Quelques vols sont effectués par les trois avions, qui étaient restés aux couleurs de la Luftwaffe. Ils sont ensuite rendus aux Allemands.

En octobre 1944, les combats au sol font rage, l'Armée Rouge et les forces Roumaines déclenchent les opérations qui vont conduire à la prise de Budapest. Les Bombardiers de la 15^{ème} AAF depuis leurs bases en Italie, apportent leur aide par des bombardements presque quotidiens. Le 21 octobre, une centaine de B-24 attaquent des voies de chemin de fer et deux terrains d'aviation : Seregelyes et Steinamanger où un Hs 129 de la Luftwaffe très probablement assigné à la 14.(Pz.)/SG 9 est détruit au sol.



Henschel Hs-129 (au second plan) - Exposition à Moscou en septembre 1943

Les Henschel Hs-129 après la deuxième guerre mondiale.

Le 9 mai 1945, alors qu'en principe, la deuxième guerre mondiale est officiellement terminée, des Hs-129 de l'armée de l'air Roumaine continuent le combat contre des éléments de l'armée Vlassov retranchés dans la région d'Uhersky Brod, (maintenant en Tchéquie), qui disposent d'une quinzaine de chars et refusent de se rendre. Des avions du 41^{ème} escadron, en plusieurs attaques, entre le 9 et le 11 mai, en détruisent une dizaine. La mission du 11 est la dernière de la guerre pour le Hs-129. Au moment où le 8^{ème} groupe rentre en Roumanie, des 241 avions reçus en 1943, et du complément remis en janvier 1944, il n'en reste que 12 ! Soit un taux de perte de dix avions par mois ! Ils furent retirés des comptes de l'armée de l'air Roumaine. Toutefois, là encore, les archives divergent. Selon certaines sources, ils seraient restés en service jusqu'en juin 1949, puis remplacés par des avions d'assaut Iliouchine Il 10. Selon d'autres, impressionnée par leur redoutable efficacité, l'Armée Rouge les aurait fait immédiatement détruire...?

Plusieurs Hs-129 furent capturés, tant par l'Armée Rouge, que les alliés. Les Britanniques en capturèrent au moins deux en 1943, pendant les opérations en Tunisie et en Libye. L'un d'eux de l'escadron 1/SG2, numéro de série Wk 297, encore en état de vol, fut remis, en mai 1944, au 1426^{ème} escadron spécialisé dans l'évaluation des avions ennemis capturés sur la base de la RAF à Collyweston. Après son évaluation, difficile pour cause des problèmes récurrents des moteurs, cet avion fut ferrailé en 1947. Un autre, également en état de vol, fut capturé, à ce qu'il semble par les Anglais, alors qu'il était abandonné, sur le terrain d'El Aouina en Tunisie. Numéro de série Wk 0385, il fut transporté aux États-Unis où il effectua plusieurs vols d'évaluation. Au cours d'un vol de convoyage, entre Freeman (Indiana) et Davis-Monthan (Arizona) où il devait être stocké : en panne de carburant, il se posa sur un terrain de fortune dans le Tennessee où il fut partiellement endommagé. Il fut alors stocké sur le terrain d'Orchard Place, qui deviendra bientôt l'aéroport international de Chicago. En 1946, pour faire de la place, il est vendu à des ferrailleurs qui le détruisent. Seul le nez et le pare-brise, acheté en 1951 par deux collectionneurs Américains, Messieurs Earl Reinhart et Paul Polidori, subsistent. En 1985, après de multiples péripéties, ces éléments furent transférés en Australie où Monsieur Martin Mednis avec le musée Der Alder Luftwaffe à Sidney procèdent à leur restauration. Il est possible qu'un second Hs-129 fut, à un moment, parké aux USA sur le terrain de Freeman, toutefois, aucune information plus précise n'est disponible.

Évidemment, l'Armée Rouge captura plusieurs Hs-129 en état de vol. En septembre 1943, dans le cadre d'une opération de propagande organisée pour détruire le mythe de l'invincibilité de l'armée Allemande, un ou deux furent exposés au Park Gorki de la culture et des loisirs à Moscou pendant une exhibition destinée au grand public. L'un d'eux avait été capturé, en août 1942, presque intact, touché par la DCA, contraint à un atterrissage forcé dans la région de Rzhez. Il était l'un des premiers à avoir reçu un canon de 30 mm. Leur devenir n'est pas connu. En juin, juste avant la bataille de Koursk, Staline, en personne et son état-major avaient visité cette exposition.

13 - Conclusion.

Le Hs-129 a souvent fait l'objet de commentaires négatifs pour ses diverses insuffisances. En particulier, celles du moteur : fiabilité et puissance, de ses commandes de vol insuffisamment précises et du manque de maniabilité. Le manque de fiabilité initial du moteur était réel, essentiellement dû aux spécificités de la mission d'assaut, imposant de voler en très basse altitude, dans l'environnement poussiéreux des steppes Russes, et au travers des terribles vents de sable Libyens qui entraînèrent l'érosion subite des pistons et l'inévitable surchauffe s'en suivant. A la suite du fiasco en Cyrénaïque, après l'installation des filtres à air et à huile type " Français ", le problème fut certes tardivement, réglé. La fiabilité du moteur s'améliore, approchant celle des autres moteurs de l'époque. Sur la base des archives Allemandes, elles s'étendent du 1^{er} mai 1942 au 22 mars 1945 portant sur 410 avions, tous utilisés par la Luftwaffe uniquement sur le front de l'Est, hors dommages de combat, on compte dix-huit incidents de moteur ayant entraînés des dommages sévères ou la perte de l'avion. Singulièrement, plus de 70% (treize) ont été enregistrés avant l'installation des filtres " Français ". La dernière est enregistrée en mars 1945. On observera que, dans les conditions de production qui étaient celles du 14M, les ingénieurs et techniciens Français, n'avaient certainement pas beaucoup de motivations pour corriger ses défauts.

Son manque génétique de puissance n'était pas dû au moteur mais au concepteur du Hs-129, qui en réalité n'avait que peu, voire aucune autre option de motorisation. On pourrait même dire que le Gnome et Rhône 14M a sauvé le HS-129. L'arrivée des type B, ne règle que partiellement l'inconfort du pilote qui perdure. Le contrôle de l'avion même amélioré restera délicat, requérant des efforts importants sur le manche et toute l'attention du pilote en atmosphère turbulente et pendant les phases de décollage et d'atterrissage. Ceci étant, les pilotes se félicitent de sa grande stabilité qui contribue à la précision des tirs. Curieusement, malgré ses handicaps, 75% des Hs 129 abattus le seront par des tirs directs de l'infanterie. Le concept, de la cabine blindée " en baignoire ", joint aux roues du train principal " surplombantes " train rentré, épargneront la vie de nombreux pilotes qui auront à exécuter des atterrissages de fortune. Sa simplicité et sa rusticité en font un avion qui " encaisse bien les coups ", facile à maintenir et à réparer en opérations sur des terrains peu ou pas équipés, fortement armé, doté de munitions puissantes, il est capable de détruire un blindé en une seule passe. Globalement, il a fait preuve de grande efficacité, le nombre total de chars détruits par les Hs-129 est estimé à 3000.

Plusieurs as sont crédités de la destruction de dizaines de blindés. Le Major Bruno Meyer, cinq-cents missions et cinquante chars à son crédit, il commanda l'escadron envoyé en Cyrénaïque puis l'escadre qui rassembla tous les Hs 129 pendant la bataille de Koursk. Il fut l'un des rares " experts " utilisateurs du Hs 129B-3/Wa équipé du canon de 75 mm. Le capitaine Rudolf-Heinz Ruffer, plusieurs fois touché par la DCA, tué au combat le 16 juillet 1944, abattu par la DCA alors qu'il attaquait une colonne de chars le long de la ligne de chemin de fer entre Radtsiekhov et Stayanov, dans la région de Lvov en Ukraine. Il était crédité de quatre-vingts chars dont dix au cours de la même mission ! Le lieutenant Franz Oswald a effectué 300 missions avec le Hs-129, il compte quarante-quatre chars détruits. Il survira à la guerre. Le lieutenant Hans-Hermann Steinkamp revendique, en 324 sorties, soixante-dix chars détruits, cinquante endommagés. Il survira à la guerre. L'adjudant Otto Ritz, sous-officier le plus décoré de la Luftwaffe, disparu au combat, cause inconnue, en Silésie le 12 février 1945, a détruit plus de soixante chars en endommageant trente-quatre. Il avait participé à retarder l'avance de l'Armée Rouge dans un secteur de la Vistule.



Subissant des pertes énormes, trop peu en service, jamais plus d'une centaine simultanément à la disposition des cinq escadres qui en furent équipées, bien utilisé, surtout à partir de mai 1943, quand l'utilisation des canons extérieurs de 30 mm fut bien comprise, que son taux de disponibilité global était de l'ordre de 80%, il fut souvent, localement, très efficace. Bien que son armement fût régulièrement amélioré, il eut beaucoup à souffrir de l'organisation de la Luftwaffe. A son entrée en service, son emploi était rattaché au commandement de la chasse, qui n'y prêtait que peu d'attention. Il fallut attendre septembre 1943, pour le commandement de l'aviation d'assaut fut constitué... Utilisé dans un contexte général de plus en plus difficile, il ne pouvait avoir aucun impact significatif sur le déroulement des combats. Heureusement !

(*) Dans l'article paru dans le Numéro 10 de juin 2023, nous avons indiqué que l'usine Gnome & Rhône de Limoges produisait des moteurs 14M. Selon d'autres sources il semble que cette usine produisait principalement des moteurs type 14N. Sans que sa production soit en source unique, le 14M était principalement produit par l'usine du boulevard Kellermann.

Si certains de nos lecteurs disposaient de plus amples informations, la revue serait très intéressée, de pouvoir clarifier ce point, notamment pour ce qui concerne l'usine du Mans Arnage de même que celle de Nersac (Région d'Angoulême) pour le cas où elles seraient effectivement entrées en production après 1939.

(**) 129 " Buchsenoffner ". Qualificatif utilisé par les fantassins de la Wehrmacht, qui peut se traduire par " ouvre boites ".

(***) Le mécanisme d'atténuation du recul du canon Allemand de 75 mm 40L " Pak 40 " devenue, Pak 40L, pour la version aéroportée était une copie conforme du canon français de 75 mm, modèle 1897.

Sources :

Les terrains de la Luftwaffe 1935-45 en Europe et en Russie (Auteurs Henry L. De Zeng IV)

Les terrains de la Luftwaffe 1935-45 en Afrique du Nord (Auteurs Henry L. De Zeng IV)

Documents de la Bundesarchiv disponible dans Internet

Luftwaffe Officer Career Summaries (Auteurs Henry L. De Zeng IV et Douglas G. Stankey)

Luftwaffe Special Weapons 1942-45 (Auteur Robert Forsyth)

Aero Journal Spécial Hs-129 - Tueur de chars de la Luftwaffe

Livre Hs-129 (Auteur Bernard Denes) - ISBN 978-83-89450-46-3

Brève histoire du Douglas DC-8.

Premier avion commercial supersonique.

Introduction

Le lecteur pourrait s'interroger sur le fait de savoir pourquoi notre revue qui, traditionnellement s'intéresse surtout aux équipements d'origines Françaises, propose dans cette édition un article dédié au Douglas DC-8, qui fut, à partir de la fin des années 1950, avec son compatriote et concurrent le Boeing 707, dont il partage la silhouette, la personnification de la toute-puissance des États-Unis. Combien de productions Hollywoodiennes ne nous ont pas montré, en d'impressionnants gros plans, pas toujours à propos, des 707 ou des DC-8 au décollage tirant leurs quatre panaches de fumée noire ? Toutefois, depuis la fin des années 1970, qui virent les premières prémices du projet de remotorisation de DC-8 en service, avec un moteur plus efficace et sa concrétisation effective au début des années 1980 avec le moteur CFM56-2C de CFMI, dont c'était la première application commerciale, permet l'essor que nous connaissons aux moteurs de la famille CFMI. Le DC-8 prend une place très importante dans l'histoire aéronautique et industrielle de SAFRAN et de la France. Il mérite certainement que nous lui consacrons quelques lignes.

Brève genèse de l'apparition du Douglas DC-8

Avant et pendant la deuxième guerre mondiale, Douglas n'avait remporté aucun des grands programmes de construction de bombardiers quadrimoteur de l'US Army Air Force. Son premier projet, le XB-19 conçu avant la guerre, sous-motorisé et long à produire, n'est pas retenu au profit du prototype XB-15 de Boeing dont dérivera le mythique B-17 " *Flying Fortress* ", construit à plus de 12 700 exemplaires. Pour satisfaire aux énormes besoins, tant du théâtre Européen que du Pacifique, en parallèle, Consolidated développe le B-24 " *Liberator* " produit à 18 400 exemplaires. C'est encore Boeing avec son B-29 " *Superfortress* " qui remporte la part du lion pour la production en grande série de ce bombardier lourd à très long rayon d'action, indispensable au théâtre du Pacifique. En incluant le B-50, technologiquement si proche, qu'il garde la même désignation " *Superfortress* ". Le B-50 entre en service en 1948. Les deux versions confondues, plus de 4000 unités sont produites. Elles comportent des technologies très avancées. Avec un peu plus de 60 tonnes de masse maximum au décollage, le B-29 est l'avion, le plus lourd qui fut utilisé pendant la seconde guerre mondiale. Le B-29 est technologiquement si avancé, que craignant l'échec, l'US Army Air Force avait confié à Consolidated une solution de repli, désignée B-32 " *Dominator* ", qui ne sera pas exempte de problèmes techniques. Produit à une centaine d'exemplaires, le B-32 participera, vers la fin de la guerre en Asie, à quelques missions dans la zone des Philippines ainsi que, dans les tout derniers jours de la guerre, à des reconnaissances au-dessus du Japon. Douglas avait également déposé un projet, le modèle 332, qui aurait pu devenir le B-31 " *Raidmaster* ". C'était la plus lourde des trois options déposées. Jugé moins avancée que le B-29 de Boeing, il n'est pas retenu, il reste un avion de papier, qui n'atteint même pas l'étape de prototype. Aucun avion n'est produit.



Douglas C-124 " *Globemaster II* ". Scène de déchargement par la rampe avant pendant la guerre de Corée.

En 1941, un scénario similaire se réédite pour la production d'un bombardier encore plus lourd à très long rayon d'action qui eut été destiné, en cas de d'invasion de la Grande-Bretagne, au bombardement de l'Allemagne depuis la côte est des États-Unis, potentiellement au départ de Terre-Neuve. Douglas, Boeing, Northrop et Consolidated déposent des propositions. C'est Consolidated, qui deviendra quelques années plus tard Convair, qui remporte la mise avec un projet de bombardier géant, hors normes, originellement hexamoteur, désigné B-36 " *Peacemaker* ".

A partir du type D, pour réduire la longueur de la course au décollage quatre réacteurs General Electric J-47, seront installés, dans deux nacelles doubles sous pylône sous la voilure, de chaque côté, entre les extrémités et les moteurs à pistons externes. Un certain nombre des types précédents seront modifiés de la sorte. Le B-36 ne participera pas aux opérations de la seconde guerre mondiale, mais la guerre froide arrivant, presque quatre-cents de ces avions hors normes sont produits ! Il est évident que ces programmes gigantesques permettent d'acquérir, essentiellement financés par des fonds publics, des technologies et beaucoup d'expérience, le moment venu, directement transférables à des projets civils. Ceci étant, Douglas n'est pas absent. Son légendaire bimoteur de transport C-47 " Skytrain " surnommé, initialement par la RAF, " Dakota " pour Douglas Aircraft Company Transport (DACoTA) version militarisée du DC-3 qui vole depuis 1936, produit à plus de 11 000 exemplaires, il est utilisé sur tous les théâtres d'opération, pendant toute la durée de la guerre. Le quadrimoteur commercial DC-4, dont les couts de développement sont si élevés que Douglas hésite à les assumer seul. Quelques compagnies aériennes, en fait les cinq " majors US (1) ", sont si demandeurs d'un avion capable de transporter cinquante passagers à 300 km/h avec un rayon d'action de 3 500 kilomètres qu'elles proposent à Douglas d'en partager les couts. Depuis 1938, Lockheed travaille sur un projet identique, les Modèles 44 et 49, qui conduiront au " Constellation ". A la fin des années trente, seul un quadrimoteur équipé des moteurs à pistons, les plus puissants disponibles, pouvait répondre à ces spécifications. Le premier prototype vole en 1938. Au moment de l'attaque de Pearl-Harbor, les quelques exemplaires commandés, disponibles, légitimement destinés aux compagnies aériennes, qui avaient participé au financement sont aussitôt réquisitionnés par l'armée et ne seront jamais livrés aux compagnies civiles qui, en participant au financement, avaient lancé le programme. Sans qu'aucun prototype militaire ne soit construit, le gouvernement des États-Unis passe commande pour 1200 exemplaires. Après militarisation, ils deviennent le C-54 " Skymaster " ils seront utilisés intensivement pour les transports de fret et de personnels. L'un d'eux spécialement aménagé, deviendra le premier " Air Force One " aux services, successivement des présidents Franklin Roosevelt et Harry Truman. En 1948, participant au succès de l'opération, le C-54 est encore utilisé très intensivement, en support du pont aérien destiné à ravitailler la ville de Berlin pendant le blocus terrestre imposé par l'Union Soviétique. La guerre terminée redevenu DC-4, capable de transporter jusqu'à quatre-vingt-cinq passagers, il retourne à sa fonction initiale devenant, avant l'arrivée des réacteurs, bien que concurrencé par le Lockheed L-049 Constellation, un des standards du transport aérien commercial. Rapidement, suit sous diverses versions, le remarquable DC-6, largement utilisé par les compagnies aériennes. Le DC-6, désigné C-118 " Liftmaster " dans sa version militaire, est mis sur la planche à dessins fin 1944, en réponse à une demande de l'US Army Air Force qui souhaitait une version plus lourde du C-54 qui aurait été utilisée, si la guerre contre le Japon avait duré plus longtemps, principalement pour des évacuations sanitaires. Simultanément, de sa propre initiative, Douglas étudiait, sur la base de son DC-4 et sur fonds propres, un avion capable de satisfaire les besoins en transports lourds des armées des États-Unis. Désignés C-74 " Globemaster I ", à 78 tonnes de poids maximum au décollage, c'est l'avion de transport le plus lourd de l'époque. Une commande pour cinquante avions fut passée. Toutefois, la guerre avec le Japon se terminant, seulement quatorze exemplaires, qui furent d'ailleurs très utilisés, sont produits et pris en compte par l'US Army Air Force.

Si Douglas n'a pas participé à la production de bombardiers lourds pour l'US Army Air Force, il a par contre, dans les années immédiatement après la fin de la seconde guerre mondiale, détenu un quasi-monopole pour la fabrication des avions de transport. Seul concurrent, le bimoteur, aux lignes relativement proches de celles du C-47, le C-46 Curtiss, " Commando ", construit à quelques 3200 exemplaires le conteste un peu. Après la fin de la guerre le C-46, dont la maintenance est difficile, n'aura que très peu de succès tant dans le secteur civil que dans celui des forces armées. Le C-46 laisse le marché virtuellement au seul C-47 dont quatre mille exemplaires, déclarés surplus par le gouvernement des États-Unis, sont rapidement rachetés et mis en service commercial où militaire dans des forces armées amies des États-Unis. On compte aussi, issus des surplus, cent quarante-six C-54 lesquels, remis au standard du DC-4, retournent au service des compagnies aériennes.

Cette position sera encore renforcée, après l'épisode du pont aérien de Berlin par une commande pour un avion de transport lourd. Ce sera le C-124 " Globemaster II " équipé, sous le poste de pilotage, d'une rampe de chargement avant. Il reprend l'aile du C-74. Avec quatre-vingt-dix-huit tonnes de poids maximum autorisé au décollage, il est construit à plus de quatre-cents exemplaires. La paix revenue, l'utilisation massive du

DC-4 et du DC-6 et leurs versions militaires par les compagnies civiles, positionne Douglas idéalement pour l'étude et la production du premier jet commercial. Au début des années 1950, seulement contesté par Lockheed et ses élégants, autant que remarquables, Constellation et Super Constellation, Douglas dominait le marché du transport aérien à longues distances. Deux fois plus de passagers avaient volé dans un avion construit par Douglas, que sur tout autres types confondus. Pourtant Douglas, comme Lockheed d'ailleurs, retarde leur décision de construire un avion quadrimoteur à réaction. D'une part la transition d'avions à moteurs à pistons, tous à ailes droites, vers des avions à réacteurs dont les ailes, pour tirer le meilleur parti du nouveau mode de propulsion, devront nécessairement être en flèche, n'est techniquement pas aussi simple qu'il n'y paraît. Retardant encore la prise de décision, rien moins que Don Douglas Senior, se souciant du fait que les compagnies aériennes, ayant très largement investi dans l'achat et la mise en œuvre de quadrimoteurs de dernière génération, il leur faudrait encore de beaucoup de temps pour procéder aux amortissements. Si Don Douglas Senior comprend très bien que l'avenir du transport commercial est assurément aux réacteurs, il n'en pense pas moins que leur fiabilité et leur consommation de carburant excessive sont telles " Qu'en 1952 un avion à réaction ne serait pas un très bon avion ". Il n'est pas seul... Ajoutant : " Dans notre business, le vainqueur de la course n'est pas le plus rapide ni celui qui part le premier. Certes, il pourrait y avoir quelques distinctions pour celui qui produira le premier avion de transport à réaction. L'ambition de Douglas est de construire le meilleur et le plus populaire des avions ".



Quadrimoteur Douglas DC-4



Quadrijet Convair 990

A tel point, qu'en 1951, dans une atmosphère de concurrence intense avec le Super Constellation de Lockheed, pour satisfaire aux nécessités d'American Airlines, qui voulait pouvoir relier, sans escale la côte ouest des États-Unis à la côte est, demande un avion plus performant que le DC-6. Ce sera le DC-7, premier avion à utiliser des alliages à base de titane, qui vole pour la première fois en mai 1953. Il entre en service à la fin de l'année, quelques six mois seulement, avant le premier vol du " Dash 80 " de Boeing... American Airlines, passant une commande pour vingt-cinq DC-7, la direction de Douglas, préférera alors allouer l'essentiel de ses ressources à ce modèle, plutôt qu'à des études approfondies destinées à un avion à réaction. Toutefois, n'ignorant pas totalement ces avions, Douglas entretient des contacts à leur sujet avec les grandes compagnies aériennes. Il en résulte le projet d'un avion commercial à cinq sièges de front, destiné à emporter entre quatre-vingts et cent-dix passagers. La version à long rayon d'action, 7 200 kilomètres aurait, tel que pour les avions d'arme, emporté le carburant supplémentaire nécessaire dans des réservoirs pendulaires externes ancrés par l'intermédiaire de pylônes sous les ailes. Trois millions de dollars et 250 000 heures de travail, incluant la construction d'une maquette échelle un, sont consacrés à ce projet.

Prenant en compte la puissance encore limitée des moteurs à réaction, ces avions qu'on souhaite à long rayon d'action, devront nécessairement être quadrimoteur, requérant des investissements particulièrement importants. Bien que Boeing considère que les jets soient, de beaucoup, supérieurs aux avions à moteurs à pistons, estimant qu'à deux fois le coût d'opération, ce qui deviendra le Boeing 707, soit capable de faire trois fois le même travail qu'un DC-6 (ce calcul est très sous-estimé, la réalité est de cinq fois), peu de constructeurs souhaitent s'aventurer dans les études, la mise en place des moyens de fabrication dont les importants investissements en outillages pour ce type d'avions sans un minimum d'engagements de plusieurs clients solides.

Le DC-8 résulte des conséquences d'un projet à destination des militaires, qui n'était pas celui de Douglas, mais le pari de Boeing de construire, de sa propre initiative, un ravitailleur en vol quadrimoteur propulsé par des moteurs à réaction et d'une visite de son directeur des études en Grande-Bretagne dont l'industrie, avant celle des États-Unis, avait ouvert dès 1952 avec le quadriréacteur *De Havilland DH 106 "Comet"* (moteurs Rolls Royce Avon) la voie du transport aérien commercial à réaction. A ce moment, la guerre de Corée qui commence aggrave significativement les tensions est ouest. Boeing observe qu'avec l'entrée en service, 1952, de son bombardier *B-47 "Stratojet"* et celle du *B-52 "Stratofortress"* qui ne tardera pas à arriver dans les escadres, (1955) que le ravitailleur en vol *KC-97 "Stratofreighter"*, dont il existe plus de huit-cents exemplaires, largement dérivé du *C-97 "Stratofreighter"*, lui-même issu du bombardier *B-50* dont il partage les ailes et les moteurs, n'est plus adapté. En termes de capacité d'emport de carburant mais surtout, de vitesse de croisière, trop lente, plus de 300 km/h inférieure à celle du *B-47* ou du *B-52*, complique sérieusement la phase du ravitaillement en vol, au point que quelques *KC-97* seront modifiés par l'ajout de deux réacteurs *General Electric J-47* en nacelle sous la voilure. Si cette modification facilite la procédure de ravitaillement en vol, elle ne règle en rien celui de sa vitesse de croisière qui impose de maintenir, en cas de décollage sur alerte des bombardiers, une permanence en vol, sur les zones de ravitaillement, au beau milieu des océans. Un ravitailleur à réaction, qui volerait à la même vitesse que les bombardiers et emporterait plus de carburant, réglerait ces deux problèmes simultanément. En mai 1950, son vice-président des études, *Wellwood Beall*, à l'occasion d'une visite en Grande-Bretagne, il avait voyagé à bord d'un *Boeing 377 "Stratocruiser"*, en vol de livraison à la *BOAC* découvre le *De Havilland "Comet"*, premier quadrimoteur commercial à réaction et ailes en flèche à avoir pris l'air. C'était en juillet 1949. Si cet avion va connaître de très sérieux problèmes, ils ne seront pas liés aux réacteurs. A son retour à *Seattle*, il convainc son conseil d'administration que l'avenir de l'aviation commerciale est aux avions à réaction et que ce serait une excellente opportunité pour *Boeing*, de reprendre la première place à *Douglas*. D'autant que *Boeing*, qui dispose, seul aux États-Unis, avec le *KC-97* de la technologie du ravitaillement en vol par perche rigide (*Refueling boom*) et, avec ses *B-47* et *B-52*, a démontré qu'il maîtrisait parfaitement la technologie complexe des ailes en flèche ainsi que l'utilisation des turbo-réacteurs sur avions lourds n'ignore pas être très bien placé pour remporter les études et la fabrication d'un ravitailleur en vol à réaction, dont la demande de l'*USAF*, immanquablement, ne saurait tarder. C'est ce qui incite son président, *Bill Allen*, à discrètement, investir seize millions de dollars, soit deux fois les profits de la société cette année-là. Cette décision va avoir d'importantes conséquences commerciales et industrielles qui dureront longtemps.



Douglas tanker. Vue générale de la maquette à échelle 1 du projet de Douglas XKC-132, dérivant d'une étude pour un avion de transport désigné XC-132 proposé à l'*USAF* dans le cadre de la compétition destinée au remplacement des ravitailleurs en vol *Boeing KC-97*. Propulsé par 4 turbo propulseurs *Pratt & Whitney T-57* de 15 000 chevaux, il aurait été capable de transporter jusqu'à 800 soldats. Le projet ne fut pas retenu. L'avion et son moteur ne connurent pas de développement ultérieur.



DC-8 Douglas tanker. Vue sur la porte latérale de chargement avant du XKC-132. La présence du technicien, montre les dimensions très importantes de ce projet.

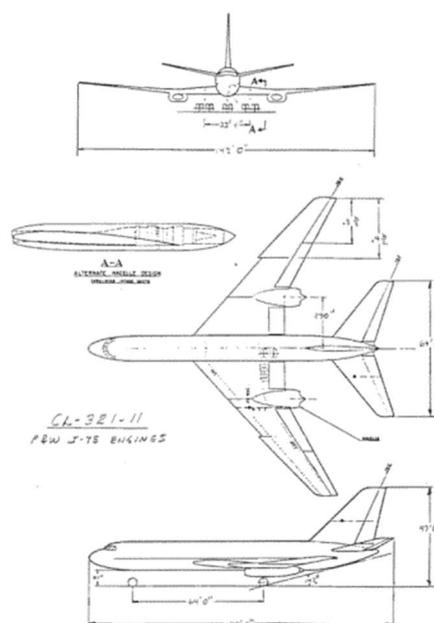
Cette requête ne manque pas d'arriver, dès juin 1952. Elle émane, du secrétaire à l'*Air Force* qui demande aux avionneurs Américains d'étudier la possibilité de concevoir un ravitailleur en vol dont la masse au décollage serait, sans autre spécification plus détaillée, dans la fourchette des 120 tonnes. Tous les

constructeurs : Boeing, Convair, Douglas, Fairchild, Lockheed, et Martin sont invités à participer. Fort de ses travaux préalables, Boeing répond avec le fameux " Dash 80 " qui deviendra le KC-135A puis par filiation, le 707. Douglas propose un avion quadri turbopropulseurs (T-57) de 15 000 chevaux conçus par Pratt & Whitney montés sur une aile en flèche, à la fois ravitailleur en vol, transport de troupes et cargo. Le T-57 est un gros turbopropulseur développé à partir du turboréacteur J-57. C'est une évolution très avancée de son C-124 " Globemaster ". Curieusement, il a le fort désavantage de ne proposer que le système de ravitaillement en vol " probe and drogue " (2) seulement utilisable par les avions de l'US Navy et que l'Air Force rejette... ? Cette caractéristique l'élimine de facto, de la compétition avant même qu'aucune évaluation ne commence. Ce projet, désigné XKC-132, ainsi que son moteur, dont un prototype volera, installé dans le nez d'un C-124, n'auront pas de suite. Seule une maquette échelle un, en bois, du XC-132 est construite. La compétition est ouverte mais c'est Boeing qui vire largement en tête. Son prototype désigné 367-80, surnommé pour toujours " Le Dash 80 ", le seul d'ailleurs qui vole depuis juillet 1954, est propulsé par quatre turboréacteurs à simple flux Pratt & Whitney J-57 dont la poussée unitaire et de l'ordre de cinq tonnes. Le J-57 est le plus puissant réacteur disponible à ce moment aux États-Unis.

Développer plus avant au sujet de cette compétition, qui sans nul doute va accélérer la mise en service des quadriréacteurs dans le monde de l'aviation commerciale serait hors du propos de cet article. Toutefois, aspect peu connu de cette affaire, observons, que le vainqueur de la compétition ne fut pas la proposition de Boeing, mais celle de la société Lockheed avec son projet CL-321 (California Lockheed project 321). Le projet est très ambitieux, trop. Il promet des performances proches de celles du Douglas KC-10 qui n'entrera en service que des années tard. L'USAF qui a bien conscience du challenge et des délais que poseront la réalisation d'un tel avion commande à Boeing, à titre de solution intermédiaire, vingt-neuf ravitailleurs sur sa proposition basée sur le modèle Dash 80 avec, moins d'un mois plus tard, sous la pression du commandant du SAC (Strategic Air Command) une commande supplémentaire pour quatre-vingt-huit autres. En réalité, le budget nécessaire à la réalisation du CL-321 de Lockheed explose, il prend tellement de retard, alors que le temps presse. A Seattle, les premiers bombardiers B-52 de série commencent à sortir de la chaîne de production, que l'USAF abandonne l'initiative de Lockheed, passant une commande de cent-soixante-neuf ravitailleurs supplémentaires à Boeing. Le KC-135A vient de naître et, accessoirement le 707. Le KC-135A sera capable de transférer jusqu'à 118 000 litres de kérosène à 35 000 pieds (10 660 m), deux fois l'altitude du KC-97, dont la capacité de carburant transférable était limitée à 32 500 litres. Le premier KC-135A sort de la chaîne de production de Seattle Renton en aout 1956. En quelques années, huit-cent-vingt exemplaires seront produits ! Le dossier de la sélection d'un ravitailleur en vol à réaction destiné à l'USAF est clos, pour longtemps.



Vue d'artiste du projet tanker CL-321 de Lockheed. Deux options concurrentes existaient. L'une à aile haute, l'autre à aile basse et la position originale, en bord de fuite, des ailes des nacelles doubles pour les réacteurs JT-4 de Pratt & Whitney, les plus puissants disponibles aux USA à l'époque.



Plan trois vues du projet CL-321 de tanker de Lockheed

L'épisode des Convair 880 et 990

Avant de passer au développement du DC-8, citons encore la société Convair, établie à San Diego en Californie. Ses usines, produisent le bombardier géant B-36, lequel restera en service jusqu'à la fin des années 1950. Convair, qui à ce moment commence à étudier et produire les intercepteurs Mach 2 à aile delta F-102 " Delta Dagger " et F-106 " Delta Dart " se familiarise avec les avions à réaction et les hautes vitesses. Bien qu'essentiellement orienté vers les fabrications militaires, Convair maintient une activité civile essentiellement centrée sur la famille, très réussie, du bimoteur, à court rayon d'action, à moteurs à pistons CV-240. Au cours de sa carrière, le CV-240 ne cesse d'évoluer vers des modèles de plus en plus performants 340, 440 puis la série des 500 et 600 à turbopropulseurs Rolls-Royce " Dart ". Plus de mille exemplaires de cette famille seront produits, pour de nombreuses compagnies aériennes et l'USAF qui l'utilise dans diverses fonctions et comme avion-cargo. Il sert aussi à la formation en vols des équipages de transport. Des licences de fabrication sont cédées à Canadair. Avec beaucoup de retard, Convair s'invite dans la compétition du quadrimoteur de transport commercial. Ce sont les Convair 880 puis 990. Leur retard est tel que, pour se différencier, ils se veulent plus rapides et plus confortables que les 707 et DC-8, mais ils sont aussi plus petits et plus gourmands en carburant. Simultanément, Convair qui travaille sur un projet d'un bombardier Mach 2 quadrimoteur à aile delta désigné B-58 " *Hulster* " motorisé par des moteurs avec post combustion J-79, établit des liens avec General Electric, également largement absent du marché des avions civils, mais qui fabrique le J-79.

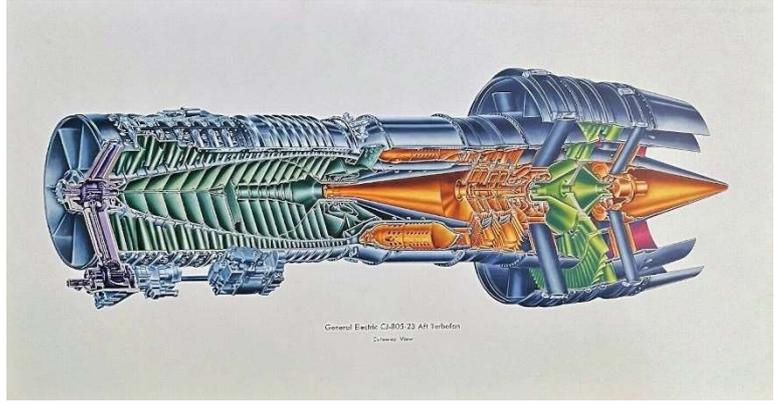
Le bureau d'études de Convair suggère à General Electric de proposer un moteur pour son projet d'avion commercial. Ce sera le CJ-805 (7,2 tonnes de poussée pour le modèle le plus puissant -23B) directement dérivé du J-79, qui avec la post combustion, propulse également l'intercepteur Lockheed F-104 " *Starfighter* ". Le CJ-805 est un moteur à double flux (3), simple corps dont les premiers étages des aubes du stator du compresseur sont à calage variable. C'est le premier double flux, taux de dilution 1,5 pour le type -21, conçu aux USA à entrer en service. Le mythique Pratt & Whitney JT-3D ne sera disponible qu'en 1960. Le CJ-805 est original. La soufflante, prenant la place de la postcombustion, est positionnée à l'arrière, juste derrière les trois étages de la turbine à haute pression, d'où sa désignation " *Rear fan* ". Autre caractéristique inusitée, chaque aube de la soufflante, à un seul étage, et celle de la turbine basse pression, également à un seul étage, forment la même pièce désignée " *bucket* " aussi surnommée " *double deck blade* ". La zone périphérique, suivie d'un étage statique formant une grille directrice de sortie, constituent la partie soufflante. Propulsé par quatre turboréacteurs General Electric CJ-805, le prototype du modèle 880 effectue son premier vol en janvier 1959. Sept mois plus tard que le prototype du DC-8A qui décolle, pour la première fois, en mai 1958, et surtout deux mois après l'entrée en service du premier Boeing 707, octobre 1958 chez Pan American.

Les avions de Convair qui se veulent plus rapides et plus confortables, sont aussi les plus gourmands en carburant. Ils n'intéressent guère les compagnies aériennes. Peu, environ cent-vingt au total, trouveront des clients, même pour le modèle 990, version agrandie du 880, qui vole pour la première fois en janvier 1961. Les compagnies aériennes ne sont pas prêtes à échanger vitesse supérieure, environ 50 km/h, confort et rayon d'action contre un nombre de passagers notoirement inférieur. Le Convair 880, dans sa configuration cinq sièges de front est limité à 110 passagers (121 en classe unique pour le 990) alors que le 707 et le DC-8 sont capables, en configuration, haute densité, avec six sièges de front à environ 180. Ces avions, après quelques modifications au design initial, sont techniquement un grand succès, même si à l'entrée en service, ils sont fortement demandeur en activités de maintenance. L'échec commercial, et le gouffre financier qui s'en suit génère une perte supérieure à 400 millions de dollars, marquant la fin de la société Convair qui sera démantelée. L'échec des ventes de l'avion est aussi celui de son motoriste. General Electric, qui a supporté son moteur " jusqu'au bout ", apprend beaucoup de cette entrée en service difficile. Le J-79, initialement conçu pour satisfaire aux besoins d'applications militaires, en réalité beaucoup moins denses que celles des compagnies aériennes civiles n'est pas suffisamment durable pour voler tous les jours, accumulant quelques 3000 heures de vol par an. Il doit faire l'objet de modifications, pour le rendre plus durable. Elles seront conçues et appliquées puis ensuite introduites dans les applications militaires du J-79, en faisant l'excellent moteur qu'il est devenu. La technologie des " *bucket* ", souvenons-nous, réalisés sans ordinateur et encore

moins sans les modèles tridimensionnels, et la connaissance des matériaux qui sont maintenant disponibles n'est pas sans souci...



DC-8 Technicien au travail sur un CJ805-3



General Electric GE CJ 805-23 Aft Fan - Ecorché

Tel que Convair, General Electric perd aussi beaucoup d'argent, reconnaissant une perte de l'ordre de 80 millions de dollars. Toutefois, ses dirigeants ne manqueront pas de tirer toutes les leçons de cet échec en créant une véritable organisation commerciale constituée de deux secteurs ; l'un pour les ventes, l'analyse du marché, et la gestion des programmes, l'autre constitué d'équipes spécialisées en charge du support après-vente des clients et disposant d'un budget dédié, destiné à faire face aux aléas techniques de mises en service difficiles voire à ceux qui surviendraient plus tard, au cours des opérations. Cette organisation très efficace est toujours en place.

Singulièrement, plus de vingt ans plus tard, l'US Navy rachètera à la FAA un Convair 880 de seconde main. Après modifications, désigné UC-880 "Skylark". Jusqu'en 1980, avant d'être complètement détruit, au cours d'un incident au sol, il est utilisé dans divers rôles dont le ravitaillement en vol "Probe and drogue" pour les avions d'essais de la Navy.

En conclusion de ce chapitre, il n'est pas inutile de mentionner que l'échec commercial cinglant des Convair 880 et 990 n'est pas à attribuer, comme trop souvent rapporté, à leurs moteurs mais aux caractéristiques d'un avion, certes efficace, mais qui ne correspondait pas aux demandes des clients dont certains pourtant les avaient suggérés. Ce ne sera pas la dernière fois... Mais peut-être, n'y avait-il déjà plus la place pour trois avionneurs ?

La série des Douglas DC-8

Les concepteurs du DC-8 souhaitaient que l'aile soit un compromis entre d'une part, préserver ou au moins approcher au plus près, des caractéristiques de manœuvrabilité, en vol et au sol, du DC-7. En particulier les vitesses pendant les phases de décollage et d'atterrissage facilitant la transition des pilotes "des pistons vers les réacteurs", facteurs qui en maintenant le même niveau de sécurité des vols, réduiront les coûts de formation. Sur ce point, les efforts du bureau d'étude se concrétisent. La vitesse en phase d'atterrissage n'est que de 5 nœuds supérieure, celle du décrochage de 4 nœuds. D'autre part, permettre la plus grande vitesse, et rayon d'action sans traînée excessive. L'angle de flèche des ailes du Boeing 707, du B-47 ou du B-52, des références au début des années cinquante, sont tous calés à 35°. Douglas qui n'est pas sans expérience pour avoir assemblé dans ses usines, 274 des 2032 B-47 produits, pense que 35° est trop important. C'est alors qu'apparaît un des premiers profils dit "super critique" que la NACA (National Advisory Committee for Aeronautics), a étudié en soufflerie, lequel avec un angle de seulement 30° permettrait, tout en conservant les caractéristiques voulues aux basses vitesses d'atteindre, sans augmentation de traînée excessive, Mach 0,85. Vitesse que Douglas a garanti à ses clients potentiels. Les profils "super critiques" permettent de conserver l'écoulement laminaire plus longtemps, retardant les effets négatifs sur la traînée que causent les ondes de chocs se produisant le long de l'aile quand le nombre de Mach augmente. En outre les efforts sur la structure de l'aile, à angle de flèche plus faible, étant moindres, un gain de poids bienvenu serait possible. Toutefois, ce n'est encore qu'un profil d'étude, qui n'a été testé qu'en soufflerie, jamais en vol. Dans l'ambiance de compétition exacerbée qui prévaut, ce profil désigné DSMA-128/87 (Douglas Santa Monica Airfoil) est malgré tout choisi.



Douglas DC-8 : ligne de vol de la sortie de la chaîne de production



Douglas EC-24 US Navy

A Long Beach, scène de travail en extérieur. Jusqu'à l'avion No 148, pour rattraper le retard pris sur le Boeing 707, la cadence de production était qualifiée de " frénétique ". Les tâches de modifications aérodynamiques nécessaires à la réduction de la traînée, étaient effectuées en extérieur, sans impact sur la ligne de production.

Le DC-8 au premier plan N800PA est un type -33 baptisé " Clipper flying cloud ". Il est l'un des 19 DC-8 livrés à la Panam le 6 décembre 1961. Il fut revendu à une compagnie Brésilienne Varig le 19 octobre 1962. Immatriculé PP-PEA détruit à la suite d'un accident grave sur l'aéroport International de Monrovia, causant la mort des cinquante-et-un passagers et membres d'équipage à bord et de cinq personnes au sol, le 5 mars 1967. A cause du temps nécessaire, trois à quatre semaines, à l'application de ces modifications, le premier DC-8 pris en compte par la Panam fut le N804PA.

Il va en résulter quelques déconvenues. Dont une importante augmentation de la traînée de l'aile, dès Mach 0,75, plus élevée qu'avec un profil conventionnel ! Cette affaire, en imposant de multiples modifications, qui certes globalement régleront ces inconvénients, mais dont l'exécution pénalisera très lourdement la chaîne de production. Par ailleurs, pendant plusieurs années, pour déficit de performances, Douglas sera contraint, à chaque livraison d'avion, de payer de lourdes pénalités. Il en résulta que la compagnie sera profondément restructurée, et que plusieurs managers y laisseront leur siège ou quitteront la compagnie. Nombreux parmi la direction, sont ceux qui, pour mettre fin au déficit de la branche des avions commerciaux, souhaiteraient arrêter ce programme qui ne fut sauvé que par la détermination du Vice-Président commercial et Donald Douglas Senior qui ne voulaient pas en entendre parler. En février 1960, c'est l'arrivée, du moteur Pratt & Whitney JT-3D, moins gourmand en carburant qui, en rétablissant les performances promises, rétablira la situation.

Prototype, DC-8A et série 10.

Ressortant des archives le projet du quadrimoteur à réaction datant de 1952, c'est le 7 juin 1955, sans aucune commande ou intention d'achat, que Douglas annonce officiellement la mise en chantier du DC-8. Propulsé par des moteurs Pratt & Whitney JT-3C tarés à 11 000 livres (4 990 kg) de poussée, il sera capable de transporter 125 passagers à 6 000 kilomètres. Les coûts de développement, faramineux, sont estimés à 450 millions de dollars. Le premier prototype du DC-8 sort des hangars de l'usine de Long Beach le 9 avril 1958. A 10 heures 10 minutes, le 30 mai, en la présence de 95 000 employés et badauds, immatriculé N8008D, aux mains d'Arnold Heimerdinger chef pilote, de Bill Magruder co-pilote et de Paul Patten ingénieur mécanicien, de bord, il effectue son premier vol. Quatre longues années après le premier vol du Boeing 707 et seulement cinq mois avant son entrée en service effective, octobre de la même année, chez son premier client : Pan American. Il en résulte que la certification FAA du DC-8A, ainsi que de ses évolutions à venir, va se dérouler certes dans un contexte de compétition exacerbé avec Boeing, mais aussi de temps très contraint. Pour gagner du temps, Douglas n'attribue pas moins de dix avions au programme de certification, un record ! La rigoureuse campagne d'essais permet l'introduction d'un certain nombre d'ajustements dont la suppression des aérofreins jugés inefficaces, remplacés par le déploiement des inverseurs de poussée en vol, une des caractéristiques du DC-8. L'ajout de bords d'attaque pour augmenter la portance de l'aile aux basses vitesses. Pour réduire la traînée, la reconfiguration du profil aérodynamique du saumon à l'extrémité de l'aile et d'une partie du profil du bord d'attaque. Le profil de l'aile continuera de faire l'objet de nombreuses évolutions, à presque chaque changement de version.



Maquette échelle 1 du projet Douglas DC-8



Douglas DC-8 Premier de série

Cet effort monumental permettra d'obtenir le certificat de navigabilité de la FAA, le 31 août 1959, en juste quinze mois ! Permettant l'entrée en service, dès le 18 septembre. Pour son premier vol, l'avion immatriculé N80008D, est désigné DC-8-A. Messieurs Douglas père et fils sont à bord, il décolle de la piste de Long Beach et atterrit, sans aucun incident, deux heures plus tard, sur la base de l'USAF à Edwards en Californie, où sans délai, il entame la campagne d'essais en vols intensive qui l'attend. Avec un poids maximum au décollage de 120 tonnes, le DC-8A est capable d'emmener 125 passagers jusqu'à 5900 kilomètres. Cette première version du DC-8, plutôt destinée au marché intérieur Américain, est propulsée par quatre moteurs Pratt & Whitney JT-3C-6, à simple flux et double corps (4), avec l'injection d'eau, ils développent 6,1 tonnes de poussée. Incluant le prototype, vingt-neuf exemplaires de ce type, destinés aux deux seuls clients de cette version : Delta et United sont produits. La masse maximale autorisée au décollage est de 123,8 tonnes.

Parti beaucoup plus tard, Douglas a presque refait son retard. Le JT-3C-6, est une version civile, directement dérivée du moteur militaire J-57. Volant sur divers types d'avion dont le chasseur-bombardier North American F-100 " Super Sabre " depuis mai 1953, mais aussi le Boeing 707. Le J-57 qui a atteint une certaine maturité est un moteur à simple flux et double corps.

Au moment de la mise en service de la série 30, les DC-8A et B seront renommés DC-8-10 et DC-8-20. Deux types de la série 10 existent le DC-8-11 et DC-8-12.

Série 20 / DC-8B.

Initialement produite sous la désignation DC-8B, la série -20 est identique à la série -10 mais propulsée par des moteurs Pratt & Whitney JT-4A. Le JT-4A, comme le JT-3C est un moteur à simple flux et double corps, plus puissant que le JT-3C. En substance, c'est une version agrandie du JT-3C où le diamètre de la bride d'entrée d'air passe de 98,6 à 108 centimètres permettant l'augmentation du débit d'air, de 84 à 116 kilogrammes par seconde, donc de la poussée. Le JT-4A-3 utilisé par les DC-8 de la série -20 développe 7,1 tonnes de poussée. Ce qui permet une légère augmentation de la masse maximale autorisée au décollage qui passe à 125,2 tonnes. Trente-quatre avions de la série -20 sortent de la chaîne de Long Beach et une quinzaine de la série -10 seront convertis en -20.

Série 30.

Avec la série -30, commence la possibilité de véritablement utiliser le DC-8 sur des lignes intercontinentales. Certifiée en 1960, au poids maximum au décollage de 136 tonnes, le train d'atterrissage a été renforcé, la quantité de carburant significativement augmentée plus 30%, ainsi que la puissance du moteur JT-4A-9, dont la complexe injection d'eau au décollage a été supprimée et qui produit maintenant 7,5 tonnes de poussée à sec. Trois versions existent -31, -32, -33 qui diffèrent par la puissance du moteur, le poids maximum autorisé au décollage ainsi que quelques renforts et améliorations aérodynamiques mineures. La version la plus lourde, 143 tonnes, -33 reçoit la version la plus puissante du JT-4, le JT-4A-11 qui produit 7,8 tonnes de poussée. A compter du mois de mai 1964, la compagnie Delta, après un accord d'échange de routes avec Pan Am, commence l'exploitation sur son réseau international en direction de Paris et Londres.

Série 40.

Produite à la suggestion de la compagnie Canadienne Trans Pacific Air Lines, avec seulement trente-deux exemplaires, la série des DC-8-40 est la moins populaire. Presque identique à la série -30, seuls les moteurs

Pratt & Whitney JT-3C ont été remplacés par des moteurs d'origine Britannique, le Rolls-Royce " Conway RCo. 12 Mk 509 ". Le Conway est le premier réacteur double flux au monde à avoir volé. Ce moteur n'a pas, à proprement parler de soufflante, mais un compresseur basse pression à sept étages. La séparation des flux se faisant après le compresseur basse pression. Son taux de dilution est de 0,30. Générant moins de fumées et de bruit, il délivre 7,8 tonnes de poussée. Il est aussi moins gourmand en carburant.

Dans le contexte de l'intense compétition avec Boeing, l'un des pilotes d'essais, Bill Magruder, pour démontrer la robustesse du DC-8, a l'idée, d'effectuer un vol au cours duquel, il y aurait, intentionnellement, une phase à vitesse supersonique. Pour convaincre sa direction, Bill Magruder rapporte que le DC-8 certifié jusqu'à Mach 0.95 a volé à plusieurs reprises à Mach 0.97, et que Mach 0.97 ce n'est pas loin de Mach 1, ajoutant que, Boeing ne voulant jamais être " Le second de personne " ils ne surenchéiront pas avec leur 707. Douglas détiendra donc le record du monde de vitesse pour avion de transport commercial quadrimoteur pendant très longtemps. A la suite d'une préparation méticuleuse, ce vol historique est programmé pour le 21 aout 1961. Aux mains de Bill Magruder pilote, Paul Patten copilote, Joseph Tomich mécanicien de bord et Richard Edwards ingénieur d'essais, un DC-8-43 destiné à Trans Pacific Air Lines immatriculé N9604Z, propulsé par des Conway RCo 12, tarés à la poussée de 7,9 tonnes, à Mach 1,01 (1 061 kilomètres/heure), franchi le mur du son pendant environ seize secondes.

Décollant de Long Beach pour Edwards avec une réserve de carburant pour seulement une demie heure de vol. L'intention étant de décoller très léger de façon à atteindre le plus rapidement possible l'altitude de 52 000 pieds (15 850 mètres). En descente, le mur du son est franchi vers 45 000 pieds (13 710 mètres). Le remise en vol horizontal à vitesse subsonique de l'avion vers 35 000 pieds (10 660 mètres) est qualifiée de " terrorisante ". Pendant ce vol le DC-8 est accompagné de deux avions d'escorte, un F-100 " Super Sabre " est un F-104 " Starfighter ". Le F-104 est piloté par le colonel Chuck Yeager, premier pilote à avoir franchi le mur du son. Re-immatriculé CF-CPG dans le registre Canadien et baptisé *Empress of Montreal*, ce DC-8-43 est normalement livré à son client Canadian Pacific Air Lines, le 15 novembre 1961, qui l'utilisera sur son réseau pendant dix-neuf ans. Devenu obsolète, en mai 1981, il est vendu au poids de la ferraille. Tristement, cet avion historique est démantelé par des ferrailleurs sur l'aéroport d'Opa Locka en Floride. Outre l'aspect médiatique de ce vol, la compagnie Douglas et l'équipage de ce DC-8 auront battu trois records du monde pour avions commerciaux de cette masse : la plus grande vitesse et le poids le plus lourd amené à l'altitude la plus élevée. Bill Magruder utilisera cette expérience pour étoffer le manuel d'exploitation en cas de possibles dépassements de la vitesse maximale autorisée, et pendant des conférences au bénéfice des pilotes des compagnies aériennes.

Bill Magruder avait obtenu ses ailes avec l'US Air Force puis son brevet de pilote d'essais à l'école des pilotes d'essais d'Edwards. Avec l'USAF, il pilota divers types d'avions militaires B-57, B-52, F-84 avant de rejoindre Douglas qu'il quitta pour Lockheed où il participa au projet d'avion de transport commercial supersonique L-2000 qui fut abandonné, puis au développement du trimoteur L-1011 " Tristar ". Il est décédé en 1977.



Douglas DC-8-21. Immatriculé dans le registre US N8002U il avait été livré à United le 11 mai 1961 équipé avec moteurs des JT-3C à simple flux. A la fin de sa vie opérationnelle, avec United, Il a été ferrailé par Plymouth Leasing Company le 29 Février 1978.

Pratt & Whitney JT-3D à double flux

Alors que les versions -41 et -42 sont certifiées pour des masses maximales au décollage de 136 et 140 tonnes, la version -43 reprend les bords d'attaque allongés du modèle -33. Elle est certifiée à la masse maximale au décollage de 142 tonnes.

Pour rester dans la course, face à l'amélioration des performances qu'amènent le Conway, Pratt & Whitney réagit aussitôt, proposant le JT-3D à double flux. Avec huit-mille exemplaires produits le couple JT-3D/TF-33 dans sa désignation militaire devient, jusqu'à la mise en service des premiers moteurs à fort taux de dilution la référence en matière de motorisation des quadricoptères commerciaux. Les compagnies aériennes, les Américaines surtout, avec l'annonce du JT-3D ne sont que peu intéressées par la version Conway, préférant le moteur d'origine Américaine. Ainsi se profile la série -50.

Série 50.

La série -50, sûrement la plus commune et la plus élaborée de toutes les séries à "fuselages courts", quatre-vingt-huit exemplaires construits, en outre, quatorze des séries -10 et -30 seront convertis en modèle -50 auxquelles s'ajoutent une cinquantaine de modèle "Trader" et cargo. Le premier -50 vole pour la première fois le 20 décembre 1960. Elle se caractérise par l'installation du premier moteur Américain de Pratt & Whitney à double flux, le légendaire JT-3D. Le taux de dilution du JT-3D est de 1,25. La poussée, selon les versions, s'échelonne de 7,5 à 8,4 tonnes. Si, comparée aux moteurs précédents la technologie évolue en fait assez peu, la consommation spécifique (masse de carburant consommée par unité de poussée et par heure) est de 0,52 (JT-3D-7) à comparer aux 0,77 du JT-3C. A titre de référence, celle du CFM56-2 avec un taux de dilution de 6 est de l'ordre 0,36. Il n'est pas précisé si la lettre D, est utilisée à titre chronologique ou non, mais dans le jargon des techniciens, le D signifierait "ducted". Le JT-3D est essentiellement un JT-3C auquel a été ajoutée, liée au compresseur basse pression, donc tournant à la même vitesse, une soufflante à deux étages, avec aubes directrices d'entrée. La séparation des flux, se faisant derrière les deux nouveaux étages. Ce moteur plus puissant, la poussée maximale au décollage de la version la plus puissante (JT-3D-7) atteint 8,4 tonnes. Moins gourmand en carburant, un peu moins bruyant, il devient vite immensément populaire, presque neuf mille seront produits. Sous divers appellations, civiles ou militaires, on le retrouvera sur le B-52, le C-141, et les Boeing 707 et KC-135E. L'installation de ce nouveau moteur a nécessité la modification des pylônes ainsi qu'une nouvelle nacelle qui doit maintenant canaliser l'éjection du flux froid. Le JT-3D-1 du premier vol développe 7,6 tonnes de poussée. Il existe cinq versions du DC-8-50, -52, -53, -54 et -55. Elles se caractérisent par des masses maximums autorisées au décollage et des rayons d'action différents, de 8700 à 11 000 kilomètres pour le rayon d'action et de 143 à 147 tonnes pour la masse maximum autorisée au décollage.

Évolution de la série -50, le DC-8 "Jet Trader" est une configuration qui associe simultanément cargo et passagers. Aujourd'hui appelés "Combi" ces avions disposent, avec un plancher renforcé, d'une large porte cargo située du côté gauche à l'avant du fuselage et d'une cloison renforcée ajustable qui permet de diviser le fuselage en deux zones. La zone réservée aux passagers est située à l'arrière de la cloison, celle réservée au fret à l'avant. La cloison ajustable permettant de moduler les espaces. Difficiles à optimiser et quelque peu compliquée à utiliser, avec l'arrivée des avions à fuselage large, qui offrent de bonnes capacités en "cargo de soute", cette option hybride a pratiquement disparue. Seulement offerte sur quelques Boeing 747, dont la production a maintenant cessé.



Douglas DC-8-40



Douglas DC-8-63

La série -60 et -70.

Avant d'aborder la série -70, arrêtons-nous un instant sur la série -60, dont elle dérive directement. Constituée " en mécano " la série -60 comporte trois modèles très proches techniquement mais significativement différents en termes de performance.

La naissance des versions allongées du DC-8, la -62 en particulier, est un vrai roman " à l'Américaine ". En 1964, la compagnie SAS souhaite remplacer ses Caravelle ainsi que ses DC-8 de première génération qu'elle apprécie beaucoup par " un meilleur avion " qui serait capable de relier sans escale et à pleine charge Copenhague à Los Angeles. Boeing propose le 707-320 et le 727-100 qui vole depuis un an. A ce moment, Douglas n'a pas véritablement d'option crédible à proposer. C'est alors que pendant une visite au siège de Scandinavian Airlines ou SAS à Stockholm, le directeur des ventes accompagné d'un ingénieur commercial, un soir dans une chambre d'hôtel, sans en référer à la direction, dessinent ce qui va devenir le modèle -62. Sur la base du -50, ils ajoutent un mètre cinquante à l'envergure de l'aile et deux tronçons d'un mètre vingt de chaque côté de l'aile. Avec des nacelles à l'aérodynamique améliorée, ainsi modifié, le nouveau DC-8 sera capable, satisfaisant les nécessités de SAS, d'emporter 190 passagers sur 6 000 kilomètres. Ils rentrent avec un bon de commande pour quatre avions. Évidemment, ils se font copieusement sermonner d'avoir signé un contrat de vente pour ce nouvel avion avec seulement quatre commandes. Toutefois, en avril 1965, Douglas lance la série des " Super DC-8 ". Finalement leur démarche s'avère très positive. En 1972, à l'arrêt de la chaîne de production, du DC-8, deux-cent-soixante-huit de la série -60 seront remis à leurs clients. C'est pratiquement la moitié de tous les DC-8 produits.

D'abord le -61 ou " Super DC-8 série 61 ". Le -61, plutôt destiné au marché transcontinental Américain, " coast to coast " reprend l'aile du -55 dont l'envergure est de 43,40 mètres. Le fuselage, est celui du -55 dont la structure renforcée est rallongée de deux tronçons. Positionnés de part et d'autre de l'aile, 6,10 mètres à l'avant et 5,10 mètres à l'arrière, faisant passer la longueur totale à 57,10 mètres. Si comparées à celles du -55, ces modifications augmentent largement le nombre de passagers, jusqu'à 259 en classe unique haute densité, elles réduisent quelque peu le rayon d'action, si on le compare à celui du -55. Il reste cependant suffisant pour servir le marché Nord-Américain. Nous noterons que la garde au sol, distance entre le dessous du fuselage, au niveau de la dérive, et la piste du -55 était suffisante pour permettre cet allongement.

L'option, allongement du fuselage, pour cause de garde au sol plus faible, est relativement limitée dans le cas du Boeing 707. Il en résulta que la longueur de son fuselage évoluera très peu, moins de deux mètres cinquante, au cours de sa carrière. Limitation qui fera peut-être à moyen terme, le bonheur de Boeing...? Le modèle -63, ultime version de la famille, conserve la même longueur de fuselage que le -61 mais les ailes font l'objet d'améliorations aérodynamiques, dont l'agrandissement de l'envergure, portée à 45,20 mètres. Les réservoirs sont agrandis, augmentant la quantité de carburant de 4%. Le rayon d'action maximum publié est de 7 400 kilomètres contre 5 900 pour le -61. La construction du -62, optimisé pour les missions à très long rayon d'action, est un mix. Comme proposé par l'équipe de vente à SAS, elle reprend les ailes du -63, et le fuselage du -55 auquel deux tronçons d'un mètre sont ajoutés de chaque côté de l'aile. Sa longueur est de 47,98 mètres. Pour une meilleure aérodynamique, les nacelles sont redessinées. C'est l'apparition des fameux " Long ducts " où les flux d'air, chaud et froid sortent ensemble mélangés à l'arrière des réacteurs, par opposition aux " Short ducts " originaux dans lesquelles, le flux d'air froid s'échappe seul à l'avant, juste derrière la soufflante. Outre la réduction de la traînée, cette configuration apporte une légère atténuation du bruit. Si la capacité des réservoirs de carburant reste la même que celle du -63, le poids maximum autorisé au décollage est porté, à 152 tonnes. Avec 189, nombre maximum de passagers autorisé, le rayon d'action atteint 9 600 kilomètres. Les modèles -61 et 63 sont les plus long de toute la famille DC-8. Avant la mise en service des premiers Boeing 747-100 c'est également eux qui emportent le plus grand nombre de passagers. Sur demande des clients, une porte cargo latérale peut-être installée, sur tous les DC-8 de la série 60, qui deviennent alors 61 CF, 62 CF et 63 CF.



Douglas DC-8-71 Intégrateur UPS porte cargo latérale ouverte Les DC-8-71F et 73F étaient capables d'emporter jusqu'à 18 palettes du format standard. Ce DC-8 est sorti de la chaîne de production en 1968. Il a été retiré du service le 30 mars 2010.



Douglas DC-8-72 Samaritain purse. Cet ex -62 produit en 1969 avait été pris en compte par United, puis vendu à Air Jamaica. Acheté en 1982 par CAMMACORP, c'est le premier DC-8-62 transformé en DC-8-72, il servi d'avion hôpital au service de la famille royale saoudienne avant d'avoir été acheté par la société de charité Samaritan's Purse. Avec toutes les précautions nécessaires, il serait le dernier des DC-8 de la série 70 encore en service.

Le 556^{ème}, et dernier DC-8, un modèle -63, est remis à son client SAS le 13 Mai 1972. Avec l'arrêt de l'utilisation des DC-8 pour le transport de passagers, cette porte cargo fera le bonheur des "intégrateurs" (6) qui les rachèteront tous pour le transport de colis. Nous verrons même leurs représentants faire le tour des aéroports pour acheter ces portes et les systèmes hydrauliques associés de commande ainsi que les éléments de renfort de la structure du plancher nécessaires, à prélever sur des avions de la série -50 retirés du service.

Première application commerciale du moteur CFM56 (CFM56-2C), le quadriréacteur Douglas DC-8, la série -70 en particulier, tient une place très spéciale dans l'histoire de CFMI. En novembre 1971, Messieurs René Ravaud et Gerhard Neumann conviennent de développer un moteur à double flux de la classe des dix tonnes de poussée. En mai 1973, les Présidents Nixon et Pompidou lèvent les blocages politiques qui empêchaient la réalisation du projet. L'année suivante, 1974 est marquante avec, le 20 juin, sur le site de General Electric Aircraft Engines d'Evendale, banlieue de Cincinnati, le premier démarrage d'un CFM56 au banc d'essais et en septembre la création, sur des bases simples, mais qui vont se relever pérennes, de la société conjointe GE/SNECMA CFM International. Le moteur vole pour la première fois le 16 février 1977, aux États-Unis en position une du premier prototype du Douglas YC-15. Un mois plus tard, le 17 mars, c'est en France, depuis Bordeaux, sur la Caravelle banc d'essais volant de la Snecma. Les deux partenaires déposent leurs demandes de certification simultanément à la DGAC (l'EASA n'existe pas encore) et à la FAA, en août 1975, la double certification est obtenue le 8 novembre 1979. Avec ce document, le CFM56-2 est déclaré "Bon de vol", il n'attend plus que son premier client. Les DC-8 de la série -60 sont de "Très bons avions", ils méritent certainement une meilleure motorisation. Les compagnies qui les utilisent, les apprécient beaucoup d'autant que très robustes, ils ont du potentiel. C'est alors qu'arrivent les normes de bruit plus restrictives. En l'absence d'une véritable concurrence, leur remplacement s'avère compliqué. Le Boeing 767, vole pour la première fois le 26 septembre 1981, le 757 le 19 février 1982. Certes, l'Airbus A300, qui a effectué son premier vol en 1972 et vole excellemment en ligne chez Air France depuis 1974, mais qui "n'est pas américain", tarde à convaincre les compagnies aériennes des États-Unis. Le consortium Airbus Industries a encore beaucoup de chemin à parcourir...

Dès la fin des années 60, faisant écho aux plaintes des riverains des grands aéroports qui se plaignent et souvent manifestent contre les bruits de survols, nous n'en sommes pas encore aux émissions polluantes... L'administration US publie le "National Environmental Policy Act", première règle visant à réduire les bruits de survols puis en 1976, la "Noise Abatement Policy". Aux USA, l'affaire s'exacerbe à partir de 1978, avec l'apparition du "Deregulation Act" qui en favorisant l'augmentation du trafic augmente la densité des bruits de survols. La FAA réagit étudiant la mise en place de normes de bruit d'ailleurs particulièrement difficiles à établir. Ce dossier, multi-facettes est très complexe, retenons simplement que la FAA va imposer, par étapes

" Stage ", à des dates déterminées, aux compagnies aériennes régulières ainsi qu'à celles effectuant des transports à la demande de réduire le bruit de leurs avions, faute de quoi ces avions feront l'objet de limitations voire d'interdiction d'atterrissage sur des aéroports, qui fatalement, deviendront de plus en plus nombreux. En parallèle, les constructeurs devront produire des avions moins bruyants. En absence de réglementation, certains aéroports avaient déjà pris des mesures restrictives, dont des procédures de couvre feux et de réduction de la puissance en début de la phase de montée. A l'époque, le petit monde de l'aviation commerciale, la règle ne s'applique pas aux avions utilisés par les forces armées, parle " d'avions Stage X ". En l'absence de normes et des technologies nécessaires, qui restent à développer, presque tous ceux, notamment les réacteurs, qui volent en 1969 correspondent à la norme Stage 1, la moins voire non contraignante. En l'état, les DC-8 sont clairement identifiés dans la catégorie des Stage 1. La norme Stage 2 s'appliquera aux avions construits entre 1969 et 1975. La Stage 3 à ceux mis en service après 1975. Ces normes ne cessent de se durcir. Ainsi, en décembre 2004, une NPRM (5) est émise, proposant ce que pourraient être les termes d'une Stage 4, plus restrictive. La norme Stage 5 est applicable depuis le 31 décembre 2020. La réglementation rend évidemment possible de modifier les avions de Stage 1 existants pour, si cela est techniquement possible, les faire évoluer vers une norme plus élevée. A compter du 31 décembre 1999, les Stage 2 de plus de 35 tonnes ne seront plus acceptés sur les aéroports des États-Unis. Des dispositions similaires se multiplient presque partout dans le monde. Globalement les diverses autorités locales vont appliquer les critères de la FAA, ce qui aura au moins le mérite de standardiser cette règle.

Simultanément, dès 1977, d'anciens ingénieurs et techniciens de la compagnie Douglas, fondent la société CAMMA Corp. (Cammacorp) qui se propose d'étudier les options de remotorisation du DC-8 de façon à lui redonner quelques années de vie. Des conversations démarrent aussitôt avec General Electric. La route vers le CFM56-2C est ouverte mais elle va être longue. En effet, plusieurs options sont possibles. La première, ferrailer ces excellents avions, au moment de l'entrée en vigueur de la norme Stage 2. Imposant aux opérateurs de très lourds investissements pour les remplacer. La seconde installer des dispositifs d'atténuation du bruit des réacteurs, désignés " Hush kit ". Beaucoup de compagnies opteront pour les DC-8 et autres 707 en particulier, pour cette option, moins onéreuse que le remplacement des réacteurs, mais qui en alourdissant les avions pénalise leurs performances et, à l'expérience, vont imposer des heures de maintenance additionnelles. En outre, cette option, aux effets insuffisants pour satisfaire aux critères de la Stage 3 montre vite ses limites. Ultime possibilité, remplacer les moteurs. Dans le cas du DC-8, il y aurait potentiellement deux options. La première, le Pratt & Whitney JT-8D-200, qui est une version dérivée d'un moteur très populaire le JT8D-15 ou -17 que l'on trouve sur les Boeing 727, 737, Douglas DC-9, le Dassault Mercure et sur les derniers modèles de la Sud Aviation Caravelle. Le modèle D-200 vole depuis 1979 sur les McDonnell Douglas de la série MD-80. C'est selon le jargon de l'époque, un " Re-fan engine " où la soufflante du JT8D-15 a été agrandie, de 1010 à 1250 millimètres, le taux de dilution s'en trouve augmenté passant de 0,96/1 à 1,78/1, ce qui mécaniquement réduit le bruit et la consommation de carburant, qui est de 0,511 kg/dan/h (celle du CFM56-2 est de 0,362), associée à une augmentation de la poussée qui passe de 7,6 tonnes (-17) à 8,5 (D-209). C'est évidemment l'option proposée par Pratt & Whitney, d'autant que Douglas, initialement peu intéressé par le projet, change brutalement d'attitude, et commence à communiquer avec les clients du DC-8 pour une remotorisation avec le modèle JT8D-209 taré à 8,5 tonnes. Pour cause de grandes similitudes avec le JT-3D, l'opération serait assez simple. Pratt & Whitney propose même de gérer toute l'opération de remotorisation. La seconde option est celle du CFM56-2C, qui si elle présente de bien meilleurs niveaux de bruit que le JT-8D-200, de consommation carburant, avec une augmentation significative des performances, notamment en terme de rayon d'action mais qui toutefois impose des tâches d'engineering plus importantes est aussi la plus onéreuse. Facilitant la démarche des équipes de CFMI, si cette option est retenue, CAMMACORP se chargera des études d'engineering, nécessaires à l'installation du CFM56-2C sur le DC-8, de faire produire les kits modification, et de sa commercialisation. Dans le cas de l'option CFM56-2C, il serait possible, en option, de replacer le système du conditionnement d'air à base de fréon, lourd en poids et en maintenance par un système à turbo refroidisseurs " pack " et d'installer une turbine de puissance (APU) pour une meilleure autonomie des avions. Confiants quant 'à l'avenir du DC-8, presque toutes les compagnies optant pour la remotorisation choisiront, malgré le budget additionnel, d'incorporer ces deux modifications, voire même pour certaines de moderniser la planche de bord.



Douglas DC-8-62 Sarigue 1



Douglas DC-8-72 : planche de bord

Pour cause d'amortissement des coûts, une seule option de remotorisation est envisageable. Il en résulte que l'affaire ne peut être menée que conjointement avec les plus grands utilisateurs potentiels. Parmi eux, Flying Tiger, Delta et United, également importants utilisateurs du JT-8D-200 et qui pour cause de communauté avec les moteurs en service dans leurs flottes, préfèrent l'option JT-8D-200. Alors que Flying Tiger qui opère uniquement des avions cargo, qui volent surtout la nuit, craignant d'avoir à procéder à des procédures de diminution de bruit, même avec le JT-8D-200, se matérialisant par une réduction de la poussée au début de la phase de montée, préfère le CFM56-2C... C'est United, en la personne de Monsieur Neil Armstrong, le premier homme à avoir mis le pied sur la lune, qui percevant le potentiel du CFM56, fait basculer la décision en faveur du CFM56-2C. Au-delà d'être un pilote remarquable, Neil Armstrong est aussi un brillant ingénieur et professeur. A partir de 1979, nommé membre du comité des directeurs d'United, c'est lui qui dirige l'équipe en charge d'évaluer la meilleure option de remotorisation des DC-8. A la fin de sa carrière d'astronaute de 1971 à 1979, Monsieur Neil Armstrong était professeur d'engineering à l'université de Cincinnati...



Après 54 ans d'utilisation, le Douglas DC-8 appartenant à la Nasa (National Aeronautics and Space Administration) a été retiré du service en janvier 2023. Livré à la compagnie aérienne Alitalia en 1969, l'appareil a volé ensuite avec Braniff de 1979 à 1986. Après remotorisation il devient un DC-8-72. Acquis par la Nasa partir de février 1986, sous l'immatriculation N817NA, il sert de laboratoire scientifique volant pour des expériences scientifiques.

C'est ainsi qu'en mai 1979, Monsieur McGowan, président de la CAMMACORP, annonce, qu'avec une commande pour soixante-dix-huit avions, prise par sept compagnies clientes, (United - Delta - Air Canada - Flying Tigers - German Cargo Services - Armée de l'Air Française - Transamerica) le programme du DC-8 Super 70 est lancé. C'est United qui signe le premier contrat pour vingt-neuf avions, immédiatement suivi par Delta pour treize, et Flying Tiger, dix-huit. Au total cinq-cent-vingt-cinq moteurs CFM56-2C sont produits pour supporter la remotorisation et les opérations de cent-dix avions qui serviront leurs clients pendant encore plus de quarante ans. Delta, utilisera ces DC-8/CFM56-2C pendant dix ans, retirant le dernier, un modèle -71 en mai 1989. Ces avions sont aussitôt rachetés par des intégrateurs. Devant leur soif pour le DC-8-70 certains les avaient déjà achetés puis reloués aux compagnies de transport de passagers en attendant leur retrait. Ils continueront à sillonner les cieux de monde. UPS dont la flotte compta jusqu'à quarante-quatre unités retire son dernier DC-8CF, le 11 mai 2009 après un ultime atterrissage sur son aéroport d'opération principal, à Louisville International (Kentucky). Soit juste trente ans après le lancement du projet. En mai 2020, quarante et un ans après l'annonce de Monsieur McGowan, les CFM56-2C avaient

accumulé 16 348 980 d'heures de vols en 6 927 353 cycles ! Nous terminerons en ajoutant que le DC-8-72 de la CAMMACORP a longtemps détenu un quatrième record du monde pour avion de ligne sans ravitaillement en vol ni addition de réservoir de carburant supplémentaire. Celui de la plus longue distance 8300 miles nautiques entre Le Caire et Los Angeles réalisé en treize heures et quarante-six minutes le 29 mars 1985.

Remarquable, pour un avion qui vola pour la première fois en 1958 alors qu'après cinq ans de démarches commerciales intenses mais infructueuses, les partenaires de CFMI étaient à quelques jours d'archiver les plans et dossiers du CFM56 dans des cartons...

(1) Cinq " Major US ". Les cinq majors US reconnues à la fin des années 50 étaient : Delta Airlines, Eastern, Pan American Airlines, TWA (Trans World Airlines), United Airlines.

(2) Ravitaillement en vol. Il existe deux procédures " probe and drogue " et " rigide ". Dans le cas du " probe and drogue ", le ravitailleur déroule un long tuyau souple au bout duquel se trouve un panier en forme de cône et constitué d'un faisceau de rayons aérodynamiques. L'avion ravitaillé est équipé d'une perche, fixe ou rétractable, située dans l'angle de vue du pilote qui doit l'engager dans le panier. Dans le cas de la procédure rigide, le ravitailleur dispose d'une perche télescopique rigide équipée de deux surfaces de contrôle que l'opérateur de ravitaillement en vol " boomer " utilise pour positionner l'extrémité de la perche dans une cavité située sur le dos de l'avion receveur. Dans le cas de la procédure " probe and drogue ", c'est le pilote de l'avion receveur qui a la responsabilité de l'engagement. Cette procédure est réservée, mais pas exclusivement, aux avions " maniabes ". Dans le cas de la procédure " rigide ", c'est le " boomer " opérant depuis la cabine du ravitailleur qui en dirigeant, à l'aide des deux surfaces de contrôle, l'extrémité de la perche a la responsabilité de l'engagement. Le pilote de l'avion receveur ayant à maintenir la patrouille avec le tanker et à stabiliser son avion, à l'aide de lampes (Director lights) installées sous le ventre du tanker dans la position adéquate. Cette procédure est typiquement réservée aux avions lourds peu maniabes.

(3) Double flux. Ce dit de turboréacteurs dont le flux d'air est séparé. Le taux de dilution est le rapport entre la masse d'air traversant la soufflante (Flux froid) ne participant pas à la combustion et la masse d'air traversant le générateur de gaz (Flux chaud) participant à la combustion.

Le rendement propulsif est proportionnel à ce rapport. Plus il est élevé, meilleur est le rendement propulsif. A titre d'exemple le taux de dilution de moteurs récents tels que le GE9X est de 1/ 9,9 (Décollage) ou la famille LEAP de 1/11 (LEAP-1A, 1C) ou 1/9 (LEAP-1B) est significativement plus important que celui des moteurs de première génération utilisés par le DC-8.

(4) Double corps. Ce dit de turboréacteurs constitués de deux lignes d'arbre distinctes qui tournent à des vitesses différentes. L'une constitue le rotor basse pression, l'autre le rotor haute pression.

(5) NPRM (Notice of Proposed Rulemaking). La NPRM est un processus légal aux USA par lequel une agence fédérale qui se propose d'émettre, ou d'amender une règle existante, édite un doucement préalable mis à la disposition du grand public pour commentaires.

(6) Quatre transporteurs internationaux (deux groupes européens DHL et TNT Group et deux groupes américains, United Parcel Services (UPS) et FedEx), à l'origine spécialisés dans le fret express, ont été appelés intégrateurs parce qu'ils possèdent beaucoup de moyens en propre (avions, camions, réseaux d'agences, " hubs "...).



Sources :

Documents d'archives Boeing/Douglas. Encyclopédie James de l'aviation. Memento du motoriste Snecma. GE Aviation engines handbook. Photographies sources internet.

Le Dassault Mirage III C n° 21

"Un bel avion est un avion qui vole bien "

Marcel Dassault

Mirage III C

Pièce maitresse de la collection du musée Saint-Chamas, le Dassault Mirage III C n° 21 est un intercepteur monoplace tous temps conçu par le constructeur aéronautique français à la fin des années 1950. L'expression tous temps signifiant qu'il est capable d'opérer de jour comme de nuit, en ciel clair comme dans les nuages. C'est le premier avion de combat de conception européenne capable de dépasser une vitesse de Mach 2 en vol horizontal à haute altitude et Mach 1 au niveau de la mer. Le Mirage III a été conçu à une époque où l'on recherchait avant tout la vitesse et les hautes performances. En témoignent ses records de vitesse en circuit fermé établis entre 1958 et 1963 dans la catégorie 100 km. C'est aussi avec cet appareil que s'applique pour la première fois en France, le concept de système d'armes. Il permet l'interception et le tir manuel ou automatique de missiles air-air contre un hostile, et l'utilisation d'armement conventionnel en mission air-sol.

Le Mirage III a donné lieu à de nombreuses variantes et a rencontré un succès notable à l'étranger avec 21 pays utilisateurs et 1 401 exemplaires produits dont près de 950 à l'export, les derniers étant encore en service au Pakistan. La Suisse, l'Australie et la Belgique l'ont construit sous licence et Israël a réalisé localement des avions dérivés du Mirage III (Nesher et Kfir).

Mirage III C, comme "Chasse "

Deux années après sa mise en chantier, le prototype du Mirage III C décolle pour la première fois en octobre 1960. Construit à moins de cent exemplaires (entre octobre 1960 et novembre 1962) pour l'Armée de l'air, d'autres utilisateurs lui donnèrent ses lettres de noblesse, et notamment Israël qui en fit l'un des héros de la guerre des Six Jours de juin 1967. En tout 183 exemplaires de cette variante d'interception du delta furent fabriqués : pour la France avec 95 unités (1961 et 1988), Israël avec 72 appareils (1962 - 1982) et l'Afrique du Sud pour 16 avions en service entre 1963 et 1990.

Progressivement ils sont retirés des effectifs : les derniers Mirage III C français, basés à Djibouti l'étant en juin 1988, soit vingt-sept ans après le premier vol de la machine. Le dernier appareil volera encore au CEV en 1991. Le taux d'attrition du monoréacteur de combat a été relativement élevé : un avion et demi pour 10 000 heures de vol. Ainsi, sur les 95 appareils de l'Armée de l'air, 55 ont été détruits en vol ou accidentés et réformés suite à ces accidents sur une période d'environ 25 ans. Le taux d'attrition pour 10 000 heures de vol avoisinait les 0,92 pour les Mirage III. Avion de records, le Mirage III C n°62, au standard strictement de série, a permis à l'aviatrice française Jacqueline Auriol, le 22 juin 1962, de porter le record international de vitesse féminin sur circuit fermé de 100 km à 1 849 km/h.



Le Mirage III C n° 21 codé 2-EO, sans insigne d'escadrille, équipé d'un nez Cyrano I bis et de réservoirs pendulaires de 1 300 litres (1967)
(© Collection Jacques Guillem)

Première version construite en série, le Mirage III C est équipé d'un radar de tir air-air Cyrano I bis et du réacteur Atar 9B fournissant 4 250 kgp en sec et 6 000 kgp avec postcombustion (PC). Premier avion de combat français dessiné selon la loi des aires il est équipé d'une voilure triangulaire. Son armement comporte, en plus des deux canons de 30 mm, un missile air-air de moyenne portée Matra R-511 jusqu'en 1964 puis R-530, des engins air-sol Nord AS-20 ou 30 ou des bombes, etc.

Les livraisons commencent en juillet 1961 et le premier escadron de chasse, l'EC 1/2 " Cigognes " basé à Dijon-Longvic, est déclaré opérationnel en janvier 1962. Mais dès sa mise en service, l'avion souffre cependant de quelques défauts de jeunesse, au niveau du propulseur - il nécessite l'adjonction d'un circuit de lubrification et d'une régulation de secours -, de l'arbre d'entraînement de la boîte de relais d'accessoires

(la " banane "), et du train d'atterrissage un peu fragile. Tous ces problèmes entraînent plusieurs interdictions de vol temporaires.

En raison de son emploi comme intercepteur tous temps à haute et très haute altitude, il a la possibilité d'utiliser un moteur-fusée SEPR 841 permettant de fournir une puissance supplémentaire de 1 500 kgp pendant 80 secondes. Cette fusée était activée lors de la montée à partir de la tropopause (11 000 mètres), pour les missions d'interception à haute altitude (plus de 15 000 m).

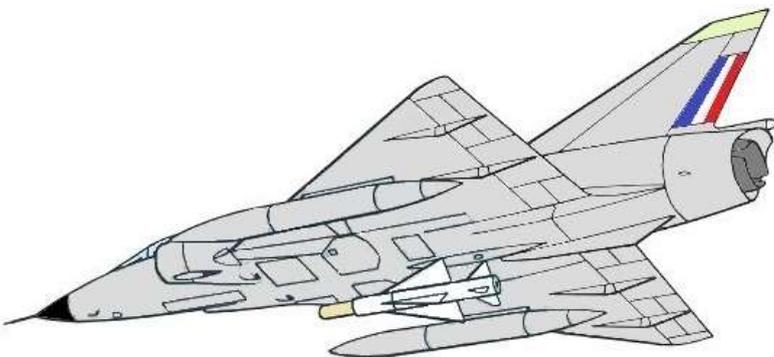
Son utilisation était relativement dangereuse tant à cause des risques d'explosion ou d'incendie que de la nature des combustibles et comburants utilisés (notamment l'acide nitrique). Si la fusée n'était pas montée, ce qui était généralement le cas, l'avion recevait alors une soute arrière contenant 380 litres de carburant.

Description générale. La pointe avant amovible en verre-résine renferme le radar CSF Cyrano I bis d'une portée pratique de 10 à 12 nautiques (18 à 22 km) jusqu'à une altitude de 55 000 ft (16 775 m). Vient ensuite le compartiment pilote pressurisé, équipé d'un siège éjectable Martin-Baker CAM 4, entièrement automatique, capable d'assurer l'éjection du pilote dans une gamme de vitesse comprise entre 170 km/h et Mach 1,5 au-dessus de 10 000 mètres. De construction classique (cadres et longerons), le fuselage obéit à la loi des aires de Whitcomb et présente de ce fait une forme en plan dite en " taille de guêpe ". La verrière s'ouvre en se relevant vers l'arrière. Derrière l'habitacle, et en dessous, se trouve la soute de l'atterrisseur avant et une soute à équipements ventilée et isolée thermiquement. De chaque côté de celle-ci se trouvent des réservoirs à carburant, puis les entrées d'air latérales, pourvues de cônes mobiles, ou " souris ", qui se déplacent suivant une loi liée au nombre de Mach (donc à la vitesse) de manière à fournir au réacteur un débit d'air compatible avec son rendement optimum. Au-dessous des entrées d'air est implanté le châssis amovible des canons DEFA de 30 mm. La partie centrale du fuselage est terminée par le cadre d'attache du longeron principal de voilure.

De forme delta, la voilure est du type caisson multi-longeron renfermant un réservoir souple de carburant de 545 litres dans chaque demi-aile. Chaque demi-aile reçoit à son bord de fuite un élevon externe et un élevon interne pratiquement solidaires l'un de l'autre, un volet interne de profondeur et un aérofrein composé d'un volet d'intrados et un volet d'extrados. Cette voilure présente la particularité d'avoir un bord d'attaque à cambrure conique et un dièdre négatif de 1°. Elle supporte et renferme les atterrisseurs principaux équipés de pneus sans chambre " tubeless " basse pression.

Dans le fuselage, le réacteur Atar 9B est fixé par quatre points d'attache. Il se termine sous la dérive par le logement caréné du parachute-frein cruciforme, situé au-dessus de la sortie de tuyère du réacteur, composé de deux demi-coquilles mobiles.

Pour remplir ses missions, le Mirage III C dispose de cinq points d'attache, deux sous chaque demi-aile et un sous le fuselage. L'armement interne est composé de deux canons DEFA de 30 mm qui tirent à la cadence de 1200 à 1400 coups par minute et disposent d'un magasin de 250 obus chacun pouvant être remplacés par un réservoir de 234 litres de carburant ou par le réservoir de combustible de la fusée dans le cas où celle-ci est utilisée.



Le Mirage III C (© Auteur).

Aile delta greffée sur un fuselage moulé autour de son réacteur Atar 9B.

Caractéristiques

Type : intercepteur monoplace tous temps

Moteur : 1 turboréacteur Snecma Atar 9 B-3 de 4 250 kgp en sec et 6 000 kgp avec PC

Performances : vitesse maximale, Mach 2,1 ; plafond pratique, 17 700 m ; temps de montée à 18 000 mètres, 6 minutes et 10 secondes

Finesse de 7 à 250 kt, en lisse

Masse : à vide, 5 922 kg ; maximale en charge, 11 800 kg.

Dimensions : envergure, 8,22 m ; longueur, 14,73 m ; hauteur, 4,25 m ; surface alaire, 34,85 m².

Armement : deux canons de 30 mm

Engagements. Au cours des années 1960 et 1970, le Mirage III C a été engagé au combat par deux forces aériennes : l'Armée de l'Air israélienne et l'Armée de l'Air sud-africaine. Le Mirage III CJ fut engagé au combat pour la première fois par l'Armée de l'Air Israélienne pendant la guerre des six jours, en juin 1967. Les Mirage israéliens effectuaient plus de douze sorties par jour.

La guerre de Kippour en 1973 vit s'opposer des Mirage israéliens et arabes, ce qui conduisit très rapidement les Israéliens à peindre des triangles orange sur les ailes de leurs avions afin de permettre leur identification immédiate, et d'éviter des confusions tragiques lors des combats aériens.

Entre 1978 et 1982, l'Afrique du Sud a engagé ses Mirage III CZ pendant la Border War avec l'Angola. Les Mirage y ont effectué des missions d'attaque, de supériorité aérienne et de reconnaissance.

Le pilote israélien Giora Epstein, considéré comme l'"as des as" du combat aérien depuis l'avènement de l'avion à réaction, obtint 9 de ses 17 victoires confirmées sur Mirage III CJ.

Notoriété. Le monoréacteur à aile delta a acquis une certaine notoriété avec la publication, au début des années 1960, de la bande dessinée (BD), *Les Aventures de Tanguy et Laverdure*, écrite par Jean-Michel Charlier et dessinée par Albert Uderzo et surtout sa mise en scène dans la série télévisée française, en 39 épisodes de 26 minutes, les "Chevaliers du ciel" diffusée entre 1967 et 1970. Réalisée par François Villiers, les deux acteurs principaux sont Jacques Santi, dans le rôle de Tanguy, et Christian Marin dans celui de Laverdure. Le succès est fracassant. Les treize premiers épisodes sont vendus et diffusés dans quarante-sept pays. Ils sont suivis de vingt-six autres tournés aux quatre coins du monde : Israël, Groenland, Afrique, Amérique du Sud, Polynésie. Une quatrième saison est prévue en 1970, un long métrage pour le cinéma aussi.

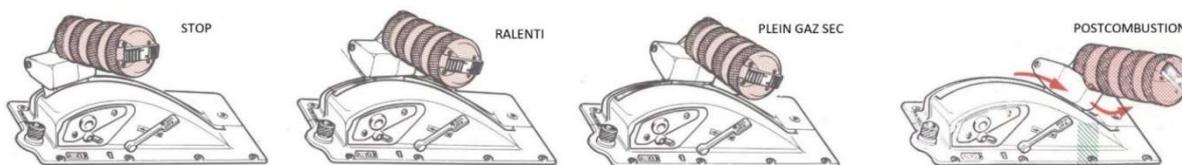


Mirage III C n° 8 codé 2-FB - EC 2/2 " Côte-d'Or " (© RV Aircraft). " Ses lignes sont pures et gracieuses avec sa taille fine et ses deux ouïes prêtent à engouffrer l'atmosphère. " Bertrand Roux

La phase de décollage sur Mirage III C

Avant de rouler vers la piste, le pilote doit s'assurer que le ralenti se stabilise à 2900 tr/min environ. En plein gaz sec, le régime normal est de 8450 tr/min en PC mini ou en PC maxi ; la température en sortie de turbine ou T4, au sol, doit être comprise entre 720 °C et 750 °C et en vol elle ne doit pas dépasser 750 °C. Le roulage se fait manette des gaz légèrement poussée vers l'avant, le contrôle de la direction par à-coups sur le palonnier.

Une fois arrivé au seuil de piste, la procédure de décollage est la suivante. Après accord de la tour pour décollage, le pilote place la manette sur plein gaz sec puis lorsque la T4 > 600° : il crante la charge PC sur mini tout en maintenant les freins enfoncés (pieds appuyés sur la partie supérieure du palonnier). A ce stade, le pilote doit contrôler l'allumage de la PC - lampe rouge, " injection " - puis le pendulage du régime N au tachymètre, le fonctionnement de la PC - lampe jaune, " fonctionnement " -, et enfin l'extinction de la lampe rouge. Puis, il lâche les freins pour un court roulage (quelques mètres). Très vite, et tout en surveillant bien la T4, il doit enclencher la PC pleine charge qui se manifeste par un choc sourd indiquant que son réacteur est à la puissance maximale. Il doit ensuite maintenir son avion dans l'axe de la piste, tout effort trop brusque sur le palonnier est alors à proscrire pour éviter une perte de contrôle. Pendant toute cette durée, la profondeur est au neutre.



Positions de la manette des gaz : stop (0°), Ralenti (10°30'), Plein gaz sec (53°), Maxi postcombustion (90°). La manette reste

en position horizontale dans le secteur gaz sec ; le passage en PC se fait en " cassant " celle-ci de 30° vers le haut.

A 100 kt (180 km/h) débute la traction sur le manche, l'appareil atteint sa vitesse de rotation vers 160 kt (290 km/h), le pilote peut alors cabrer l'appareil de 10°, la roulette de nez quitte le sol. Après environ 800 m de course, l'appareil décolle vers 180 kt (330 km/h) selon la charge et la température.

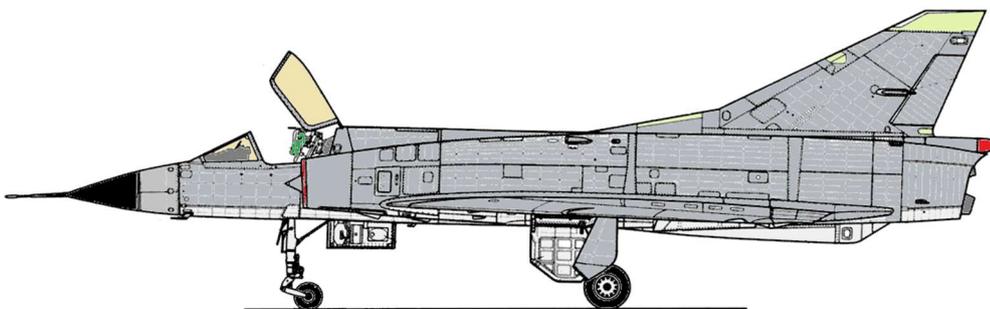
En configuration avion lisse (sans charge extérieure) la préoccupation du pilote est de freiner les roues puis de rentrer le train d'atterrissage avant que la vitesse limite autorisée pour la manœuvre, 240 kt (430 km/h), soit atteinte ; la rentrée du train demandant 7 secondes.

Avec des charges externes (bidons ou armements), la procédure est identique, seule la distance parcourue pendant le décollage est plus importante (environ 1 500 m) toutefois le déjaugeage doit se faire soûplement.

A 300 kt (540 km/h), la PC est coupée pour passer sur plein gaz sec. Globalement, le Mirage III C peut décoller avec une masse comprise entre 8 400 kg et 11 800 kg.

Il existe un troisième type de décollage et qui ne comporte aucune période de stabilisation : le décollage sur alerte ou dans la foulée, réalisé dans le cadre de l'alerte permanente de Défense aérienne 24 heures sur 24 : un Mirage étant d'alerte à 5 minutes, un second le suppléant à 30 minutes. Après appui sur le bouton de démarrage, le moteur est mis en plein régime en entrant sur la piste la PC est immédiatement enclenchée. Généralement, moins de deux minutes après le top départ, les freins sont lâchés.

Le Mirage III C en combat aérien. Si la formule aérodynamique du delta pur présente des avantages certains pour un avion d'interception, elle est plus discutable pour les missions de supériorité aérienne - c'est-à-dire en combat contre d'autres chasseurs - et d'attaque au sol. De plus, elle ne permet pas d'obtenir les vitesses d'atterrissage les plus basses ni les longueurs de roulage les plus courtes. Au cours des conflits qui ont opposé Israël et les pays arabes, en 1967 et 1973, les Mirage III CJ ont dominé les Mig qui leur étaient opposés. L'appareil est très maniable à moyenne et grande vitesse. En mission d'interception les capacités du Mirage III C sont limitées par sa faible autonomie : après une montée franche, l'avion en configuration lisse consomme la plus grande partie de son carburant pour rejoindre l'ennemi. En combat aérien il faut jouer constamment sur la manette des gaz, surveiller son badin et éviter le décrochage du réacteur. En basse altitude même avec les bidons externes le Mirage III C conserve une bonne maniabilité. Toutefois, la voilure en delta pur n'est pas celle qui présente les meilleures performances en virage soutenu, donc en combat aérien.



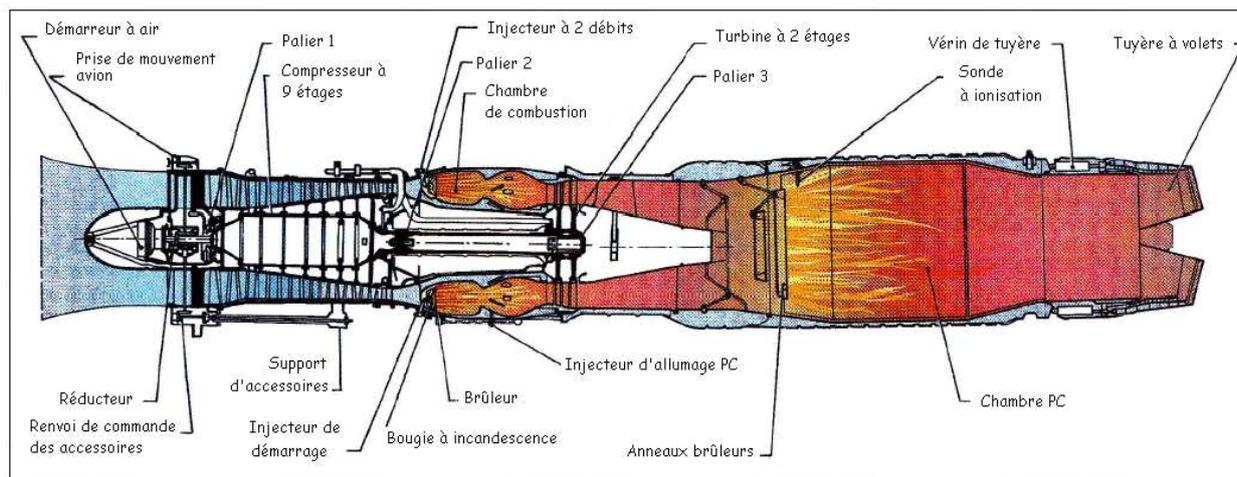
Mirage III C avec sa livrée bleu supériorité aérienne (© Auteur)

Il existe deux causes principales au fait que les performances du Mirage III en virage serré laissent à désirer : l'aile triangulaire engendre une traînée importante aux basses vitesses, et les élévons, situés sur le bord de fuite, braqués vers le haut pour cabrer l'avion, diminuent la portance de l'aile. Le défaut a en partie été résolu par l'adoption de bords d'attaque cambrés et fixes : bien que perdant un peu de temps d'accélération vers mach 2, l'appareil gagne presque 1g en marge de manœuvre, sans dégradation de la vitesse d'évolution. De plus le turboréacteur Snecma Atar 9B n'offre que des poussées limitées (son rapport poussée sur masse est de l'ordre de 4,4). La perte de portance engendrée par le braquage des élévons affecte défavorablement la vitesse et la longueur de roulage à l'atterrissage, et la vitesse d'approche est très élevée (195 kt soit 350 km/h) et la visibilité vers l'avant, lors de l'arrondi, nulle. Pour mémoire, la vitesse de décrochage est de l'ordre des 155 kt soit 310 km/h.

Le réacteur Atar 9B

L'étude du réacteur simple corps simple flux, l'Atar 9, a commencée en 1955. Pour des raisons de normalisation, à partir de 1956, les variantes des Atar sont désignées par des chiffres (8, 9) et non plus par des lettres (de A à G). Cette version supersonique présentait un progrès important dans le développement de

la famille des réacteurs simple corps simple flux. Bien que l'Atar 9 ne soit pas entièrement nouveau, il bénéficiait de perfectionnements importants sur plusieurs composants.



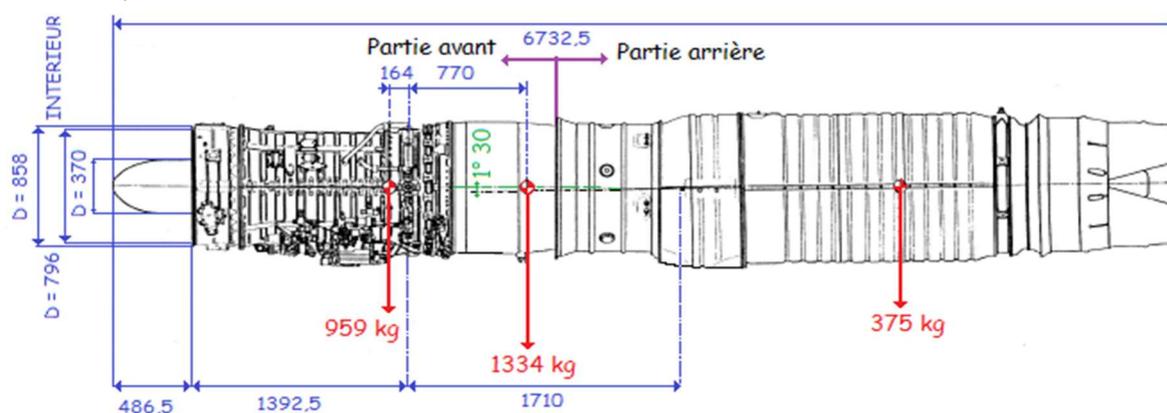
Snecma Atar 9 B3 - Vue côté gauche. Chaque réacteur représente un ensemble de 22 000 pièces environ, de 2 500 numéros différents. Répartition des différents matériaux : acier = 59 %, alliages légers = 11 %, super alliages = 30 %.

Pour un diamètre inchangé (920 mm), le compresseur passait à neuf étages avec un débit de 68 kg/s et un rapport de pression de 5,8. La chambre de combustion comportait, pour l'amélioration de l'homogénéité de la température à la sortie, un étranglement formant diaphragme en amont de la zone de mélange avec l'air secondaire, appelé redan. La turbine possédait deux étages en vue de l'obtention de meilleurs rendements et de plus faibles consommations spécifiques.

Le premier moteur de développement tourna au banc en janvier 1957, donnant une poussée avec rechauffe de 6 000 kg à 8 400 trm/mn. Après des essais d'endurance à des régimes et charges variés, l'Atar 9 effectuait son premier vol sur le quadrimoteur banc volant SE-2060 " Armagnac " n° 08, au mois de novembre 1957. Il sera mis à contribution pendant dix-sept mois jusqu'en avril 1959. L'année 1958 sera la plus intense pour les essais de mise au point du propulseur. En février, débutaient les essais sur le Super Mystère B4-01 ; à partir de mars, ceux menés sur le quadrimoteur SE-161 " Languedoc " n° 83 (jusqu'au mois de décembre) et en mai, le Mirage III A-01, baptisé " Honoré ", effectuait son premier vol. Cinq mois plus tard, en octobre, le monomoteur à voilure delta atteignait la vitesse de Mach 2.

Rejoignant le programme un peu plus tard, le Mirage III A-03 achèvera la mise au point du propulseur supersonique en réalisant 456 vols.

La production en série de l'Atar 9B fut lancée en mai 1959 pour équiper les Mirage III A, III B et III C de l'armée de l'Air, d'Israël et de l'Afrique du Sud : 419 exemplaires seront produits. Le premier prototype du biréacteur Mirage IV qui mènera une longue campagne d'essais en sera équipé entre juin 1959 et février 1963. Avec ce propulseur, le Mirage IV-01 battit deux records internationaux de vitesse en circuit fermé : le premier sur une distance de 1 000 km, le 19 septembre 1960, à la vitesse moyenne de 1 822 km/h, le second sur 500 km, le 23 septembre 1960 avec 1 972 km/h.



Snecma Atar 9 B3 - Coupe longitudinale.

D'une longueur de 6,245 m, le turboréacteur Atar 9B possède trois caractéristiques particulières : une régulation d'approche, un écrêteur de charge et un appauvrisseur de tir.

L'échange moteur sur avion, y compris le point fixe de contrôle, s'effectue en moins de 4 heures avec trois opérateurs. Pour faciliter son montage rapide dans l'avion, l'Atar 9B est légèrement " cassé " de 1°30 à hauteur du canal de postcombustion. Ce concept permettant, après levage, la translation dans le fuselage du réacteur en toute autonomie à l'aide d'un chariot spécifique par l'arrière du fuselage (technique dite du " suppositoire par le croupion ") et dans le plus petit cylindre possible (encombrement maxi 1020 mm), compte tenu de la disposition des équipements et accessoires en partie basse.

Caractéristiques d'emploi de l'Atar 9B			
Régime	Tours/minutes (tr/mn)	Poussée (kg)	Température T4 (°C)
PC maxi	8 450	6 000	720
PC mini	8 450	5 050	720
Plein gaz sec	8 450	4 250	720
Ralenti	2 910	120	-

Le Mirage III C n° 21 du Musée aéronautique et spatial du groupe Safran

Exposé à Villaroche depuis 1989, le Mirage III C n° 21 est l'un des survivants des 95 exemplaires construits pour l'Armée de l'air française et l'un des 13 exemplaires présentés dans les musées hexagonaux. L'appareil est complet (moteur, équipements, etc.). Le n° 21 a eu une longue carrière au sein de l'Armée de l'air (24 ans) puisqu'il est entré en service, en juillet 1961 : sa carrière opérationnelle s'est achevée à Creil-Senlis en juin 1985, et n'a été réformé qu'en mai 1988 après deux années et demie au Centre d'Essais en Vol.

L'appareil exposé. Sorti de l'usine d'assemblage de Bordeaux-Mérignac le 6 juillet 1961, le Mirage III C n° 21 effectue son premier vol de réception puis est livré le même jour au Centre d'Expériences Aériennes Militaires (CEAM) de Mont-de-Marsan. Hormis quelques vols au CEV de Melun-Villaroche, il reste au CEAM jusqu'en septembre 1964 avec l'immatriculation F-SDAP.

Au cours de cette période dans les Landes, il participe à la première phase d'expérimentation du missile air-air Matra R-530 à auto-directeur électromagnétique (EM) sous Mirage III C, du 2 au 28 avril 1962, puis à la première campagne de tirs Air/Air, Air/Sol et engin Matra R-511 à Colomb Béchar, en Algérie, du 2 au 25 mai 1962. Hormis quelques présentations aériennes, il est également utilisé pour terminer la définition des méthodes d'emploi de l'armement et pour assurer la transformation des pilotes français et étrangers.

Au sein des unités de la Défense aérienne il est affecté successivement aux escadrons :

- EC 1/2 " Cigognes " avec le code 2-EK (octobre 1964 à janvier 1967) puis avec le code 2-EO (juillet 1967 à juin 1968),
- EC 2/5 " Ile de France " avec le code 5-OE (juin 1968 à janvier 1969),
- EC 2/10 " Seine " avec le code 10-RA (janvier 1969 à janvier 1974),
- EC 1/10 " Valois " avec le code 10-SC (février 1975 à février 1981),
- EC 2/10 " Seine " avec le code 10-RJ (septembre 1984 à juin 1985).



CEAM



EC 1/2 " Cigognes "



EC 2/5 " Ile de France "



EC 2/10 " Seine "



EC 1/10 " Valois "



EC 1/10 " Valois "

La 10^{ème} escadre de chasse étant dissoute en juin 1985, le n° 21 est transféré au Centre d'Essais en Vol (CEV) en août 1985 sous l'immatriculation F-ZAEE où il est utilisé comme " plastron " - c'est-à-dire employé pour simuler un avion ennemi - pour le réglage des radars et des conduites de tir des versions d'avions de combat plus modernes. L'appareil est réformé le 30 mai 1988 après avoir accumulé 4 707 heures de vol. Cédé au Musée de l'Air et de l'Espace au Bourget, en mars 1989, le Mirage III C est transféré le mois suivant au Musée Aéronautique et Spatial Safran de Melun Villaroche, convoyé par le Capitaine Poulain.

Il a fait l'objet de deux entretiens majeur (EMJ), l'un chez l'avionneur durant le premier semestre 1967 - il totalise alors 1 341 h 35 - et le second pendant toute l'année 1974 à l'AIA de Clermont-Ferrand, mais couplé avec étude de vieillissement et au cours duquel il reçoit la nouvelle peinture type " ciel " ou bleu supériorité aérienne. Cette livrée est appliquée en raison de sa mission à haute altitude.

Le n° 21 a connu également deux périodes de stockage à l'Entrepôt l'Armée de l'air de Châteaudun (EAA 601) : le premier de longue durée, entre juillet 1981 et septembre 1984, le second de courte durée, entre juin et août 1985. L'opération de stockage consiste à placer l'avion sous une tente anhydre afin d'arrêter son vieillissement et par conséquent de prolonger sa durée de vie.

Le seul incident qu'a connu de l'appareil au cours de sa carrière date de juin 1971 sur la base aérienne de Creil-Senlis : la perte de la roue droite sur la piste à l'atterrissage !



Mirage III C n° 21 Sortie d'usine de Bordeaux-Mérignac avec une fausse pointe radar (Juillet 1961)



Mirage III C n° 21 CEAM (1964). Le numéro de série 21 est porté de part et d'autre du fuselage.



Mirage III C n° 21 2-EK - EC 1/2 " Cigognes " avec 2 réservoirs pendulaires de 625 litres dits " petits bidons "



Mirage III C n° 21 2-EO - EC 1/2 " Cigognes " avec 2 réservoirs pendulaires de 1 300 litres



Mirage III C n° 21 10-RA - EC 2/10 " Seine " en configuration lisse



Mirage III C n° 21 10-SC - EC 1/10 " Valois " avec 2 réservoirs de 500 litres plaqués sous les ailes et dits " supersoniques "



Mirage III C n° 21 10-RJ - EC 2/10 " Seine " avec combinés réservoirs-lance-roquette de 100 litres (JL-100R)



Mirage III C n° 21 au CEV avec deux réservoirs pendulaires de 1 300 litres (1986)

Marques et camouflages. Au cours de sa carrière, l'appareil portera deux livrées : couleur aluminium naturel, entre juillet 1961 et janvier 1975, et une peinture bleu supériorité aérienne, à partir de février 1975. Il sort d'usine sous une livrée aluminium fini naturel, avec le nez noir mat à son extrémité et la désignation calligraphiée de " **Mirage III C** " peinte de part et d'autre du poste de pilotage. Les entrées d'air et l'arrière de l'habitacle sont décorés d'un large filet rouge. De grand format, le numéro de série (21) est porté de chaque côté du fuselage avant d'être remplacé par le code d'identification de l'escadre entièrement peint, en noir. A l'arrière du fuselage, près des écopés de ventilation du compartiment moteur, est apposé le marquage du motoriste " **SNECMA ATAR 9** ".

L'avion conserve les traditionnelles cocardes tricolores à liseré jaune, marques habituelles de nationalité, apposées aux extrémités d'ailes, intrados et extrados, ainsi qu'à l'avant du fuselage. La gouverne de direction est agrémentée du drapeau tricolore usuel avec les marques du constructeur " **AVIONS - M. DASSAULT - Mirage III C N°21**". Selon les époques et les unités on note tour à tour, sur la trappe avant du train, la répétition de la lettre individuelle ou du numéro de série.



Au début des années 1970, la décoration de l'entrée d'air est remplacée par un simple liseré très mince. Progressivement l'appareil perd les bandes tricolores du gouvernail et le code d'identification de l'escadre est déplacé sur le nez. Le numéro de série est alors peint sur la dérive et les marques constructeur sont abandonnées. Le chiffre de l'escadre est évidé et l'inscription calligraphiée de " **Mirage III C** " disparaît du nez, recouverte par le code. Le numéro de série figure alors sur la trappe de train avant. Enfin, la taille des cocardes tricolores à liseré jaune d'un diamètre de 60 cm est réduite à 40 cm.

Tout au long des trois décennies, les insignes d'unité peints de chaque côté de la dérive ne dépassent pas, en dimensions, les 2/3 de celle de la cocarde.

Des marques de servitudes de différentes couleurs (noir, orange, rouge), peintes sur le fuselage et la voilure (délimitations jaune et rouge " **NE PAS MARCHER** ") ainsi qu'un triangle d'éjection rouge, complètent le tout.

En février 1975, le n°21 est le premier Mirage III C peint en bleu supériorité aérienne (gris bleu moyen satiné). Ce changement de camouflage est adapté à l'environnement opérationnel dans lequel évolue l'appareil, à moyenne et haute altitude. Les études menées par l'Armée de l'air démontraient que la couleur bleu rendait l'appareil moins visible dans les airs.

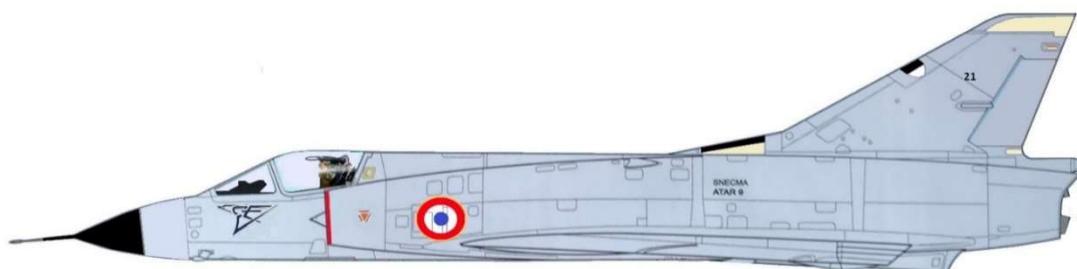
Au début des années 1980, la taille des cocardes tricolores est encore réduite, en passant à 30 cm.



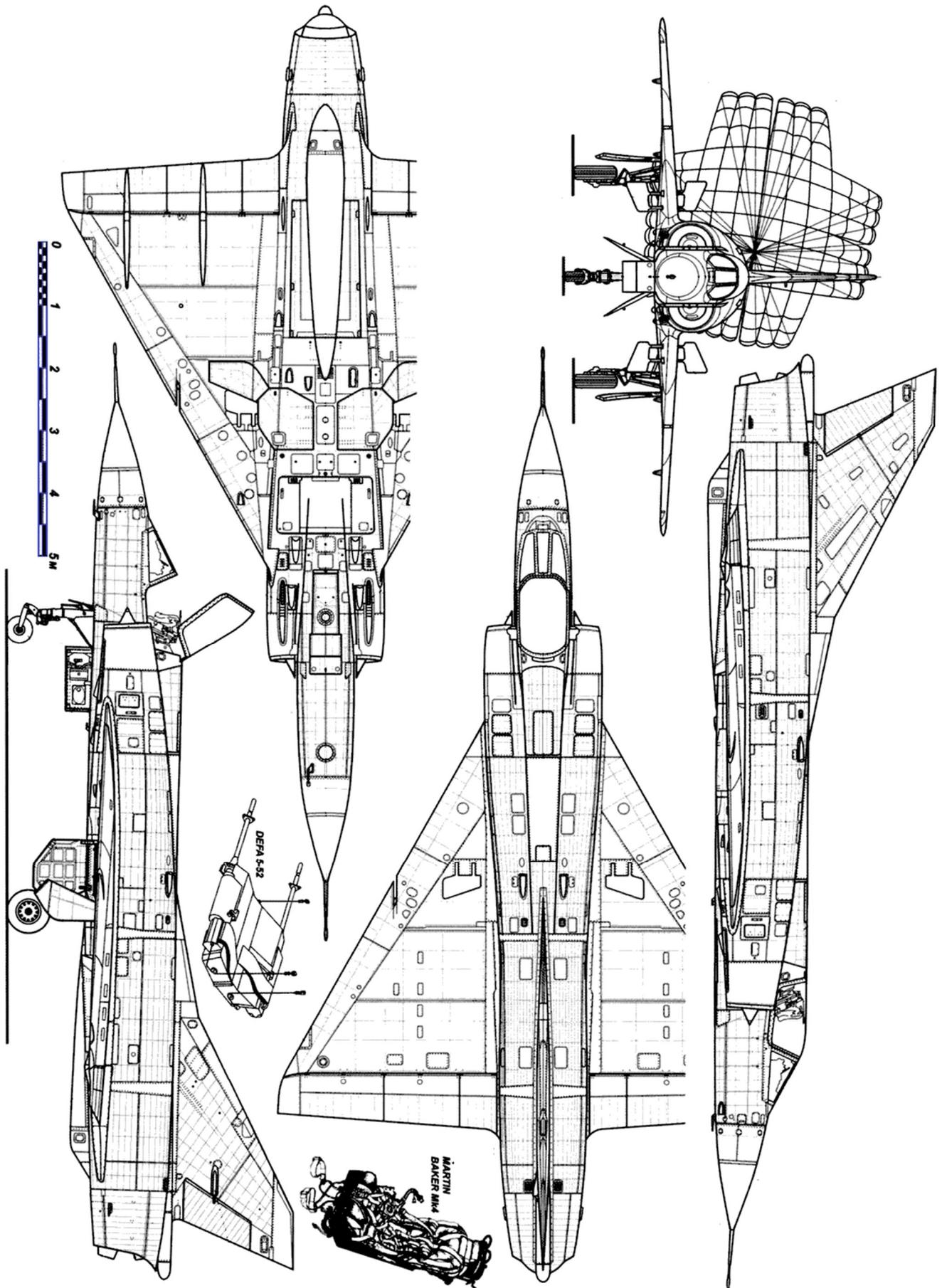
Mirage III C n° 21 au musée Safran (© Auteur)



Mirage III C n° 21 au musée Safran (© Auteur)



Mirage III C n° 21 aux couleurs du CEV (1988) (© Auteur). Adaptée au vol supersonique, la perche anémométrique Chaffois qui mesure les pressions totale (Pt) et statique (Ps) se caractérise par un petit bulbe.



Dassault Mirage III C - Plan trois vues

"Pour moi, le Mirage III possède une ligne pure et il est presque plus beau que le Rafale."

Albert Uderzo

Le tour avion

Chaque visite guidée commence traditionnellement par une description succincte du Mirage III C en faisant un tour complet de l'avion (Walk-around) et s'achève par un amphi cabine.

① Ce qui surprend tout d'abord, c'est la compacité de l'avion - 8 m 22 d'envergure, 14 m 73 de long, 35 m² de surface alaire - et, pour le pilote, un accès qui nécessite l'emploi d'une échelle de 1 m 80 de haut. Sous la pointe avant, le phare d'atterrissage permet au pilote d'apercevoir le sol lors de la phase finale d'un atterrissage dans l'obscurité. A gauche, sur l'avant de l'habitacle, est implantée une sonde d'incidence tournante à deux fentes.

De part et d'autre du poste de pilotage, les entrées d'air réacteur sont équipées de cônes mobiles ou souris à géométrie variable. Leur installation date de juillet 1957 lors des vols de mise au point du prototype du Mirage III A-01. Doté d'entrées d'air classiques l'appareil butait sur une limite : ses entrées d'air ne permettaient plus une augmentation de vitesse au-delà de Mach 1.89. Les souris sortent à partir de Mach 1,25, jusqu'à 160 mm à Mach 2, et se déplacent en fonction de la vitesse de manière à apporter un rendement optimal au réacteur.

② Premier avion de combat français doté, sous son radome noir, d'un radar air-air détectant des objectifs jusqu'à 12 nautiques (soit environ 22 km), il était capable d'assurer le guidage du missile Matra R-530 à autodirecteur électromagnétique. Développé tant pour des missions air-air que les missions air-sol du Mirage III C, le radar DRAC-36B Cyrano I Bis avec tous ses équipements représente une masse de 220 kg. Son antenne parabolique a un diamètre de 36 cm avec un débattement en site et gisement de + ou - 60°. En pratique, dans les années 1970, sa portée variait de 250 mètres à 14 nautiques (25 km). Il permettait l'interception sous deux angles différents : en face à face ou en latéral. Ce radar sorti en série à partir de 1960 a été produit à 234 exemplaires pour trois pays.

Aisément identifiable, la pointe avant comporte la perche anémométrique Chaffois (du nom de son concepteur) d'une longueur de 45 cm pour un diamètre de 3,6 cm mesurant les pressions totale et statique. Elle a été mise au point pour éviter, au voisinage du mur du son, les discontinuités et réduire les erreurs en particulier sur les orifices de référence utilisés dans la mesure de la vitesse.



Le Mirage III C -Tour avion

Si pour le pilote la visibilité est bonne vers l'avant - excepté lors de l'atterrissage - et les côtés, elle est limitée vers l'arrière.



Adhémar. Le Mirage III C est équipé d'une sonde d'incidence à fentes dont les informations sont affichées sous forme de signaux lumineux en dessous de 250 nœuds (463 km/h). L'Adhémar comprend trois lampes, verte, ambrée et rouge, montées dans un boîtier au-dessus et à gauche du tableau de bord, qui s'allument dans l'ordre vert/vert-ambre/ambre/ambre-rouge/rouge selon l'importance de l'angle d'incidence et la proximité du décrochage.

③ Caractéristique des avions de combat français des années 1960, l'habitacle est étroit : à part les bras, on ne peut guère remuer une fois installé. Il est équipé d'un siège éjectable Martin-Baker Mk4 à fonctionnement automatique doté d'une commande haute et basse, en secours, assurant l'évacuation d'urgence du pilote. Plutôt rustique, il nécessitait l'éjection préalable de la verrière avant sa mise en route. Il en résultait une

latence de près d'une seconde entre la traction sur la poignée et l'éjection proprement dite. Par ailleurs, le Mk 4 est utilisable dans un domaine de 90 kt à 600 kt quelle que soit l'altitude. Au début de la séquence, deux picots soulèvent la verrière qui est alors arrachée par le vent relatif. Le départ du siège s'opère avec une accélération initiale de 19 G, puis un parachute vient stabiliser l'ensemble siège pilote avant la séparation de ceux-ci. Une fois sous voilure, quatre secondes plus tard, un paquetage de survie contenu dans le fond du baquet du siège se déploie sous le pilote avant son atterrissage.

④ L'un des points faibles du Mirage III c'est son autonomie, due à la modeste quantité de carburant emportée : 2 500 litres (1 987 kg) en plein complet. Son rayon d'action, en lisse, était environ de 290 km. Pour accroître son autonomie plusieurs types de réservoirs externes peuvent être montés sous voilure : deux combinés réservoirs-lance-roquette de 100 litres (JL-100R) ou deux réservoirs de 500 litres dits " supersoniques " ou deux réservoirs de 1 300 litres (1 250 l utilisables) en configuration autonomie maximale. Au total, l'avion emporte 2 500 litres en interne et 2 500 avec réservoirs extérieurs. Son autonomie s'étend de 45 minutes à 2 heures de vol.

⑤ Au sol, le Mirage surprend toujours par le contraste entre son aspect pointu et ses grandes ailes, très minces, en flèche à 60°. Deux spécificités sont à mentionner : les entailles (ou fentes) et la cambrure conique du bord d'attaque améliorant le comportement aérodynamique de l'avion aux grandes incidences. Du fait de sa forme en flèche qui peut conduire à un décollement sur les parties externes, des entailles de décrochage ont été implantées à 53° de l'envergure. Pour illustrer la finesse de la voilure : en configuration parfaitement lisse, sans aucune charge extérieure, en descente dite économique, à partir de 36 000 ft (9 760 m), moteur réduit à fond, avec vitesse constante de 300 kt, le delta pouvait parcourir 120 kilomètres avant d'atteindre l'altitude du circuit de piste (1 500 ft soit 455 m).

⑥ A l'arrière de l'appareil, culminant à 4.25 mètres de hauteur, la dérive de type en flèche reçoit sous le saumon d'extrémité en résine une antenne UHF et un gouvernail de direction.

⑦ A la base de la dérive et, à l'instar de tous les appareils de combat des années 1950-1960, se trouve le logement du parachute de freinage cruciforme en nylon, d'un diamètre de 3 m 40 et d'une surface de 13.50 m², placé derrière un capot conique éjectable. A commande mécanique, il ne doit être ouvert qu'à partir de la vitesse de 16 kt (30 km/h) avec un maximum autorisé de 210 kt (380 km/h) sous peine de le voir cassé à l'ouverture. Utilisé régulièrement à l'atterrissage pour réduire la course de l'avion (1 500 mètres) par augmentation de trainée et économiser les freins de roues, il était ensuite systématiquement largué en bout de piste.

⑧ Le moteur occupe un volume conséquent : longueur 6 m 24 soit près des trois-quarts de la longueur totale du fuselage. Possédant une tuyère dont la variation de section utile est assurée par deux volets mobiles, le réacteur Atar 9 B3 fournit 4 250 kg de poussée au régime de décollage en sec et 6 000 kgp avec postcombustion. Pour assurer la mise en route de l'avion, deux bouteilles d'air comprimé gonflées à 200 bar (une pour le réacteur, et une en cas de défaillance) sont nécessaires, en plus du groupe électrogène. Et pour compléter la sécurité, un extincteur est là pour pallier tout départ de feu.

⑨ Le carénage de tuyère amovible (ou croupion) attire le regard. Le Mirage III est un avion pointu à piloter et délicat à poser. Avion " d'homme ", son atterrissage s'exécute sous une forte incidence (de l'ordre de 13°) et des vitesses élevées. Au toucher des roues, le carénage de tuyère est à seulement une quinzaine de centimètres au-dessus du béton de la piste. Le contact avec le sol devait se faire en douceur - vers 17°/18° - pour ne pas endommager ou ovaliser l'arrière du fuselage qui se produisait vers 22°/23°. Tous les fuselages de Mirage III montraient des traces de frottement sur la piste.

⑩ Le train d'atterrissage accapare le regard avec son train avant monoroue se rétractant vers l'arrière, muni d'un dispositif anti-shimmy (*) mais non dirigeable (la roue avant n'est pas orientable), et ses deux trains principaux également monoroues s'escamotant dans le fuselage. Pour prévenir les accidents, chaque train principal est doté d'un détecteur d'atterrissage dur (DAD) ou " plomb " (une petite pièce attachée à chaque jambe et qui, enfoncée signifie " un retour au sol " trop dur). Chaque pneu neuf dispose d'un crédit de

80 points. Pour chaque décollage en configuration lourde donc avec une course longue et une vitesse plus élevée qu'à l'atterrissage, c'est pendant cette phase que les pneus souffrent le plus. L'action sur les freins à disques hydrauliques équipés d'un système anti-blocage, fiables et efficaces, ne devait commencer qu'à partir de la vitesse de 120 k (216 km/h) pour éviter leur échauffement excessif entraînant leur perte d'efficacité.

⑪ De tailles modestes (0,15 m²) et de formes sensiblement rectangulaires, deux aérofreins sont installés sur l'extrados et l'intrados de la voilure. Le Mirage III est porté par une aile triangulaire, une aile delta un peu particulière : à basse vitesse, c'est, en elle-même, un aérofrein et à grande vitesse, sa trainée est faible. Dépourvue de volets hypersustentateurs et de becs de bord d'attaque mobiles, elle est très bien adaptée au vol à vitesse supersonique et dispose d'une bonne tenue structurelle. Les aérofreins sont commandés par le basculeur sur la manette des gaz et fonctionnent soit en " tout ou rien " (rentrés ou sortis), soit par impulsion du pilote qui a cette possibilité de donner des " coups d'aérofreins " pour réaliser des manœuvres.

Poste de pilotage

Ni spacieux ni vraiment confortable, surtout si le pilote revêt l'équipement Haute Altitude (HA), le poste de pilotage comporte une vingtaine de cadrans, autant de voyants, une bonne trentaine d'interrupteurs, boutons, plongeurs, contacteurs, inverseurs, disjoncteurs, sans compter les accessoires du genre crève-dinghy, repose-main ou rétroviseur ainsi que le marquage, sortie de vrille, jaune et noir. C'est ce qu'il faut pour ordonner autour des commandes principales - manche, palonniers, manette de gaz - et autour du pilote dans un habitacle dont la forme a été définie par l'aérodynamique dans la pointe effilée du fuselage du Mirage.

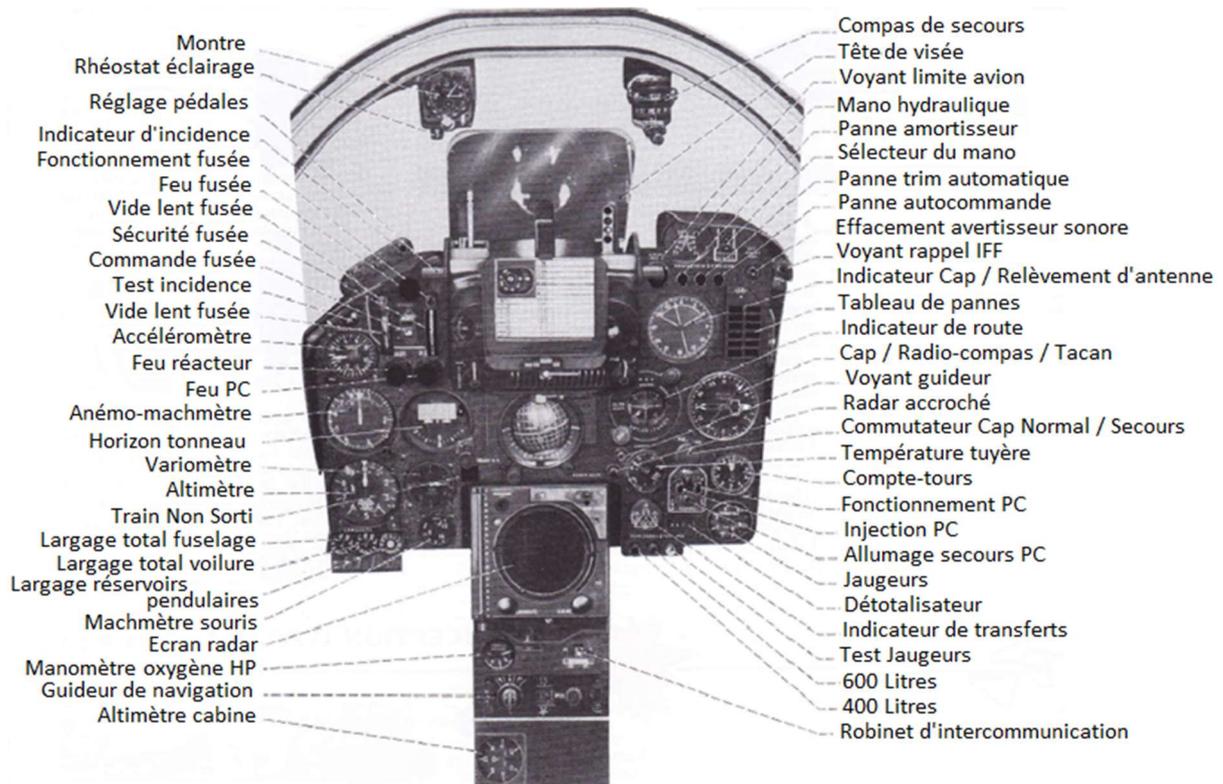


Planche de bord frontale. En dehors de ses commandes de vol, le pilote dispose d'une planche de bord frontale, de consoles latérales ou banquettes, sur lesquelles sont regroupées des instruments et certaines commandes dont la manette des gaz.

La conduite machine et l'utilisation du système d'armes sont complexes et demandent au pilote, une attention de tous les instants. Sont présents sur la planche de bord tous les indicateurs et moyens de contrôles concernant le pilotage, la navigation, la conduite de tir et les alarmes.

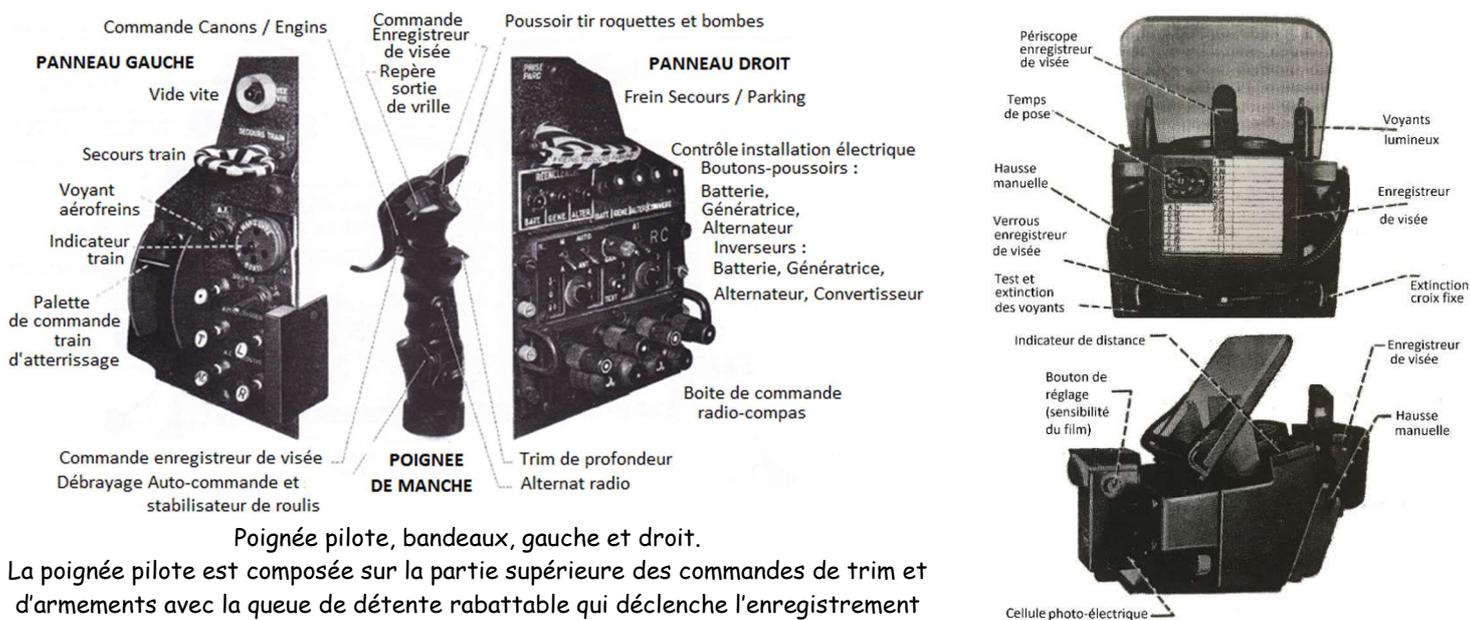
Par rapport à la précédente génération d'avions de combat, quatre éléments nouveaux font leur apparition pour le pilotage et la conduite de tir. Pour le pilotage, trois éléments sont inédits : l'horizon boule (ou indicateur sphérique) qui fournit l'attitude exacte dans le ciel ainsi que le cap, l'horizon de secours (ou horizon tonneau), l'indicateur d'incidence ou Adhémar. Côté navigation et conduite de tir, on note la présence du scope radar associé à l'indicateur de cap azimuth antenne. Le pilotage de l'antenne radar est effectué par

un " manche radar " situé sur la console gauche. L'élément nouveau concernant la conduite de tir est le viseur électro-optique CSF type 95 avec son enregistreur de visée Oméra 110, une caméra, noir et blanc, de format 16 mm.

La planche de bord du Mirage III C est typique des avions de la génération 1960. Sur le bandeau gauche sont placés la palette de train d'atterrissage et les différents commutateurs des commandes de vol en lacet et tangage, et de fonctionnement de l'autocommande. C'est en raison de la grande sensibilité, à grande vitesse, de la commande de profondeur, surtout avec des charges extérieures, qu'une auto-commande a été rajoutée. Pour rendre le pilotage plus homogène dans tout le domaine de vol, ce dispositif est une aide au pilotage qui amortit les ordres du pilote en profondeur, les oscillations de l'avion en tangage et maintient l'assiette de l'avion pendant environ une minute, en cas de lâcher du manche. C'est une sorte de petit pilote automatique qui permet au pilote de lâcher le manche dans les phases de vol stabilisées et de s'occuper de son système d'arme.

Sur la planche de bord à gauche, on remarque sous l'auvent les commandes du moteur-fusée SEPR 841, suivi des traditionnels instruments de vol manométriques à aiguilles, badin, vario et altimètre ainsi que l'horizon artificiel pour l'inclinaison des ailes et l'indicateur sphérique, le variomètre pour le taux de montée ou de descente, le badin pour la vitesse de l'avion dans l'air, l'altimètre pour l'altitude. Cet instrument comporte trois aiguilles : la grande pour les dizaines de pieds, une moyenne pour les centaines de pieds et, toute petite, les milliers de pieds.

A droite, l'indicateur de navigation accompagné des indicateurs des paramètres de gestion du moteur (vitesse de rotation et indicateur de température tuyère) allumage et fonctionnement de la postcombustion et du carburant avec les jaugeurs et le détériorateur. Sur le bandeau droit, se trouvent le tableau de panne (12 voyants ambre et rouge) avec, au-dessus, les commutateurs batterie, génération électrique et freins secours.



Poignée pilote, bandeaux, gauche et droit.

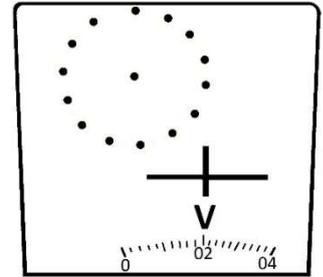
La poignée pilote est composée sur la partie supérieure des commandes de trim et d'armements avec la queue de détente rabattable qui déclenche l'enregistrement de visée, les canons ; le bouton-poussoir derrière le manche qui commande les charges, bombes et roquettes.

Sur la face gauche de la poignée se situent, en haut, un bouton radio (alternat) et, au centre, un bouton d'embrayage des stabilisateurs d'assiette.

Conduite de tir : viseur et son enregistreur de visée Oméra 110. Le CTH permet au pilote de relever la tête de son tableau de bord vers le pare-brise et le monde extérieur.

Le viseur électro-optique CSF type 95. Le viseur électro-optique fonctionne comme un viseur gyroscopique, fournissant au pilote les corrections de tir - canons et missiles - grâce aux informations fournies par la centrale aérodynamique et aux diverses options des commandes. Il constitue une première approche du pilotage en " tête haute " en France. Situé sur le haut de la planche de bord dans l'axe de visée, le viseur se présente sous la forme d'une petite glace semi-réfléchissante inclinée à 45° sur laquelle se fait la visée, et les informations lumineuses disponibles au viseur. Cela permet de voir simultanément l'avion ennemi par transparence et les indications ou symboles lumineux du calculateur de tir par réflexion.

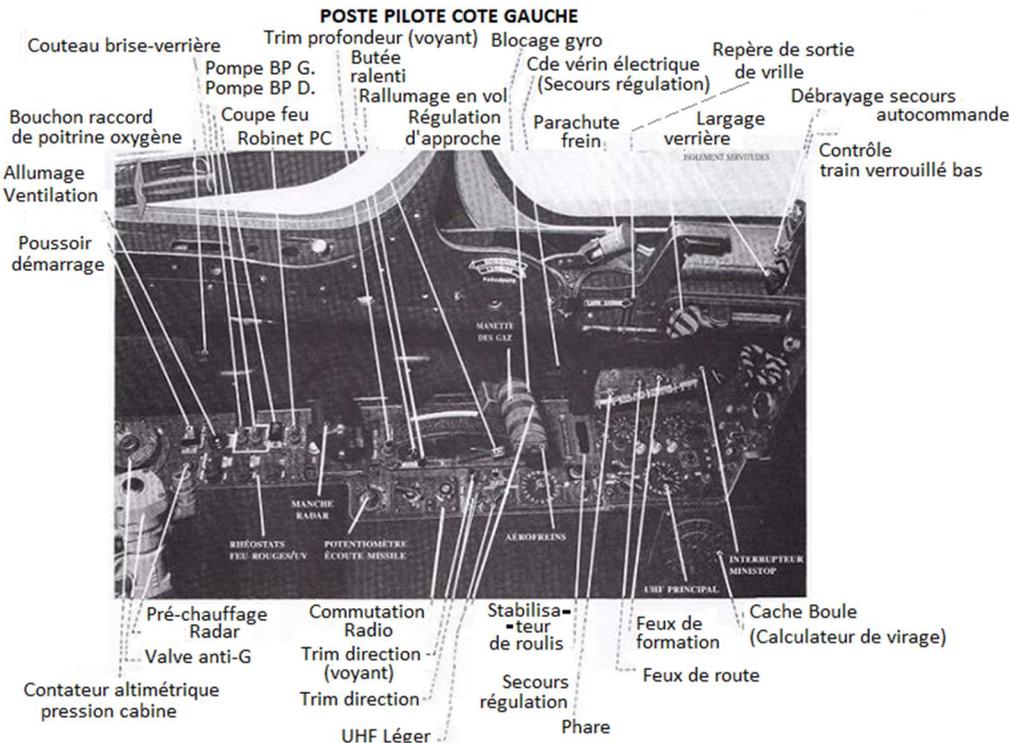
Les images sont de deux formes ; grâce au réticule fixe, figurent sur la glace la croix fixe —+ qui représente l'avion, un repère de visée en V et une échelle défilante qui donne la distance pour le tir ou le cap pour la navigation. Un réticule mobile est utilisé pour la visée propre, représenté par un cercle de points lumineux, que les pilotes appellent les diamants, pour le combat ou en repère pour le bombardement. En combat canons, le viseur permet des corrections de visée pour des distances de 250 à 600 mètres ; pour le tir du missile air-air AIM-9 Sidewinder, le viseur propose des repères fixes, l'accrochage de l'autodirecteur sur la cible se faisant en alignant la croix fixe sur l'objectif.



Quand la mire se trouve sur l'objectif et que son envergure entre dans les diamants, le pilote peut tirer.

Banquette gauche.

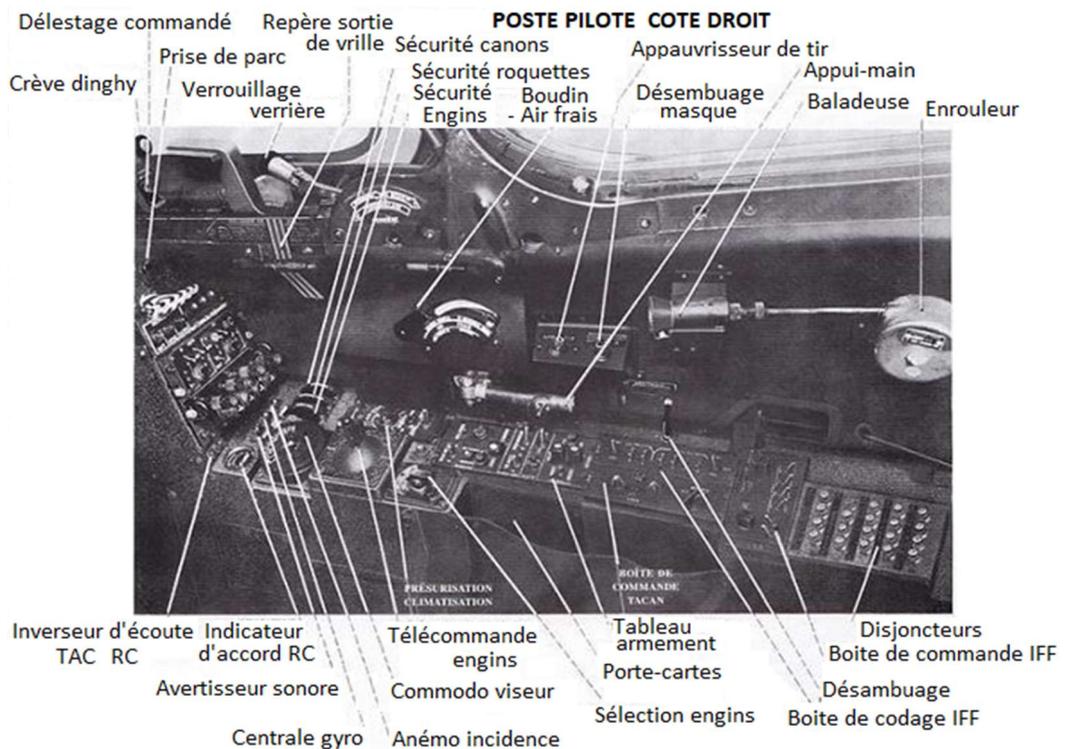
Sur la console gauche se trouve la commande réacteur et différentes commandes dont celle du pilotage de l'antenne radar qui est effectué par un "manche radar". Indicateur train d'atterrissage : il arrivait parfois qu'un avion se présente à l'atterrissage train non sorti. Pour éviter ce déboire, l'appareil a été équipé d'un "bip" de contrôle. A la demande du contrôleur de la tour, le pilote appuyait sur un bouton qui envoyait dans la radio un bip si le train était bien sorti.

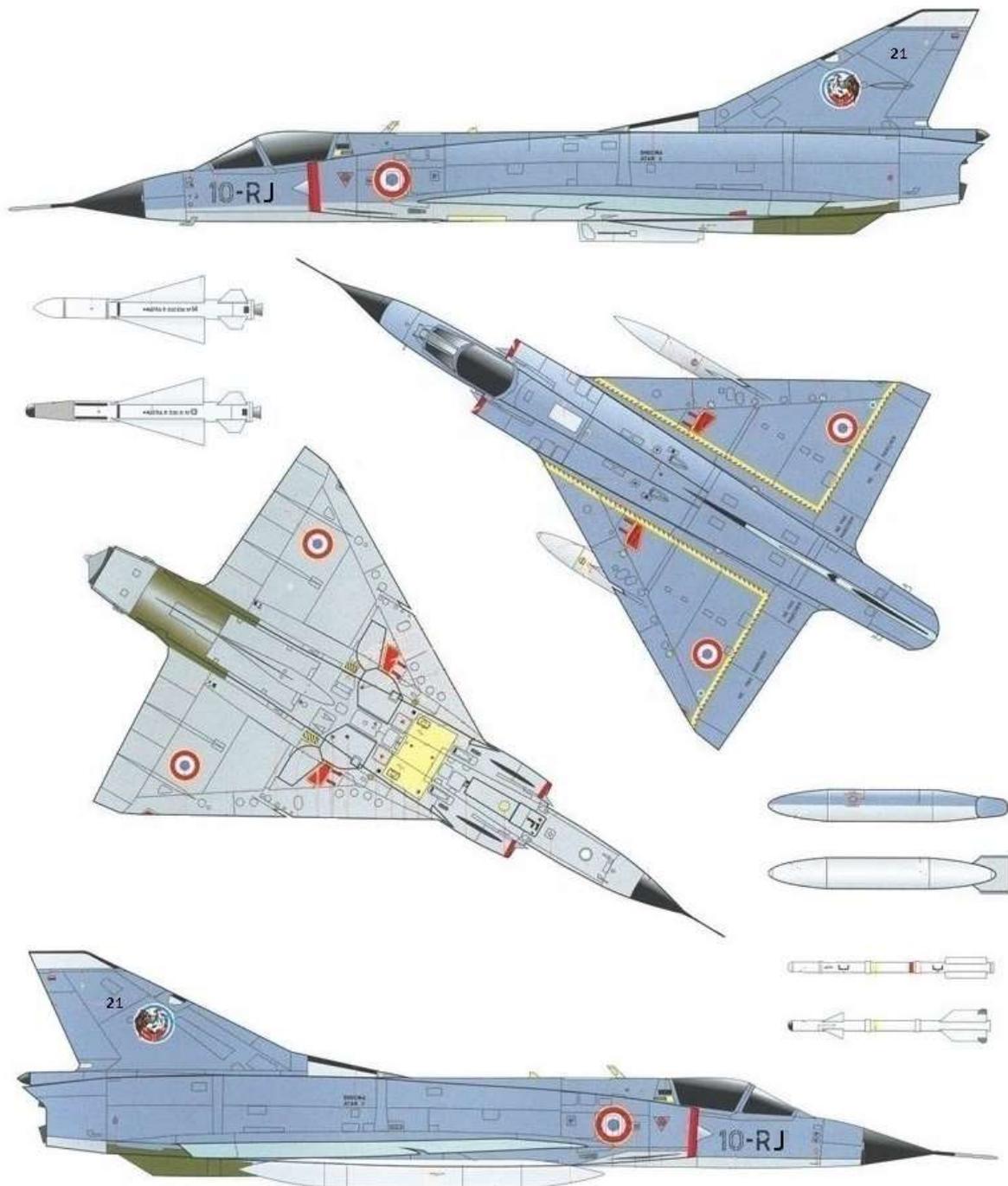


Banquette droite.

La verrière se manœuvre à la main et peut être déverrouillée avec la manette.

Présent sur les banquettes gauche et droite figure un marquage de sortie de vrille jaune et noir : le pilote devait aligner les bandes jaunes de sa poignée sur ce marquage pour une sortie de vrille. Tout à l'arrière figure le tableau disjoncteurs.





Mirage III C n° 21 codé 10-RJ - EC 2/10 " Seine " (Juin 1985). La conduite de l'appareil se fait en actionnant les élevons et le drapeau depuis le manche et le palonnier. De types mécaniques, les commandes de vol font que le pilote est en prise directe avec les gouvernes par l'intermédiaire d'un ensemble de tringleries. En raison du domaine de vol, les efforts nécessaires au déplacement des gouvernes ont nécessité l'assistance de mécanismes d'asservissement hydrauliques sur les trois axes (profondeur, gauchissement et direction) pour relayer et démultiplier l'action des bielles.

Sur la profondeur et le gauchissement il y a une pré servo (ou servocommande auxiliaire) avec un étage purement électrique qui reçoit les ordres d'amortissement en tangage pour celle de profondeur et en roulis pour celle de gauchissement, avec également les ordres de l'auto commande. Des boîtes à ressort augmentent l'effort au manche plus on tire, ce sont des SRA (système de restitution artificiel à ressort). La pression hydraulique est de 210 bar, avec une électropompe en secours réservée aux commandes de vol après délestage du reste en cas de panne moteur.

(*) Le terme " shimmy " désigne un phénomène d'oscillations en torsion d'axe vertical susceptible de prendre naissance sur un atterrisseur lorsque l'avion roule au sol à vitesse suffisamment élevée.

Remerciements : la rédaction de cet article doit beaucoup aux informations communiquées par Mr Cyril Defever, Joseph Vebr,

Bibliographie : Mirage III de Christian Jacques Ehrengardt (Troisième trimestre 1973). Les monoréacteurs Dassault à aile delta Mirage III Tome I (2000) : B. Chenel, E. Moreau, P. Audoin - Edition DTU.

Photographies : tous les clichés figurant dans le photoscope sont de Eric Moreau

Dassault Mirage IV B Pratt & Whitney J75 : un mariage qui dura six mois.

Il faudrait que les pouvoirs publics français fassent en sorte que la France soit en mesure d'agir par elle-même. Il lui faudrait un système de défense proportionné, certes, à ses ressources et associé à celui de ses alliés, mais autonome et équilibré. Il lui faudrait être, elle aussi, une puissance atomique. C'est pour cela que j'avais, dès 1945, créé le Haut-Commissariat à l'énergie atomique.

Conférence de presse du General de Gaulle - 7 avril 1954

Introduction



Mirage IVA en configuration typique d'une alerte nucléaire sur une base des FAS en France. L'arme à fission AN21 est en place dans la cavité inter réacteur, les fusées d'assistance au décollage (JATO) sont en position sous chaque voilure.

Toutes les nations qui ont eu le souhait, ou plutôt la détermination, tant la tâche est colossale, de se doter d'un armement nucléaire ont été confrontées à trois grandes problématiques préalables. La première, rassembler les très nombreuses et diverses connaissances, scientifiques et techniques indispensables à la fabrication d'une première arme, puis de la détonner. La seconde, à peine moins complexe, procéder à sa miniaturisation et aux fabrications. Enfin disposer de vecteurs crédibles, capables d'emporter les armes miniaturisées aux distances requises, et de " passer ", avec les plus fortes chances de réussite possibles, au travers de défenses, que l'adversaire n'aura de cesse de renforcer. Pendant la période de la guerre froide, les détenteurs de l'armement nucléaire, pas tous, en fait ceux qui en avaient les moyens scientifiques, techniques et financiers, ont opté, pour ce que les experts désignaient alors " *La Triade* ". C'est-à-dire : un ou plusieurs types de vecteurs pilotés, de missiles stratégiques, en alerte permanente dans des silos enterrés que nous appelions en France SSBS (Sol-Sol Balistique Stratégique) et de missiles stratégiques tirés depuis des sous-marins à propulsion nucléaire en plongée MSBS (Mer-Sol Balistique Stratégique). Typiquement, tous les protagonistes commencèrent par des vecteurs pilotés.

Pour la France, dans le contexte de railleries et de moqueries insistantes qui entouraient la genèse de son programme nucléaire, l'aspect de la crédibilité, prenait une importance capitale. D'ailleurs, peut-être plus vis-à-vis de nos alliés proches, que de l'URSS, notamment pour le vecteur piloté qui devait, pendant plusieurs années, être la seule composante de notre triade. D'où l'impérieuse nécessité de disposer d'un avion tout à fait performant, surtout capable d'atteindre les objectifs qui lui serait assignés.

Le 16 juillet 1945, les États-Unis d'Amérique, dans le cadre du projet " *Manhattan* ", détonnent pour la première fois une arme nucléaire au plutonium (*). L'essai est désigné " *Trinity Test* ", l'arme " *Le gadget* ", produisit environ 20 KT (Kilo Tonne) (**). A ce jour, ils sont encore les premiers, et les seuls dans l'histoire de l'humanité, à avoir utilisé des armes nucléaires, à deux reprises, les 6 et 9 août 1945 contre un ennemi. Elles furent larguées par deux quadrimoteurs Boeing B-29 " *Superfortress* " différents " *Enola Gay* " et " *Box Car* ". De dimensions et de masse proches de celles du " *Gadget* ", le temps pressant et la soute à bombes du B-29 le permettant, ces deux premières armes n'avaient pas été miniaturisées. Son autonomie pouvant atteindre 9 000 kilomètres, capable de voler vite et haut, 570 kilomètres heure, au-delà de 10 000 mètres d'altitude, les défenses Japonaises, aviation de chasse ou défense contre avions, n'avaient que peu de chances de l'intercepter.

La première arme, à uranium enrichi, jamais utilisée, " *Little Boy* " longue de 3 mètres, pour un diamètre de 71 centimètres pesait 4 400 kilogrammes fut larguée au-dessus de la ville d'Hiroshima le 6 août 1945. La puissance de l'explosion est estimée à 15 KT. La seconde, " *Fat Man* " fut détonnée au-dessus de la ville de Nagasaki le 9 août 1945, pesant 4 545 kilogrammes, sa longueur était de 3,25 mètres pour un diamètre de 1,52 mètres. Sa puissance fut évaluée à 20 KT.

La France détonne sa première arme, au plutonium, désignée " Gerboise Bleue " le 13 février 1960, produisant 70 KT, c'est toujours le plus puissant premier essai jamais effectué. Bien déterminée à se doter, d'une " Triade ", dans un premier temps, par manque de missile de fabrication nationale adéquat, la France n'a d'autre choix que d'opter, à titre transitoire, pour un vecteur piloté correspondant à ses moyens techniques et financiers. Les responsables se dirigent alors vers un bombardier bimoteur capable de parcourir, à la vitesse d'au moins Mach 1,7, la distance de 2 200 kilomètres dont 20 à 25 minutes à Mach 2. A moyen terme, ce vecteur prendra la forme du Mirage IV A, qui assurera la première alerte nucléaire opérationnelle sur la base de Mont-de-Marsan en 1964. Les deux autres segments de " La Triade " Française se matérialisent, à partir du mois d'avril 1967 avec, mis en œuvre par les Force Aériennes Stratégiques (FAS) de l'Armée de l'Air, déclarés opérationnels en août 1971, les dix-huit SSBS des deux escadrons du 1^{er} GMS, basé à Apt Saint Christol, (Plateau d'Albion). Les premiers sont des SSBS de type S2, deux étages à poudre, d'une portée de 3 500 kilomètres emportant une arme au plutonium MR-31 de 130 KT puis, à partir de 1984, des fusées de type S3. Les performances du vecteur S3 sont proches du S2, mais il emporte une arme à fusion TN-61 dont la puissance est de 1,2 MT (Méga Tonnes). Dernier segment de " La Triade ", sous la responsabilité de la Marine Nationale, la composante océanique. Le sous-marin " Le Redoutable " embarque pour sa première croisière opérationnelle en janvier 1972 seize missiles mer-sol M1, initialement d'une portée de 2 000 kilomètres. Le missile M1, à tête unique, est doté d'une arme désignée MR-41 à " fission exaltée ", (plutonium associé à des éléments de tritium et de deutérium) d'une puissance de 500 KT. Avec le temps, les performances des sous-marins, des missiles et la puissance des armes destinés à la FOST (Force océanique stratégique) qui devient la composante principale de la dissuasion Française, ne cessent de progresser pour arriver au M51 actuel. Ses performances exactes sont classifiées, la portée serait de 9 000 à 10 000 kilomètres, le véhicule de rentrée serait capable de six à dix têtes (MIRV) à fusion TN-75 de 110 KT puis TNO de 100 KT.



Armes thermonucléaires Américaines. Le modèle Mk41, aussi désigné B41, est le plus puissant, 25 MT, développé aux USA. Il pesait 4 840 Kilogrammes pour un diamètre 1,3 mètres et une longueur 3,8 mètres, il n'est plus en service.



B-61 (Diamètre 34 centimètres, longueur 3,6 mètres, poids environ 325 Kilogrammes) Sa puissance est modulable de 0,3 KT (tactique) à plus de 100 KT (stratégique) voire jusqu'à 340 KT. La version B-61-12 est toujours en service dans les forces armées de l'OTAN.

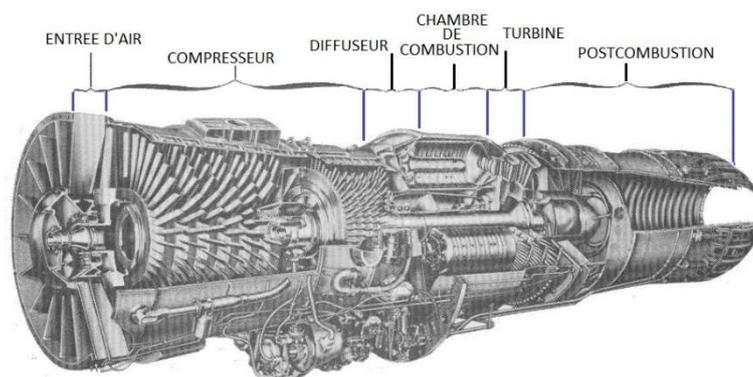
Le moteur Pratt & Whitney J75

Au début des années 1950, alors qu'il commence à peine sa longue et brillante carrière, l'USAF souhaite déjà, se doter d'un avion beaucoup plus performant qui succédera au F-84 F " Thunderstreak ". Cet avion du type chasseur bombardier tactique, tous temps, à long rayon d'action devra être capable d'emporter des armes nucléaires. La société Republic Aviation qui avait été consultée propose un avion monomoteur lourd, de presque vingt-quatre tonnes de poids maximum autorisé au décollage. Particulièrement performant, ce projet deviendra le F-105 " Thunderchief ". Ravitaillable en vol, doté d'équipements électroniques perfectionnés, dont un radar avec modes air/air et air/sol, des moyens de navigation et de bombardement performants, d'un canon interne de 20 millimètres à grande cadence de tir, 6000 coups par minute, disposant de 1028 coups. Il sera capable de Mach 1 en basse altitude et de 2 200 km/h à 14 000 mètres. Le rayon d'action prévu est de 1 250 kilomètres sans ravitaillement en vol. Il aura la capacité d'emporter en soute une arme nucléaire de type B-28 ou B-43 dont la puissance, selon les modèles, varie de 70 KT à 1 MT. Ou, une sous chaque voilure, deux armes nucléaires modernisées de type B-57 ou B-61 (***) dont la puissance, modulable, est classifiée. Outre ces capacités nucléaires, il pourra emporter une large panoplie d'armements conventionnels. Panoplie qui sera d'ailleurs largement utilisée pendant le conflit du Vietnam. Un tel avion, doit évidemment pouvoir disposer d'un moteur très puissant. Simultanément, en Californie, la société Convair

étudie un intercepteur pur, à aile delta, le F-106 " Delta Dart " (premier avion construit aux USA à avoir dépassé Mach 2) qui nécessite également un moteur des plus puissants. Après une très brève compétition, avec le moteur Allison J71, poussée 4,40 tonnes à sec 6,28 tonnes avec post combustion, bien qu'encore en phase de développement, c'est le moteur de Pratt & Whitney J75, 70% plus puissant : 7,16 tonnes à sec, 11,788 tonnes avec post combustion et injection d'eau dans sa version J75-P-19W, qui sera retenu pour le F-105. Alors que c'est la version J75-P-17, sans l'injection d'eau, qui l'emporte pour le F-106. Moins lourd, 15,653 kg, emportant peu de charges externes, le F-106 ne nécessite pas ce dispositif. Le F-105 vole pour la première fois, propulsé par un J75, le 26 mai 1956. Une version sans post combustion sera plus tard utilisée pour l'avion de reconnaissance stratégique Lockheed U2. " Civilisé ", le J75 deviendra le JT4 utilisé par certaines versions du Boeing 707 et du Douglas DC-8. Sous la dénomination FT4A, une version turbine industrielle en sera dérivée, on la retrouve, en autres applications, pour la propulsion de divers navires de l'US Navy.

Pratt & Whitney J75.

Ecorché du moteur, montrant le compresseur haute pression à 7 étages, la chambre de combustion à tubes à flamme et les turbines haute pression (1 étage) et basse pression (2 étages).



Impressionnant, en 1956 c'est le moteur le plus puissant du monde occidental, le J75 dérivant directement du J57 est un moteur à simple flux et double corps. La turbine haute pression à un seul étage, entraîne le compresseur axial haute pression à sept étages. La turbine basse pression à deux étages entraîne le compresseur basse pression axial, à huit étages. Le taux de pression global de 12/1, à la vitesse de rotation de 8 975 tr/mm (rotor haute pression), le débit d'air est de 120 kg/s, la température d'entrée turbine TET s'élève à 1150 °K. A la puissance militaire (maxi sec), la consommation spécifique de carburant s'établit à 0,74 livre par livre de poussée et par heure. La chambre de combustion est constituée de huit tubes à flamme. Pesant 2 700 kilogrammes, sa longueur est de 6,60 mètres. Paramètre dimensionnant de tout turboréacteur, le diamètre de la bride d'entrée d'air est de 1,09 mètres, celle des ATAR 9 K est de 786 centimètres débit d'air 72,6 kg/s. Pour aider au décollage par temps chaud et avion lourd, un dispositif d'injection d'eau, très souvent utilisé notamment pendant le conflit au Vietnam, est à la disposition du pilote. Il se compose d'un poussoir de commande situé à côté de la manette de puissance, d'un réservoir d'eau de 140 litres, d'un dispositif de mise en pression (7,6 bars) qui injecte l'eau au travers d'une rampe d'injection positionnée devant le premier étage du compresseur basse pression. A la fin de la phase de décollage, le reliquat de l'eau non utilisée est largué automatiquement. Le démarrage dispose de deux options : par une cartouche pyrotechnique ou par une source d'air sous pression, externe.

Le contrôle de la post combustion (PC), débit carburant et diamètre de la section de sortie variable de la tuyère à volets multiples, de type " Convergent/Divergent ", est automatique mais relativement élémentaire, typique des moteurs Pratt et Whitney de l'époque. La PC, non pilotable, fonctionne à charge unique, toujours calibrée au maximum de la puissance. L'allumage, du type " hard light " est donc réalisé à la charge maximum. Au moment de l'engagement de la PC, une augmentation transitoire du débit carburant dans l'un des huit tubes à flamme provoque un jet enflammé lequel, en traversant les deux turbines entraîne l'allumage du carburant pulvérisé par les injecteurs des attaches flamme. Au sol, entre le ralenti et la puissance militaire, la surface de la section de sortie de la tuyère est maintenue au diamètre minimum dit tuyère " fermée ". Pour faciliter l'engagement, au sol, de la post combustion, au plein gaz sec, elle s'ouvre avec un délai de deux secondes. En altitude, au-delà de 30 000 pieds (9 150 mètres), la post combustion s'allume, immédiatement, à sa pleine puissance.



Pratt & Whitney J75, dans un banc d'essais au sol PC allumée

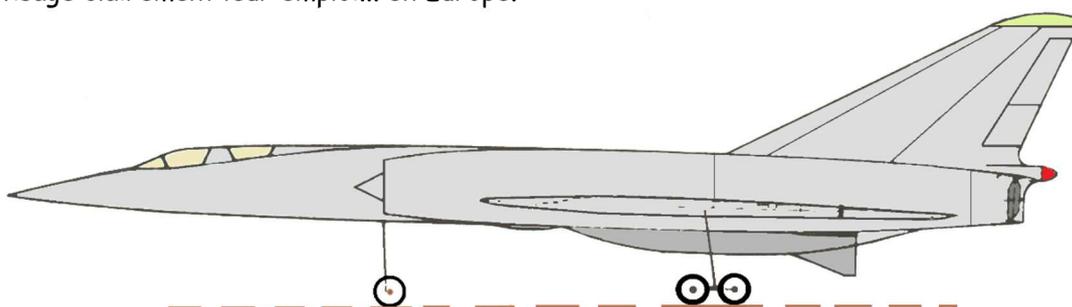
Le GAMD Mirage IV B

*Nous n'avons pas des avions de combat
mais d'épouvante*

Général de Gaulle - Conseil des ministres Janvier 1963

En 1953, les services officiels Français déposent un cahier des charges pour l'étude d'un intercepteur léger dont le poids maximum serait inférieur à quatre tonnes. Capable de voler en palier à la vitesse de Mach 1,3. De monter à 15 000 mètres en 4 minutes pour tirer, par l'arrière, un missile autoguidé à la distance de vingt-cinq kilomètres sur un objectif volant au Mach. De rentrer à sa base et d'atterrir, après une attente de cinq minutes, à une vitesse inférieure à 180 km/h. La société Dassault (GAMD) répond, en proposant un avion monoplace à aile delta, formule qu'elle étudiait, sur fonds propres, depuis plusieurs mois. Le prototype, désigné MD-550, qui va donner naissance à la grande famille des avions Mirage III, que nous connaissons, effectue son vol inaugural, aux mains de Roland Glavany depuis le terrain de Melun-Villaroche le 25 juin 1955. Ce concept prometteur, évolue vers le Mirage III A dont le premier prototype, toujours aux mains de Roland Glavany, vole pour la première fois, encore depuis Melun-Villaroche, le 17 novembre 1956. Nous sommes alors au beau milieu du conflit de Suez... Malgré un succès militaire certain, le fiasco politique qui s'en suit, incite le gouvernement Français à se doter d'un armement nucléaire, indépendant et crédible. Sans que la formule à aile delta ne soit formellement validée, le STA é notifie, dès les premiers mois de 1957, un marché pour des études et la fabrication d'un bombardier nucléaire qui est pris en compte par la société Dassault et la SNCASO (Société Nationale des Constructions Aéronautiques du Sud-Ouest) laquelle sur son site de Courbevoie, commence ses travaux sur le même projet qu'elle désigne SO-4060 " Super Vautour ". Même si aucun des deux avions ne peut voler à la date requise, le ministère de la défense demande que le choix de l'avion soit fait avant la fin de l'année 1958. Par manque de temps et du budget nécessaire pour la construction et les essais d'un second prototype, le projet de la SNCASO ne progressera pas au-delà de l'esquisse d'un premier prototype. Pour des raisons certes économiques, mais aussi technologiques, la formule à aile delta du monomoteur Mirage III A se révélant très satisfaisante est reprise pour le bombardier qui aura la mission de transporter la première arme nucléaire Française.

Avec l'arrivée au pouvoir du général De Gaulle, le mot " nucléaire " qui était jusque-là occulté apparaît. La politique Française, de non-emploi en premier d'armes nucléaires dite " De dissuasion nucléaire " laquelle avec le temps deviendra " Dissuasion nucléaire du faible au fort " se voulant expressément anti-cités, apparaît. Cette stratégie, se défend d'attaquer en premier, les sites d'armes nucléaires de l'adversaire. La politique de dissuasion Française se propose de réduire par ses frappes, la capacité économique de l'URSS de 50 %. Cette stratégie, s'oppose clairement à celle des États-Unis d'Amérique dite de " Réponse flexible " laquelle, envisage clairement leur emploi... en Europe.



GAMD Mirage IV B avec moteurs Pratt & Whitney J75. L'arme nucléaire est placée dans la cavité inter réacteur,

Même si la stratégie Française est déclarée " tous-azimuts ", sans le designer nommément, l'adversaire potentiel est clairement l'URSS. Les villes potentiellement visées, sont toutes localisées en Europe, à l'ouest des monts Oural. A masse et volume de l'arme donnés, le dimensionnement de l'avion dépend essentiellement de la vitesse et du rayon d'action souhaités. Pour des raisons de secret, les premières spécifications émanant des services officiels relatives au premier vecteur piloté, font référence à un " avion de représailles ". Elles sont relativement floues, mentionnant, un avion doté d'une suite d'équipements électroniques modernes, capable de franchir de deux à quatre mille kilomètres, à une vitesse supérieure à Mach 2, d'emporter une arme, dont le type n'est pas précisé, mais dont le poids serait de l'ordre d'une à deux

tonnes. Seuls paramètres précis, les dimensions de l'unique arme à emporter, longueur 5,5 mètres, diamètre 65 centimètres.

A ce point, il est nécessaire de préciser que la définition des aspects techniques, du vecteur piloté se déroulent alors que la France, l'Italie et la République Fédérale d'Allemagne, se proposent de mettre en place une coopération visant à la construction de missiles balistiques stratégiques sol-sol dont la portée serait de l'ordre de 2 500 kilomètres, capables de transporter " *les moyens de riposte les plus modernes*". En 1958, si l'arrivée au pouvoir du General De Gaulle entérine la volonté de doter la France d'un l'armement nucléaire, il met fin rapidement à ce projet de coopération européen.

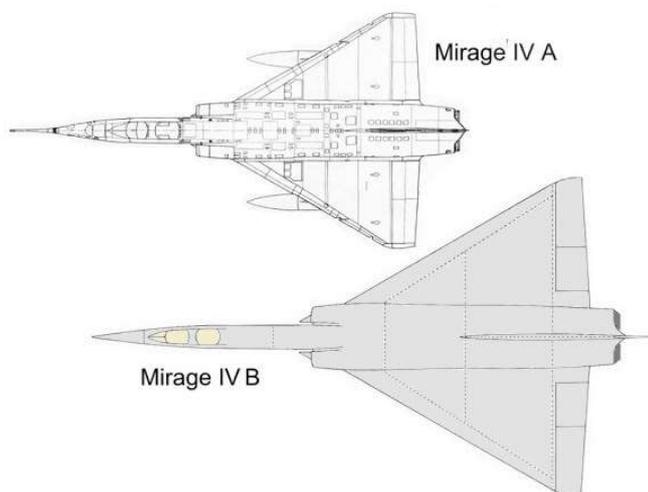
Les essais en vols démontrant l'efficacité de la formule à aile delta du Mirage III-001 qui vole depuis presque trois ans, de nouvelles spécifications sont communiquées à la société Dassault pour un bombardier lequel, compte tenu de la technologie des équipements de bord électroniques disponibles à ce moment en France, devra être biplace. Un navigateur gérant le SNB (Système de Navigation et de Bombardement) capable de délivrer à 1 500 kilomètres, sans ravitaillement en vol, dont la moitié à une vitesse proche de Mach 2, une charge militaire d'une tonne, largable, à la vitesse maximale, et à l'altitude 18 000 mètres. Ce bombardier devra être déclarée opérationnel, au plus tard, à la fin de l'année 1964.

Alors que les travaux relatifs à un avion correspondant à ces spécifications sont en cours, ils aboutiront au concept du Mirage IV dont le premier prototype, le IV-01, vole pour la première fois, encore aux mains de Roland Glavany, toujours depuis le terrain de Melun-Villaroche, le 17 juin 1958. La commande des services officiels Français pour la construction d'un prototype, qui devait être propulsé par deux moteurs Snecma ATAR 9B, avait été passée en Novembre 1956. Elle spécifie en outre, que ce prototype devra être utilisé pour étudier les problématiques que posent les vols de longues durées largement supersoniques.

Le 26 janvier de la même année, sous le titre SASP (Système d'Arme Stratégique Piloté), les spécifications des services officiels Français pour les avions de série évoluent. Si les caractéristiques, altitude, vitesse maximum et condition de largage de l'arme sont identiques, le rayon d'action est doublé ! Cette nouvelle exigence impose un avion capable d'emporter beaucoup plus de carburant, plus de 30 tonnes. Il en résulte que le poids maximum autorisé au décollage, passe des trente à trente-cinq tonnes à cinquante tonnes, voire plus.

	Mirage IV-01	Mirage IV B	Mirage IV A
Réacteur	ATAR 9 B/C	J75-B24	ATAR 9 K
Poussée (Kg)	2 x 6 000	2 x 9 000	2 x 6 700
Envergure (m)	11,166	16,270	11,840
Longueur (m)	19,900	27,800	23,320
Surface alaire (m ²)	70	130	78
Poids à vide (Kg)	12 675	22 800	14 500
Poids total (Kg)	26 270	57 000	33 600
Nombre de Mach	2	2,2	> 2
Altitude Max (M)	> 17 000	> 18 000	> 18 000

Caractéristiques principales comparées des différentes versions du Mirage IV.



Comparaison Mirage IV A et Mirage IV B

Dans ces circonstances, il est évident que la puissance de l'ATAR 9 B/C, étant notoirement insuffisante, malgré cette augmentation majeure du rayon d'action, la date de mise en service opérationnel n'a été décalée que de six mois. Les trente-deux premiers avions de série devant être remis à l'Armée de l'Air avant la fin du premier semestre 1965. L'industrie Française n'étant pas en mesure de produire un turboréacteur adéquat, dans le délai de mise en service opérationnel requis. Après qu'une version quadrimoteur, quatre moteurs Snecma ATAR 9 B/C, eut été éliminée. Cette formule aérodynamique s'éloignant trop de celle du prototype Mirage IV-01 fut rapidement abandonnée. L'option la plus rationnelle étant de conserver le concept bimoteur,

tel qu'envisagé avec le Mirage IV, en utilisant des moteurs significativement plus puissants que l'ATAR 9 B/C. Il se révèle donc indispensable d'utiliser un moteur d'origine étrangère.

En 1959, il existe quatre options, qui pourraient être rapidement disponibles, satisfaisant au besoin de puissance : le Bristol Olympus qui motorise déjà, sans la postcombustion, le bombardier nucléaire quadrimoteur à aile delta de la Royal Air Force (RAF), Avro Vulcan qui vole depuis 1956. En l'état, avec la post combustion, à développer, il serait capable de produire au-delà des 10 tonnes de poussée. Quelques années plus tard, installé sur le bimoteur British Aircraft Corporation (BAC) TSR-2, abandonné en 1965 pour des raisons économiques, après que deux prototypes furent construits, il produisait 13,7 tonnes. Le Rolls-Royce RB-141, 6,6 tonnes à sec et 10,7 tonnes avec la post combustion, qui ne semble pas avoir été développé plus loin qu'un moteur de banc d'essais. Un moteur Canadien, le PS13 Iroquois, développé par la société Orenda Engines, filiale du groupe Britannique Avro, prévu pour motoriser un intercepteur bimoteur de conception locale désigné CF-105 " Arrow " qui ne dépassa l'étape de prototype, d'ailleurs motorisé, le PS13 n'étant pas encore disponible, par deux Pratt & Whitney J75. Le PS13 était supposé produire 8,6 tonnes de poussée à sec 11,6 avec la post combustion. Dernière option, en fait la plus, sinon la seule crédible, le Pratt & Whitney J75. Avec un potentiel de 13 tonnes de poussée, ce moteur est le plus puissant au monde, il est disponible immédiatement. Pour la Snecma, qui aura la charge de négocier une licence de fabrication, au-delà de l'aspect politique, il offre en outre, deux avantages. Dans le cadre de ses activités de maintenance du moteur J57, la Snecma entretient déjà de très bonnes relations avec Pratt & Whitney, les négociations relatives à l'acquisition de la licence de fabrication ne devraient pas être trop longues. De plus, ses activités de maintenance du J57 pourraient être étendues au J75 dont il existe, sans la post combustion, un dérivé civil désigné JT4, en utilisation sur les Boeing 707 d'Air France.

Le 5 mai 1959, alors que le premier vol du Mirage IV-01 est imminent, le 17 juin, l'état Français signifie à Dassault une commande pour trois Mirage IV B de présérie. Sans aucune perte de temps, dès le mois de juin 1959, dans son établissement de Saint-Cloud, les travaux de construction du premier Mirage IV B, incluant une maquette d'implantation des équipements ont aussitôt engagés. Pour les services officiels Français, cette commande est une première. Dassault est reconnu comme seul maître d'œuvre :

de l'avion, du SNB et de la " chose " (on ne veut pas encore parler d'arme nucléaire), c'est-à-dire jusqu'aux interfaces, et de l'enveloppe, qui contiendra le cœur nucléaire.



GAMM Mirage IV-01 " Le petit prototype " à Melun-Villaroche

Le cadencement du programme est très contraint. Le premier avion doit voler au plus tard, avant le 1^{er} juillet 1961, et les trente-deux premiers appareils, correspondants au standard de la série, devront être livrés avant la fin du premier semestre de 1965. Selon les spécifications, ils devront être capable de larguer, par tout temps, avec une précision globale correspondant à 90 % des coups dans un rayon inférieur à 2,5 kilomètres une arme nucléaire unique pesant 1 500 kilos à 2 200 kilogrammes. Les trajets aller et retour étant effectués, sans ravitaillement en vol, à un nombre de Mach au moins égal à 1,7 à une altitude supérieure à 16 000 mètres. Les Mirages IV B devront pouvoir utiliser, pour le décollage et l'atterrissage, même par temps chaud et en altitude, les pistes du standard OTAN de 2400 mètres. Bien que l'aspect du ravitaillement en vol ne soit pas encore examiné, les avions sont conçus, dès cette étape, avec une perche et le système de ravitaillement en vol. Il est éventuellement considéré qu'un Mirage IV B, d'accompagnement qui emporterait un réservoir supplémentaire prenant la place de l'arme pourrait augmenter, d'environ 500 kilomètres, le rayon d'action du bombardier. Une commande totale de 80 avions est envisagée. En outre, sans que cela ne change en aucune façon les caractéristiques principales du porteur, une version " de guerre électronique " désignée Mirage IV E, pour électronique, destinée, à faciliter la pénétration des raids, par brouillages offensifs, des moyens de détection et de contrôle des missiles de l'adversaire est envisagée. Les besoins pour cette variante sont estimés à vingt-sept exemplaires. Le Mirage IV-01, qui devient alors " Le petit prototype " sera utilisée pour la mise au point des systèmes de bord électroniques.

Simultanément, la Snecma passe à Pratt & Whitney, une commande pour dix réacteurs J75 dans sa version JT4-B24 (13.6 tonnes de poussée au banc en PC max). La tâche de la Snecma ne s'arrête évidemment pas à émettre cette commande, elle inclue la production sous licence, la fabrication des pièces de rechange et le développement du moteur en France. Tel que le Mirage III A, et ses évolutions à venir, l'intercepteur F-106 et le bombardier tactique supersonique F-105, ne sont destinés à voler dans la zone Mach 2 que brièvement, quelques minutes tout au plus. Le Mirage IV B devra maintenir cette vitesse, pendant presque vingt-cinq minutes. A ces vitesses se pose la problématique de l'échauffement cinétique, où la température d'impact, croît comme le carré du nombre de Mach. Cet échauffement engendre divers phénomènes. Notamment, pour ce qui concerne le moteur, au niveau des premiers étages du compresseur basse pression. Dans la cadre des développements que la Snecma se propose d'effectuer, la modification des aubes du compresseur basse pression, par changement des matériaux pour lui permettre de résister aux températures d'impacts élevées imposées par les longs vols à Mach 2, à ce nombre de Mach, en conditions standards, en fonction de l'altitude, cette température peut atteindre 130° Celcius, en parallèle avec des améliorations aérodynamiques destinées à réduire la consommation carburant seront apportées. Un compresseur de banc à échelle 0.4, pour la validation est en préparation. Des études sont prévues pour ce qui concerne la pilotabilité de la post combustion. Entre mars et juin 1959, plusieurs réunions techniques, abordant ces dossiers sont conduites par des équipes Snecma aux États-Unis. Sont examinés, la fabrication des réacteurs J75, ses développements, la réparation, la fabrication des pièces de rechanges dont des aubes finies, et le projet de créer un atelier autonome de réparation et de révision des turboréacteurs JT4 équipant les Boeing 707 d'Air France et du J75 ainsi que la construction d'un banc d'essais pour ce moteur sur le site de Melun-Villaroche. La mise en place de bancs tests partiels pour les accessoires : Turbofan, Hamilton, Excello Corp installés sur les J75/JT4 font également partie de ces discussions.



Scène de travail quotidienne en piste dans un escadron de Mirage IVA des FAS. On observera qu'il est équipé sous voilure des deux bidons de 2 500 litres et de fusées JATO.



Missile SA-2, " Guideline " (selon la terminologie de l'OTAN). Il vole à Mach 3,5, sa portée de 40 km et sa charge militaire de 130 kilogrammes lui ont permis d'abattre un grand nombre d'avion F-105 pendant la guerre du Vietnam ainsi, qu'à plusieurs reprises, des avions de reconnaissance haute altitude Lockheed U-2.

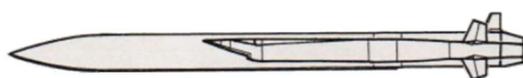
Les ingénieurs de la Snecma, comme de Dassault, ne retiennent pas l'utilisation de l'injection d'eau qui conserve, voire augmente, la poussée au décollage, telle qu'utilisée sur le F-105. Fonction qui, pourrait si nécessaire, être remplacée par des fusées d'assistance (JATO). L'injection d'eau, pénalisante en termes de poids, qui ajoute un système supplémentaire dont les réservoirs, ne seraient pas sans impact sur le poids et le volume de carburant embarqué disponible, n'amène aucun bénéfice véritable dans les autres phases de vol. On ne manquera pas d'observer que la commande passée par la Snecma à Pratt & Whitney faisait référence à des moteurs du type JT4-B24. Le vocable JT4, indiquant la version civile du J75, est utilisé, sans que cela ne doive surement tromper personne, pour masquer autant que faire ce pouvait, la vocation militaire, voire nucléaire, du projet des Français. Un tel artifice sera de nouveau utilisé quelques années plus tard, au moment de l'achat des ravitailleurs en vol où la France n'acheta pas un ravitailleur en vol mais un avion-cargo équipé d'un dispositif de ravitaillement en vol !

L'affaire du Mirage IV B se termine brutalement, en deux temps. D'abord le 13 août le ministre des armées propose au premier ministre, d'abandonner le projet Mirage IV B et de le remplacer par le Mirage IV A. Puis le 21 août, le ministre signifie à Dassault d'arrêter les travaux relatifs aux Mirage IV B au profit de la formule du Mirage IV-01. Charge aux atomiciens Français de s'accommoder de la réduction de la cavité entre les moteurs, destinée à abriter l'enveloppe de l'arme nucléaire qui passe de 1,20 mètres à 78 centimètres.

Il est légitime de s'interroger sur les raisons de l'abandon du projet Mirage IV B. Il en existe plusieurs, sans pouvoir être absolument exhaustif. La première, le plus sûrement, Monsieur Pinay, ministre des finances ayant mis en garde en rappelant le coût prohibitif pour le budget Français d'un tel projet. En 1959, la France fait toujours face aux événements qui se déroulent en Algérie. Sans oublier les énormes dépenses que vont nécessiter le développement des armes nucléaires. A la date de cette décision, si importante pour l'avenir de l'Armée de l'Air, le premier tir et la miniaturisation n'ont pas encore été effectués. En réalité, le gouvernement Français n'obtiendra la certitude du bon fonctionnement de l'arme nucléaire miniaturisée qu'en juillet 1962 (*****). Un risque existe également au niveau de la propulsion. Même si les moteurs sont achetés sur étagère, la mise au point du couple Mirage IV B/J75 risque d'entraîner des délais excessifs. Le gouvernement insiste fortement pour que la mise en service soit effective au plus tard au milieu de l'année 1965. Si y on ajoute les dépenses qui se profilent, pour la réalisation d'une arme thermonucléaire, jugée incontournable, de la réalisation de missiles sol-sol, des sous-marins à propulsion nucléaire et de leurs missiles mer-sol associées. Toutes technologies qui restent à inventer en France. Les investissements nécessaires à la construction des installations et des moyens de communications, hautement sécurisés, destinés à la mise en œuvre des armes et vecteurs n'est pas négligeable. L'aspect du risque de réduction de souveraineté relatif à l'utilisation d'un moteur étranger n'est peut-être pas si important qu'on voulut bien le dire. A ce qu'il semble, malgré la licence acquise, le gouvernement des États-Unis s'appropriait à interdire l'utilisation du J75 pour la motorisation d'un porteur nucléaire.



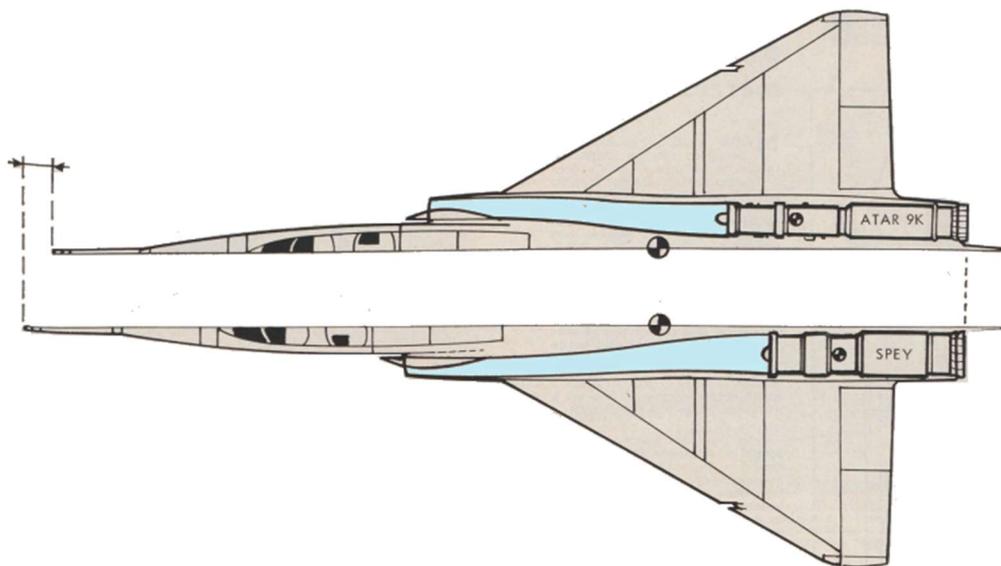
Mirage IV P n° 59 CH en configuration lisse et armé avec un missile fictif ASMP (photo BA-120)



Missile ASMPA (Air Sol Moyenne Portée Amélioré). Les informations relatives à ce missile à propulsion par statoréacteur et à son arme thermonucléaire sont classifiées. Selon des sources ouvertes, la longueur du missile serait d'environ 5 mètres pour une masse de 800 Kg. Il emporterait, selon une trajectoire préprogrammable, une TNA (Tête Nucléaire Aéroportée de 300 KT ?) à une vitesse d'au moins Mach 2 à plus ou moins 500 Kilomètres ?

Le Mirage IV-01 globalement deux fois plus grand que le Mirage III, emporte trois fois plus de carburant en réservoirs internes, alors que le Mirage IV B, deux fois plus grand que le Mirage IV-01, se serait approché des dimensions d'un autre bombardier nucléaire bi-sonique volant déjà aux États-Unis, le Convair B-58 "Hustler" propulsé par quatre moteurs J79-GE-5A (4,6 Tonnes de poussée à sec 6,9 avec la post combustion) de General Electric. La carrière du B-58 fut courte, moins de dix ans. Réputé difficile à piloter, gourmand en carburant, il n'était pas adapté aux vols en basse altitude qui s'imposèrent avec l'augmentation des performances des systèmes, radars et missiles de défense anti-aérienne de l'URSS. Ils ne connurent pas le combat, sauf dans l'excellent film, typique de la guerre froide, de Sidney Lumet "Point limite". Baptisés pour l'occasion "Vindicators" ils sont envoyés par erreur bombardier Moscou. La version finale, Mirage IVA est assez proche, dans ses caractéristiques générales, de celles du bombardier bi-sonique de North-American, le A-5 "Vigilante" embarqué sur les porte-avions de la Navy. Destiné comme le Mirage IV A à emporter une arme nucléaire dans une soute située entre les deux moteurs. Adapté aux vols en basse altitude, dans sa version RA-5C, il effectuera l'essentiel de sa carrière opérationnelle en de dangereuses missions de reconnaissances stratégiques exécutées, surtout en moyenne altitude, notamment au-dessus du Nord Vietnam. Il était motorisé par deux moteurs J79-GE-8 de General Electric, 4,8 Tonnes de poussée à sec, 7,6 avec la post combustion, de poussée unitaire... Dix-huit, dont onze abattus par des canons anti-aériens, seront perdus au-dessus du Nord Vietnam. C'est de tous les avions de la Navy, le taux de perte au combat le plus élevé... Le Mirage IV A dans ses versions IV P et Reco, jamais utilisé dans sa mission principale, mais qui le fut, à de nombreuses reprises, en missions opérationnelles de reconnaissances stratégiques, auxquelles s'ajoute, en 1966, la fameuse mission "Tamouré". Parti de Mont-de-Marsan, via les Iles Açores, les bases de l'USAF d'Othys (Région de Boston), Mather (Région de Sacramento en Californie), Hickam (Iles Hawaii) et Hao (Centre d'essais nucléaires du Pacifique) le 19 juillet, Mirage IVA n° 9 de la 91^{ème}

escadre de bombardement (Escadron Gascogne), supporté par trois Boeing C-135 F (Escadron Landes), avec l'aide de moyens de la Marine Nationale qui assurent la sécurité, largue une arme AN21 (Environ 60 Kt) qui explose au-dessus de l'atoll de Mururoa. La mission " Tamouré " complétait plusieurs missions préalables au cours desquelles, des bombes AN21 inertes avaient été larguées au-dessus du champ de tir de Colomb-Béchar. La carrière opérationnelle du Mirage IVA survira à celle de ces deux avions US qui avaient été retirés du service depuis quelques années.



Mirage IV A bi Snecma Atar 9K - Mirage IV K bi Rolls-Royce Spey 25R (R pour Reheat). La version britannique est pratiquement semblable à la version française excepté un allongement d'environ 30 cm. Seules modifications visibles de la cellule : augmentation de la section de la partie arrière du fuselage (le diamètre du Spey est plus important que celui de l'Atar 9K) et renforcement de cette partie (fixations des réacteurs). Le Spey étant plus court que l'Atar, son centre

de gravité est déplacé vers l'arrière, ce qui entraîne pour rattraper le centrage correct de l'avion, un allongement d'environ 30 cm du fuselage vers l'avant. La manche à air est redessinée en fonction du débit d'air à l'admission plus important pour le réacteur à double flux. Ces modifications relativement peu importantes conservent au Mirage IV Spey tout le bénéfice de la mise au point du Mirage IV A.

Bien que ce qui suit ne fasse pas, à proprement parler, partie du programme Mirage IV B, un autre moteur fut considéré. Contrainte d'abandonner le projet du TSR-2, mais souhaitant pouvoir disposer d'un bombardier stratégique, en 1965, la RAF envoya une mission en France pour évaluer le Mirage IV A qui venait d'entrer en service. Finalement, le gouvernement Britannique lui préférant le General Dynamics F-111, la démarche, n'aura pas de suite. Ces Mirage IV eussent été équipés par des Rolls-Royce Spey 25 R, plus puissants que l'ATAR 9K, de 5,5 tonnes de poussée à sec 9,2 avec la post combustion. Pour encore des raisons de coût, le F-111 sera également abandonné. Nous nous consolerons en apprenant qu'avant de rentrer en Grande-Bretagne les deux officiers évaluateurs de la RAF, dirons " Qu'à eux seuls ils avaient accumulé plus d'heures à vitesse supersonique que toutes celles accumulées par la RAF ".



LE MIRACLE ATOMIQUE
« Auparavant, on m'ignorait. Maintenant... »

Algemeen Handelsblad, Amsterdam

Caricature de Behrendt sur l'explosion de la première bombe atomique française (1960)

La Royal Australian Air Force qui volait déjà sur Mirage III, manifesta de l'intérêt pour le Mirage IV, pour finalement se tourner vers le F-111, dont elle fut avec l'USAF le seul utilisateur étranger.

L'Armée de l'Air Israélienne manifesta de l'intérêt pour une version reconnaissance stratégique du Mirage IV. L'intention étant d'en acheter six. Le gouvernement Français refusa d'accepter cette commande.

On ne peut cesser de s'interroger sur le fait de savoir ce qu'il serait advenu de la SNECMA et de l'Armée de l'Air Française si le programme, Mirage IV B et Mirage IV E avait abouti ?

(*) La France, comme les USA, ont d'abord détonné une arme au plutonium. La raison étant que, dans la mesure, où la disposition de la masse nécessaire d'uranium hautement enrichi soit disponible, les armes à uranium enrichi sont beaucoup plus simples de réalisation que celles au plutonium. Ainsi, les scientifiques du programme " Manhattan " ayant la certitude du bon fonctionnement de " Little Boy " n'avaient testé aucun prototype à uranium enrichi. Le mécanisme de mise à feu et l'usinage du noyau de plutonium étant éminemment plus complexe, l'essai " Trinity " d'une arme au plutonium, pour valider le concept fut considéré indispensable avant l'utilisation de " Fat Man ". Pour son rendement supérieur, bien que difficile à obtenir et à détonner, le plutonium qui n'est pas un élément naturel, est préféré à l'uranium. La puissance de l'arme au plutonium est également un peu plus prédictible.

(**) KT ou Kilotonnes, voir MT pour Mégatonnes, indique une puissance équivalente à l'explosion instantanée de la même masse de TNT. En la matière, il est souvent fait référence au nombre de fois Hiroshima.

(***) L'arme thermonucléaire US B-61, est au cœur de décision de certains pays Européens membre de l'OTAN de se doter du chasseur furtif de Lockheed-Martin F-35 conçu pour être capable de l'emporter.

(****) MIRV, vocable Américain pour " Multiple Independently Targetable Reentry Vehicle ".

(*****) Communication du 18 juillet 1962 au gouvernement de Monsieur Gaston Palewski ministre d'état chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales.

Références :

Document de la Direction des Applications Militaires (CEA/DAM) Au cœur de la dissuasion nucléaire Française.

La genèse du système d'arme stratégique piloté Mirage IV (1956- 1964) - Auteur Monsieur Claude Carlier.

Le Mirage IV, arme de précocité - Auteur Monsieur Jean Forestier.

C'était de Gaule - Auteur Alain Peyrefitte.

Document de GE Aviation Reference GE-1019.001 Turbofan & Turbojet engines Data base handbook - Auteur Elodie Roux.

Remerciements : Mr Luc Berger (Dassault Aviation)

Le lanceur lourd européen Ariane 5 : 1996 - 2023

Ariane, l'esprit de famille

Depuis sa création, le lanceur Ariane, conçu principalement pour lancer des satellites de télécommunications en orbite de transfert géostationnaire (GTO), a dû constamment s'adapter à la demande du marché et à l'accroissement de la masse des satellites. 1, 2, 3 et 4 sont autant de chiffres et d'améliorations successives apportées au lanceur européen Ariane, dont les capacités, selon la version, se sont échelonnées entre 1,9 et 4,5 tonnes de charge utile.

Cependant la capacité de croissance d'Ariane 4 n'étant pas illimitée, l'ESA a décidé, en novembre 1987, la création d'un lanceur plus puissant, plus fiable et permettant de réduire de 40% le prix du kg lancé. Mise en service opérationnel en juin 1996, Ariane 5 s'est définitivement substituée à Ariane 4 en février 2004. Le nouveau lanceur a été conçu initialement pour placer des satellites sur l'orbite de transfert géostationnaire et des charges lourdes en orbite basse (LEO) à quelques centaines de kilomètres (400 km pour la Station spatiale internationale) telles que l'avion spatial Hermès. Le programme de ce dernier fut abandonné en 1992 suite aux exigences de sécurité résultant de l'accident de la navette spatiale américaine Challenger qui entraînaient un alourdissement prohibitif pour le lanceur déjà en développement.

Néanmoins cette capacité charge lourde en LEO sera utilisée plus tard avec l'envoi vers la Station spatiale internationale de cargos à l'accostage automatisé, les ATV (Automated Transfer Vehicle).

Architecture

Etudiée pour lancer le plus souvent des satellites commerciaux de télécommunication mais également l'avion spatial Hermès ou des éléments de la station orbitale, Ariane 5 affiche les performances suivantes :

- lancement en GTO de satellites de télécommunications : 6,9 tonnes avec l'Ariane 5 G, 8 tonnes avec l'Ariane 5 ES et 10,5 tonnes avec l'Ariane 5 ECA,
- lancement en LEO circulaire (400 km) de charges de type station orbitale : 18 tonnes avec l'Ariane 5 G et 21 tonnes pour les Ariane 5 ES et ECA,
- lancement en orbite héliosynchrone quasi polaire (800 km) de satellites d'observation de la Terre : 12 tonnes,

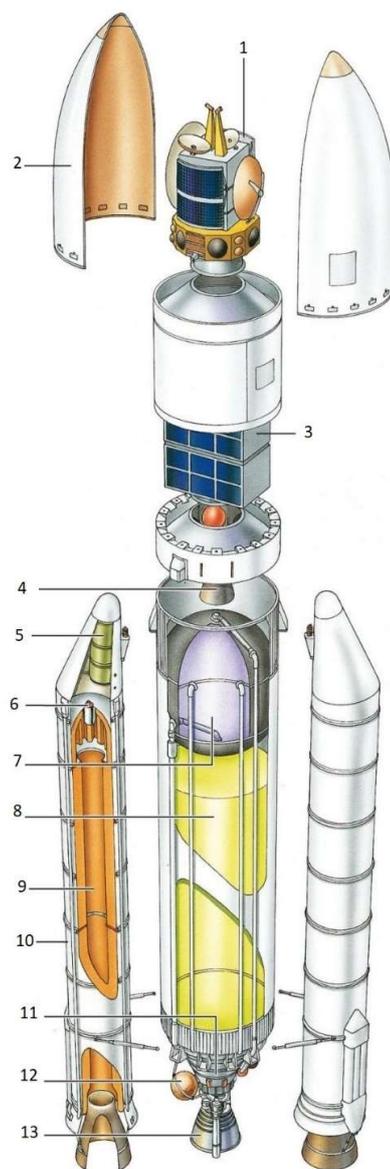
Pour cela, le lanceur dont la hauteur est comprise entre 47 à 52 mètres avec sa charge utile possède une architecture simple et robuste comportant un " composite inférieur " commun à toutes les missions, un étage supérieur spécifique à chacune de celles-ci et la charge utile avec sa coiffe.

Le composite inférieur est l'assemblage de deux Moteurs à Propergol Solide (MPS) P230, formant l'Étage d'Accélération à Poudre (EAP) et de l'étage principal cryotechnique (EPC), de part et d'autre duquel ils sont disposés. Fournissant 92 % de la poussée au décollage les MPS exercent une poussée totale moyenne de 13 400 kN durant leurs 2 minutes de fonctionnement et consomment 460 tonnes de propergol solide.

L'EPC fonctionne pendant 10 minutes, équipé du moteur Vulcain 1 qui brûle 160 tonnes d'hydrogène et d'oxygène liquides et développe une poussée de 1 120 kN avec une vitesse d'éjection des gaz de 4300 m/s. Ces deux ergols liquides à très basse température, - 183°C pour l'oxygène et - 253°C pour l'hydrogène, sont appelés ergols cryotechniques. Sa mise à feu 7 secondes avant le décollage permet de contrôler la parfaite montée du lanceur et sa stabilisation en puissance.

Légende écorché Ariane 5 :

- | | | |
|---|-------------------------------------|---------------|
| 1. Charge utile | 7. Réservoir d'oxygène (- 183 °C) | |
| 2. Coiffe | 8. Réservoir d'hydrogène (- 253 °C) | |
| 3. Case à équipements (électroniques) | 9. Propergol solide | |
| 4. Moteur étage supérieur : Aestus ou HM-7B | 10. Moteur à propergol solide | |
| 5. Container à parachute | 11. Moteur cryogénique Vulcain | |
| 6. Dispositif de mise à feu | 12. Réservoir à hélium | 13. Divergent |



Selon la version, le dernier étage est propulsé soit par un moteur-fusée Aestus brûlant des ergols stockables soit par un propulseur à ergols cryogéniques HM-7B.

Comme les précédentes fusées Ariane, Ariane 5 a été lancée depuis le Centre spatial guyanais (CSG) à Kourou en Guyane.

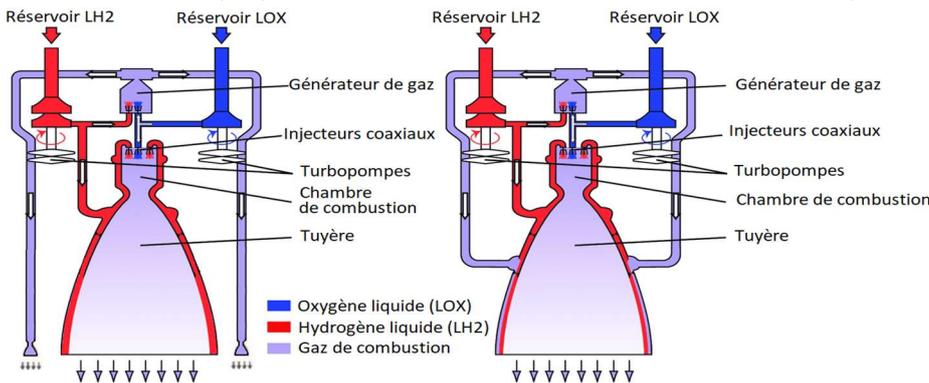
Le moteur cryotechnique Vulcain

Mis en service avec Ariane 5, le moteur Vulcain fonctionne selon le cycle dit à générateur de gaz (ou flux dérivé) ; sa chambre de combustion est alimentée en LOX / LH2 grâce à deux turbopompes, dont chacune est entraînée par une turbine animée par les gaz provenant d'un générateur de gaz unique. Celui-ci est une petite chambre de combustion alimentée en parallèle de la chambre principale et produisant des gaz à relativement basse température.

Le propulseur comporte deux parties distinctes :

- La chambre de combustion, prolongée par un début de divergent dont la section de sortie admet d'avoir une pression statique des gaz éjectés voisine de la pression atmosphérique au sol, ce qui rend possible d'effectuer des essais sans nécessiter de simulation d'altitude. Elle est refroidie par circulation d'hydrogène liquide dans des canaux longitudinaux avant son injection dans la chambre de combustion elle-même.
- Le divergent, qui assure la détente finale. Il est constitué d'un ensemble de tubes hélicoïdaux en forme et soudés. Il est également refroidi par un très faible débit d'hydrogène liquide (2 à 3 % du débit principal) dit " dump cooling ", circulant dans les tubes et éjecté sous forme gazeuse à leur sortie.

L'ensemble du propulseur est orientable (6° et au maximum 7,3°) pour le pilotage du vecteur poussée.



A gauche Vulcain 1

A droite Vulcain 2

Sur Vulcain 2 les échappements des turbines sont injectés dans le débit principal du propulseur

Deux versions du moteur cryogénique se sont succédé : le Vulcain 1 pour les versions génériques d'Ariane 5, Ariane 5G, 5G+ et GS fournissant une poussée de 1 125 kN dans le vide et, à partir de 2002, le Vulcain 2 pour la version Ariane 5 ECA, développant une poussée plus importante de 20% : 1 340 kN dans le vide. Le moteur Vulcain 2 se caractérise par l'injection des échappements des turbines dans le divergent. Ces gaz sont produits avec un rapport de mélange LOX / LH2 voisin de 1 afin de limiter leur température à environ 1 000 °K, les turbines n'étant pas refroidies. L'excès d'hydrogène non brûlé peut ainsi être recombéné avec les gaz issus de la chambre de combustion (rapport de mélange 6) et apporter un gain d'impulsion spécifique modeste, de trois secondes, mais sans complexifier et à moindre coût.

Caractéristiques techniques : Vulcain 1 / Vulcain 2

Caractéristiques techniques : Vulcain 1 / Vulcain 2		
Poussée totale dans le vide	1 140 kN	1 350 kN
Poussée totale au sol	815 kN	960 kN
Impulsion spécifique dans le vide (*)	431 s	434 s
Pression de combustion	110 bar	115 bar
Rapport de section	45	59
Temps de fonctionnement en vol	575 s	575 s
Durée de vie	6000 s + 20 démarrages	6000 s + 20 démarrages
Hauteur	3 m	3,60 m
Diamètre (sortie de tuyère)	1,76 m	2,15 m
Masse totale	1 700 kg	2 040 kg

Les Moteurs à Propergol Solide (MPS)

L'Étage d'Accélération à Poudre (EAP) est constitué de deux propulseurs d'appoint MPS (ou boosters) d'une hauteur de plus de 30 mètres et d'une masse unitaire de 275 t dont 240 t de propergol solide. Chaque MPS est constitué d'une tuyère en composite de 3 mètres de diamètre et orientable (6° maximum), d'un allumeur et de trois segments chargés en propergol. L'EAP est l'étage complet, constitué à partir de ce moteur avec tous les systèmes de commande (d'allumage, de pilotage, de destruction et éventuellement de récupération), la jupe avant et la jupe arrière, et les éléments qui relient l'EAP au corps central du lanceur.

En arrachant Ariane 5 de la table de lancement avec une accélération de 0,5 g au décollage, les deux boosters latéraux ne fonctionnent que deux à trois minutes pour traverser les couches denses de l'atmosphère. Fournissant chacun une poussée de 6 700 kN, ils assurent 90% de la poussée totale au décollage et se détachent une fois vides à 70 km d'altitude (80 secondes environ). Au cours de leur carrière, la seule préoccupation lors de chaque vol a concerné les oscillations de poussée. Ce phénomène a été un gros problème sur Ariane 5 avec des oscillations qui ont doublé d'intensité depuis les origines du programme.

Deux versions ont été utilisées : le MPS pour les versions génériques d'Ariane 5, Ariane 5G, 5G+ et 5S, fournissant une poussée de 6 700 kN et, à partir de 2002, le MPS " surchargé " par l'ajout de 2,43 t de propergol solide pour la version ECA d'Ariane 5, Ariane 5 ECA, développant une poussée de 6 850 kN. Cette nouvelle définition a permis d'augmenter la masse de la charge utile d'environ 200 kg en orbite géostationnaire. Comparés au moteur Vulcain, les deux EAP ne peuvent être éteints une fois allumés, d'où leur danger en cas de défaillance.

Caractéristiques techniques : MPS / MPS amélioré		
Poussée maximum dans le vide	6 700 kN	6 850 kN
Poussée initiale dans le vide	6 000 kN	6 150 kN
Impulsion spécifique dans le vide (*)	270 s	270 s
Durée de combustion	130 s	135 s
Pression maximum	60 bar	60 bar
Masse totale	268 tonnes	270.43 tonnes
Masse de propergol	238 tonnes	240.43 tonnes
Longueur totale	31 m	31 m
Diamètre du corps du propulseur	3 m	3 m

Le moteur -fusée à ergols liquides hypergoliques Aestus

Développé dans les années 1990, l'Aestus est un moteur-fusée à ergols liquides hypergoliques pour propulser l'étage supérieur EPS du lanceur européen des versions Ariane 5 G, G+, 5S et ES. Développant une poussée de 28,4 kN, il présente l'avantage d'être réallumable plusieurs fois ce qui lui permet de lancer plusieurs satellites sur des orbites différentes, ou de circulariser une orbite basse sans que le satellite utilise sa propre propulsion. L'Aestus est orientable en lacet et en tangage grâce à des vérins électromécaniques.

Il a été utilisé entre 1997 et 2009 au cours de 33 missions.

Caractéristiques techniques : Aestus	
Poussée totale dans le vide	28,4 kN
Impulsion spécifique dans le vide (*)	324 s
Durée de combustion	930 s
Pression maximum	11 bar
Masse totale	111 kg
Ergols liquides stockables	Peroxyde d'azote (N ₂ O ₄) et Diméthylhydrazine asymétrique (UDMH)
Longueur totale	2,20 m
Diamètre tuyère	1,32 m

Le moteur cryotechnique HM-7B

Premier moteur-fusée utilisant l'oxygène et l'hydrogène liquides construit en série en Europe, le moteur cryotechnique HM-7 a été développé pour propulser le troisième étage d'Ariane 1 pour son premier vol, le 24 décembre 1979 (mission L01). Son rôle est de communiquer la vitesse finale de 10,2 km/s (à 200 km

d'altitude) permettant l'injection sur orbite de transfert. Ce sont les impulsions données à l'apogée par le système propulsif du satellite qui permettront la mise à poste sur l'orbite géostationnaire.

De type non réallumable sa poussée initiale était de 60 kN et durait 780 secondes. Les moteurs de la famille HM-7 ont été utilisés sur les lanceurs Ariane 1, 2, 3, 4 puis par l'étage supérieur d'Ariane 5 de type ECA (version pouvant placer 10,5 tonnes en orbite de transfert géostationnaire).

Une première version améliorée, désignée HM-7B et délivrant 64,8 kN, a été utilisée sur une fusée Ariane 3 le 4 août 1984. La fusée Ariane 5 ECA utilise une version encore plus puissante fournissant 70 kN durant 970 secondes (l'appellation du moteur n'a pas été modifiée). L'arrêt d'Ariane 5 marque la fin de carrière pour le moteur HM-7 qui aura été mis à feu 228 fois dans le vide spatial, avec 5 échecs dans les 70 premiers, aucun ensuite. Sa version HM-7B a effectué 157 lancements consécutifs avec fonctionnement nominal.

Caractéristiques techniques : HM-7 B	
Poussée totale dans le vide	64,8 kN
Impulsion spécifique dans le vide (*)	445 s
Durée de combustion	930 s
Pression maximum	36,6 bar
Masse totale	165 kg
Ergols	Hydrogène et Oxygène liquides
Longueur totale	2,01 m
Diamètre tuyère	0,99 m

Versions

En 27 années de carrière, cinq versions du lanceur lourd européen se sont succédé.

Ariane 5 G. Dite générique, cette version autorise une charge utile de 18 t en orbite basse et une charge utile de 6,9 t en orbite de transfert géostationnaire (GTO). Sa hauteur est de 52 m et sa masse au décollage de 746 t. Treize Ariane 5 G ont été lancées entre le 10 décembre 1999 et le 27 septembre 2003.

Ariane 5 G+. Cette version d'Ariane 5 G, dotée d'un étage supérieur amélioré, offre une charge de 6 950 kg. Sa hauteur est de 52 m et sa masse au décollage de 746 t. Trois lanceurs de ce type ont été tirés, entre le 2 mars et le 18 décembre 2004.

Ariane 5 GS. Cette version dispose des mêmes EAP que l'Ariane 5 ECA et d'un premier étage modifié avec un moteur Vulcain 1B. La charge possible est de 6 500 kg en GTO. Sa hauteur est de 47 m et sa masse au décollage de 750 t. Six tirs ont eu lieu entre le 11 août 2005 et le 18 décembre 2009.

Ariane 5 ES. C'est une version Ariane 5 générique équipée d'un étage supérieur réallumable à propergol stockable (EPS) avec une capacité de charge utile de 21 t en orbite basse et de 8 t en orbite GTO. Ariane 5 ES a été conçue pour placer en orbite basse le vaisseau cargo ATV ravitaillant la Station Spatiale Internationale (ISS) en air, vivres, carburant et matériel scientifique. Elle peut placer jusqu'à 21 t de charge utile sur cette orbite. Sa hauteur est de 53 m et sa masse au décollage de 775 t. Son premier lancement a eu lieu le 9 mars 2008 et le dernier le 25 juillet 2018. Au total, huit tirs ont été réalisés dont cinq ATV (ATV-1 Jules Verne, ATV-2 Johannes Kepler, ATV-3 Eduardo Amaldi, ATV-4 Albert Einstein et ATV-5 Georges Lemaître).

Ariane 5 ECA (Evolution Cryotechnique type A). Introduite en décembre 2002 elle est capable d'envoyer une charge utile de 21 t en orbite basse et une charge utile 10,5 t en orbite GTO. Sa hauteur est de 52 m et sa masse au décollage de 780 t. Elle est aussi appelée Ariane 5 " 10 tonnes ", en référence à sa capacité de



mise en orbite de transfert géostationnaire. Ce saut quantitatif a été autorisé grâce à diverses améliorations : allègement de la partie haute du lanceur, réduction des culots d'ergols de chaque étage, optimisation de la structure des EAP (Etages d'Accélération à Poudre) par réduction de sept à trois segments. Depuis fin 2009, c'est la seule version qui a été utilisée pour lancer des satellites commerciaux. Tirée 84 fois, elle n'a connu qu'une défaillance, lors du vol VA-157 (1^{er} tir) le 11 décembre 2002.

Fiabilité et disponibilité

Depuis le premier vol en juin 1996 jusqu'au dernier en juillet 2023, toutes versions confondues, la gamme Ariane 5 a effectué 117 missions (quatre de qualification et 113 commerciaux) avec :

- . 2 échecs : VA-501 en juin 1996 (hors propulsion) et VA-517 en décembre 2002.
- . 3 demi-succès,
- . 102 succès consécutifs en propulsion, de février 2005 à juillet 2023.



Lors de son 42^{ème} vol (VA-219), au mois de juillet 2014, le lanceur avait réalisé un nouveau record de charge utile en orbite basse : le vaisseau cargo ATV-5 Georges Lemaître pesant plus de 20,3 tonnes, cargaison comprise. C'est l'une des charges les plus lourdes jamais transportées par un lanceur européen.

Au moment du lancement de la 100^{ème} Ariane 5, en septembre 2018, le lanceur lourd européen affichait : 207 satellites mis en orbite soit une masse cumulée de plus de 790 tonnes dont 170 étaient destinés à l'orbite géostationnaire, dont 153 pour relayer les télécommunications.

Au moment du lancement de la 200^{ème} fusée, en février 2011, le programme pouvait être résumé en quelques chiffres : 95 % de fiabilité, le taux de réussite du lancement des fusées Ariane depuis le début du programme en 1979 ; plus de 300 " passagers " largués dans l'espace, dont plus de 200 satellites de télécommunications et 9 de météorologie ; 37 476 km/h, le record de vitesse atteint par une fusée Ariane 5. De quoi relier Paris à New York en moins de 10 minutes.

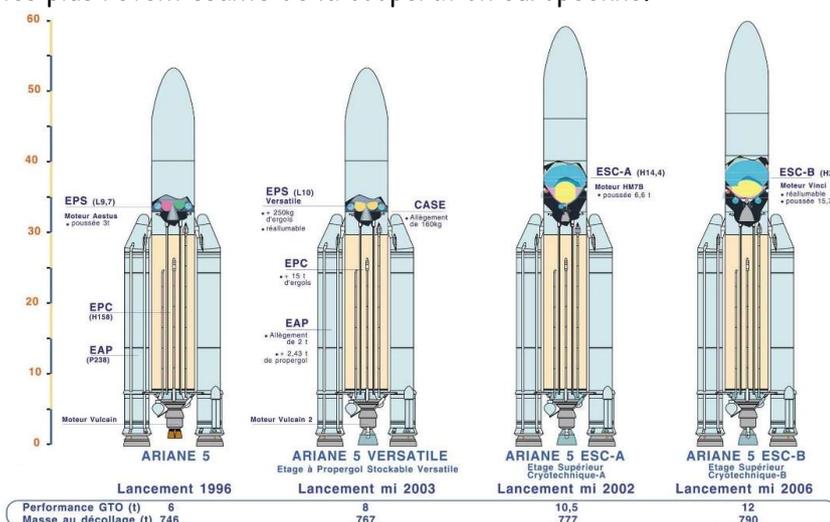
En 27 ans, entre le 4 juin 1996 et le 5 juillet 2023, le lanceur lourd européen de quatrième génération s'est élancé à 117 reprises de l'Ensemble de Lancement n°3 (ELA 3) du Centre spatial guyanais de Kourou. Il a permis de satelliser un total de 239 satellites (dont 197 sur orbite GTO), pour le compte de 65 clients institutionnels et commerciaux, originaires de 30 pays différents. Ariane 5 tire sa révérence en affichant un taux de réussite de 96,6 %. Quatre lancements ont connu une issue dramatique : l'explosion lors du vol inaugural, deux mises à postes sur des orbites trop basses (en octobre 1997 et juillet 2001), et une destruction lors de la mission 517, suite à un défaut de refroidissement du moteur Vulcain 2, entraînant la défaillance structurelle de la tuyère.



Pour son ultime mission, VA-261 en juillet 2023, la fusée européenne a embarqué deux satellites et reçu sur son premier étage, un trèfle à quatre feuilles d'un mètre de hauteur avec l'inscription " Good luck old lady for the last flight " (" Bonne chance, vieille dame, pour ton dernier vol ") pour lui porter bonheur, comme lors du dernier vol d'Ariane 4 en 2003.

Le vol VA-261 clôture une épopée remarquable, démarrée il y a 27 ans, le 4 juin 1996 (mission VA-501), représentant 117 lancements au total, commerciaux, institutionnels, vers des orbites basses, moyennes, géostationnaires et parfois même lointaines et une fiabilité exemplaire avec seulement cinq échecs.

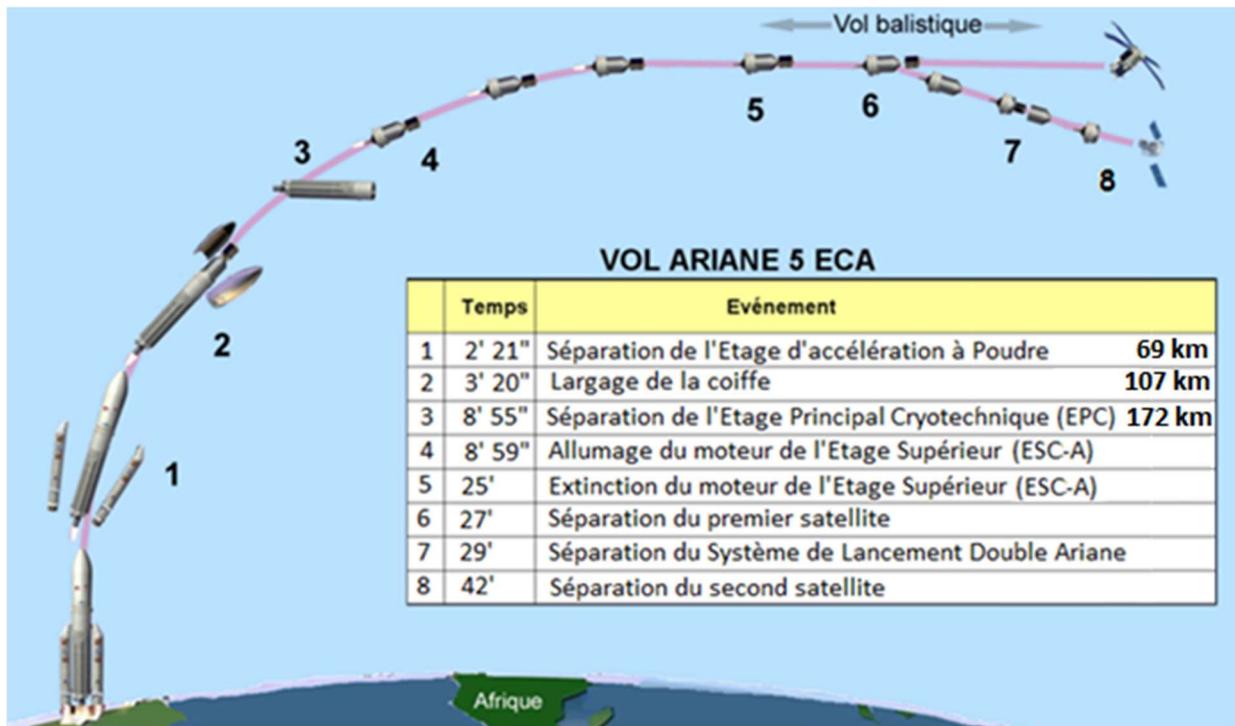
Spécialisée dans les programmes spatiaux civils, le lanceur Ariane a volé de succès en succès. En témoigne l'élargissement des missions de la fusée européenne. Une fiabilité qui fait des cinq générations de lanceurs, qui doivent leur nom à l'inclination d'un ministre de Georges Pompidou pour la Grèce antique, l'un des succès les plus retentissants de la coopération européenne.



Evolutions lanceur Ariane 5.

La puissance maximale développée au décollage par une Ariane 5 approche les 20 GW, soit l'équivalent de 2000 TGV (9 MW unitaire) ou de 30% de la puissance installée du parc français de production d'électricité nucléaire (62 GW).

Déroulement d'un vol standard Ariane 5



Déroulement d'un vol standard Ariane 5. Altitudes clés : 69 km, 107 km et 172 km.

Depuis le mois d'avril 2011, vol VA-201, les missions d'Ariane 5 sont notées VA-, afin d'être distinguées des vols Soyouz (VS) et Vega (VV).

La ligne de Karman (100 km) délimite la frontière entre l'atmosphère terrestre et l'espace.

Le déroulement de chaque vol est standard, sa durée est plus ou moins longue selon les missions. Dix étapes principales sont à distinguer.

H0. Allumage du moteur Vulcain.

H0 + 7 secondes. Allumage des Etages d'Accélération à Poudre (EAP). Décollage.

H0 + 2 minutes et 21 secondes. Séparation de l'Etage d'Accélération à Poudre. L'altitude est de l'ordre de 65 km.

H0 + 3 minutes et 20 secondes. Largage de la coiffe. L'altitude est de l'ordre de 105 km.

H0 + 8 minutes et 55 secondes. Extinction du moteur Vulcain. Séparation de l'Etage Principal (EPC).

H0 + 8 minutes et 59 secondes. Allumage du moteur HM-7B de l'Etage Supérieur (ECS-A). L'altitude est de l'ordre de 170 km.

H0 + 25 minutes. Extinction du moteur HM-7B de l'Etage Supérieur.

H0 + 27 minutes. Séparation du premier satellite. L'altitude est de l'ordre de 993 km.

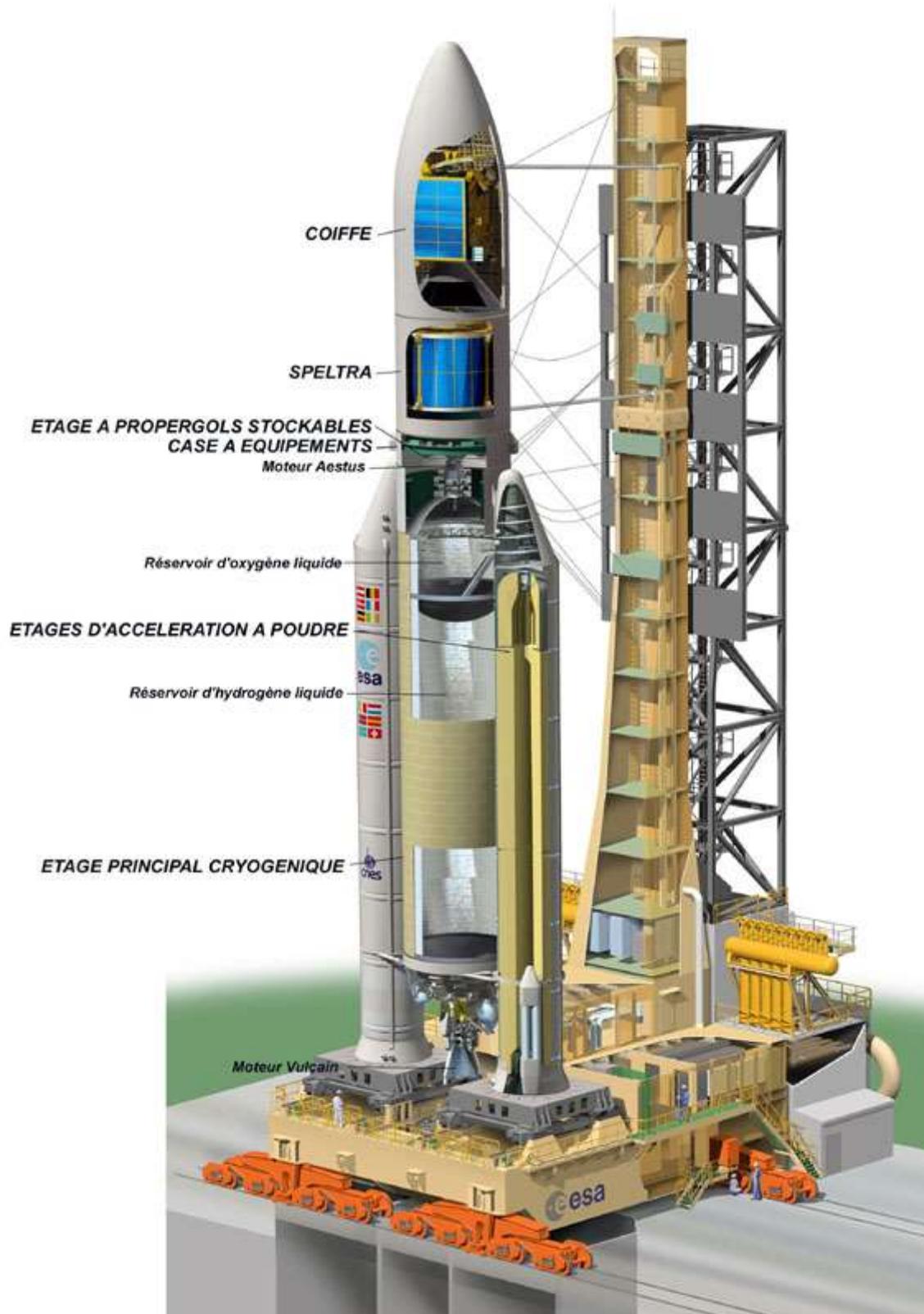
H0 + 29 minutes. Séparation du Système de Lancement Double Ariane (structure Sylda). L'altitude est de l'ordre de 1434 km.

H0 + 42 minutes. Séparation du deuxième satellite. L'altitude est de l'ordre de 1 900 km.

* L'impulsion spécifique, généralement notée Isp, est une grandeur utilisée pour mesurer l'efficacité de moteurs à réaction et des moteurs-fusées. Elle indique la durée pendant laquelle un kilogramme de propergol peut produire la poussée nécessaire pour équilibrer le poids d'une masse d'un kilogramme.

Remerciements : Jean Pierre Livi, Jean-Claude Corai, André Bousac, Jean-Marie Renaud

Publications consultées : Bi-mensuel " Aviation Magazine International ", Revues SEP et " L'Aérospatiale ", Hebdomadaire " Air et Cosmos ", Mensuel " Air Actualités "



Lanceur Ariane 5 sur son pas de tir.

Faisant partie du mât de la table de lancement, les bras cryotechniques assurent le remplissage des réservoirs cryogéniques en hydrogène et oxygène liquides de l'étage supérieur du lanceur à partir du sol ainsi que la vidange en cas de besoin. Ils apportent également l'hélium nécessaire à la pressurisation des réservoirs et l'hélium et l'azote pour le conditionnement.

Avec Ariane 5 les bras cryotechniques (d'une longueur de 13 m) sont déconnectés du lanceur avant allumage du moteur Vulcain et, dans le cas où une chronologie de lancement devrait être arrêtée après la déconnexion, le lanceur dispose de connexions spécifiques dédiées à la vidange des ergols.

Le barographe à capsule anéroïde : une pièce d'exception

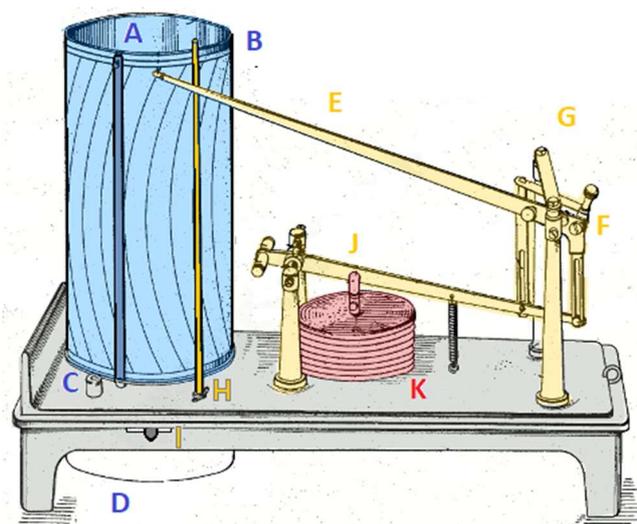
Avant l'avènement du GPS (Global Positioning System), au début des années 1990, et de l'électronique numérique, l'aéronautique a utilisé pendant plusieurs décennies des baromètres embarqués enregistrant l'altitude pour tous les vols d'aéronefs devant être homologués, épreuves de brevet, certificats de performances ou vols de records. L'instrument permet de prouver qu'il n'y a pas eu de fraude, atterrissage intermédiaire sur le temps de vol surveillé par exemple, ou que l'altitude revendiquée a bien été atteinte. Également appelé barographe, le baromètre enregistreur a été inventé à la fin du XVII^{ème} siècle. Il a ensuite été perfectionné avec le système de Vidie au XX^{ème} avec lequel la variation de la pression atmosphérique détectée par une capsule anéroïde est amplifiée avant d'obtenir un tracé sur un rouleau.



Historique

A l'origine l'enregistreur barométrique a été conçu pour être un instrument de marine par l'Anglais Samuel Moreland en 1670. Son rôle était d'apporter un visuel des dépressions pour l'avertissement des grains et tempêtes (chute à partir de 5 millibars dans l'heure). L'aéronautique en a fait un usage détourné, basé sur la variation de pression en fonction de l'altitude. Quelques jours après l'entrée en vigueur du brevet de pilote aviateur en France, en janvier 1910, voit la première utilisation aéronautique du barographe lorsque Hubert Latham, bat le record d'altitude à 1 000 mètres sur son monoplan Antoinette. Vingt-ans plus tard, en 1931, c'est le monde du vol à voile qui se l'approprie pour homologuer le brevet D de planeur.

Au cours de la Première guerre mondiale, le barographe avait un usage, en France, presque toujours réservé aux épreuves sportives ou à celles du brevet d'aviateur contrairement aux Allemands qui en avaient un emploi quasi-systématique. Dans les décennies 1920 -1930, il était abondamment employé par le Centre d'Essais du Matériel Aérien (CEMA) de Villacoublay, terrain de prédilection des raids, records et meetings aériens. Des barographes Jules Richard à capsules anéroïdes ont été notamment utilisés, en association avec d'autres instruments, pour la mesure des qualités de vol c'est-à-dire pour établir des comparaisons entre différents avions, pour la maniabilité et même l'acrobatie. Au début, les barographes étaient très mal adaptés à leur rôle, avec leur lourd mouvement excentré par rapport à l'axe de rotation qui provoquait des avances ou des reculs à chaque accélération brutale de l'aéronef ; toutefois ils s'améliorent peu à peu à partir de 1925.



Barographe à capsules anéroïdes - Vue générale

Le barographe enregistreur comporte une barométrique anéroïde (rouge), qui se dilate et se contracte en fonction des variations de la pression atmosphérique. Ces mouvements sont amplifiés par les leviers (jaune) et enregistrés par un stylo appuyé contre le tambour en papier (bleu).

Au cours des années 1930, les barographes seront même employés pour l'auscultation des moteurs en vol et plus particulièrement pour la mesure du dispositif de suralimentation ou "chiffrage" des pressions notablement supérieures à la pression atmosphérique (jusqu'à 820 mm, de mercure). Pour cela, le barographe

- A. Barrette fixe papier
- B. Cylindre porte papier
- C. Mouvement d'entraînement mécanique
- D. Fixation du mouvement
- E. Stylet porte-plume
- F. Vis de réglage pression d'inscription
- G. Vis de mise au point
- H. Système éloigne plume
- I. Doigt de commande éloigne plume
- J. Vis réglage altitude
- K. Capteur (capsules anéroïdes)

était enfermé dans une boîte étanche ; un ajustage y aboutissait, qui partait de la tubulure d'admission du moteur et une dérivation qui allait jusqu'à la planche de bord.

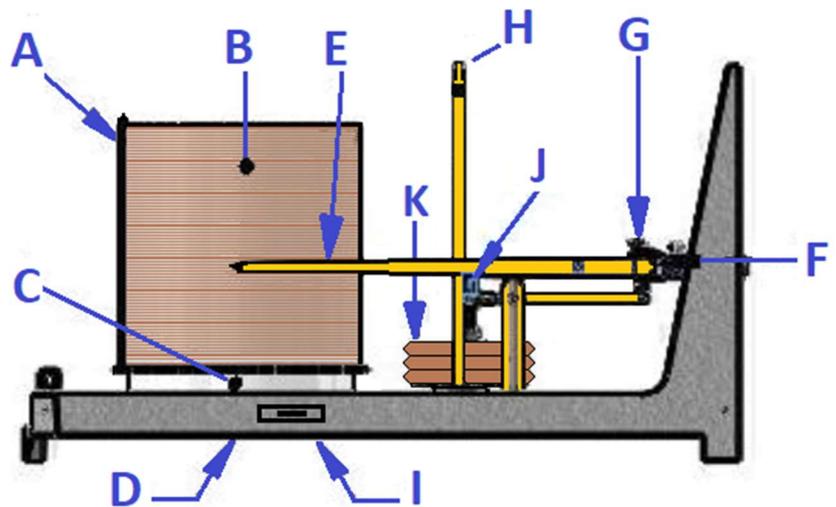
Leader français à l'époque, les établissements Jules Richard, dont le premier modèle date de 1855, fabriquait également des versions de petit gabarit dit de " poche ". Au moment où la firme fêtait son centenaire (en 1955), près de deux millions d'exemplaires avaient été fabriqués et vendus dans le monde. Les clubs de Vol à Voile ont été de grands utilisateurs de barographes pour valider les différents brevets.

Principe de fonctionnement

Le barographe permet d'enregistrer la pression atmosphérique tout au long d'un vol, à l'aide d'un stylet encre mobile sur une feuille de papier gradué placée sur un tambour tournant lentement entraîné par un mouvement d'horlogerie. Quand la pression atmosphérique augmente ou diminue, elle aplatit plus ou moins deux ou plusieurs capsules métalliques empilées. Un levier transmet ces mouvements en les amplifiant au stylet.

Ce tambour se remonte avec une clé. Le papier peut être gradué en millimètres de mercure (mm Hg) ou en millibars (mbar). Plus le nombre de capsules est élevé, plus le barographe est précis, de l'ordre de 0.5 à 1 hPa.

- A. Barrette fixe papier
- B. Cylindre porte papier
- C. Mouvement d'entraînement mécanique
- D. Fixation du mouvement
- E. Stylet porte-plume
- F. Vis de réglage pression d'inscription
- G. Vis de mise au point
- H. Système éloigne plume
- I. Doigt de commande éloigne plume
- J. Vis réglage altitude
- K. Capteur (capsules anéroïdes)



Barographe - Coupe longitudinale

Mode d'emploi et précautions

Quasiment tous les vélivoles des décennies 1930 à 1990 ont appris à utiliser les barographes en aéro-club.

Attention : avant toute utilisation du barographe s'assurer de sa dernière date d'étalonnage : 5 ans avant ou 2 mois après le vol.

Avant sa mise place dans l'aéronef, les opérations suivantes sont à effectuer :

- ouvrir le capot,
- desserrer le bouton moleté axial puis enlever le tambour central. Cette méthode permet d'éviter tout geste inconsidéré ou involontaire qui pourrait endommager la mécanique et de s'assurer que le pignon d'entraînement est propre (poussières, bout de papier).
- libérer la barrette verticale en la faisant glisser pour extraire la feuille de papier quadrillé (de couleur bistre) du barogramme,
- mettre en place une nouvelle feuille, après en avoir choisi une en fonction de l'échelle d'altitude idoine pour le barographe utilisé (il existe différents modèles : 3 000 mètres, 5 000 mètres, 8 000 mètres, etc).
- enrouler la feuille autour du cylindre, en pliant sur elle-même une des extrémités sur quelques millimètres, et en glissant la barrette dans ce repli. Avec un peu d'habitude ça marche. Sinon, on recommence...
- reposer le tambour central puis serrer le bouton moleté.
- en imaginant le sens de rotation du cylindre, tourner celui-ci de manière à ce que le stylet traceur touche le papier au-delà de la surépaisseur de la barrette, cela évite un sauté malencontreux du tracé.

Nota : les plus anciens stylets traceurs possédaient à leur pointe une mini-coupelle à encre de forme triangulaire, les plus récents étaient équipés d'une pointe-feutre. Le remplacement du stylet se fait selon état (choc ou perte).

- ajuster en hauteur la pointe du stylet traceur de manière à la régler sur l'altitude zéro (réglage au QFE).

- à l'aide de la clef double remonter le mécanisme d'horlogerie dans le sens anti-horaire qui fait tourner le cylindre. Ne pas forcer lorsque l'on rencontre la résistance annonçant que le remontage est au maximum. Le bruit caractéristique du fonctionnement du mouvement d'horlogerie doit alors être audible.
- refermer le capot.

Mise place dans l'aéronef :

- positionner le barographe dans l'aéronef en le fixant avec ses huit crochets. Le boîtier possède 4 crochets sur la face supérieure et 4 crochets sur la face inférieure qui sont reliés à la structure de l'aéronef au moyen de suspentes élastiques afin d'amortir les vibrations produites par l'aéronef et surtout, dans le cas des planeurs, du choc d'un retour au sol trop violent.
- caler le barographe +/- horizontalement,

Nota : selon le type de vol (comme un record), il peut y avoir signature d'un commissaire et pose de scellés.

- avant de décoller, ne pas oublier de mettre en fonctionnement le système d'horlogerie (oubli fréquent, et vol à refaire). C'est pourquoi les vélivoles expérimentés préféraient s'assurer dans la patience d'un début de tracé, bien visible, avant le vol et après le vol pour obtenir un tracé effectif et sans équivoque.



Baromètre-enregistreur NG 5489-2-2. Le doigt métallique situé au centre de l'embase du boîtier permet de maintenir le stylet encreur en position écartée, pour éviter d'écrire sur le papier.

Baromètre-enregistreur Jules Richard NG 5489-2-2 avec un barogramme (échelle 0 - 5 000 mètres)

Le barographe du musée Safran

Construit par la société Jules Richard, le baromètre-enregistreur NG 5489-2-2 (n° 292148) a appartenu à la section vol à voile de l'aéroclub Hispano-Suiza (ACHS) qui l'a utilisé pendant quelques décennies pour valider des records et performances d'altitude. Implanté sur l'aérodrome de Cergy-Pontoise, l'aéro-club Hispano-Suiza, créé en février 1945, a été tout d'abord installé à Toussus-le-Noble, près de Versailles, avec son premier avion, un Stampe. En 1951, l'ACHS reçoit l'autorisation de nous installer à Pontoise-Cormeilles, puis le club s'est progressivement enrichi de diverses sections : avion à moteur, planeur (à La Ferté-Alais puis à Buno-Bonnevaux), parachutisme, modélisme. L'ACHS possède aujourd'hui une flotte de 33 avions.

Le barographe est complet avec sa clef double, un stylet de rechange, une cartouche d'encre, deux enveloppes de feuillets neufs. Il est encore en parfait état de fonctionnement.

La masse du boîtier est de 1 kg 397 et ses dimensions : longueur 18 cm, largeur 10,5 cm et hauteur 11 cm. Le ruban de papier de couleur bistre (long de 22,5 cm et large de 7 cm) porte en abscisse l'échelle des pressions exprimée en hg puis celle des altitudes en mètres. La vitesse de défilement du tambour central est de 180 mm en 6 heures. Sur l'embase, un petit levier permet de maintenir le stylet encreur en position écartée, pour éviter d'écrire malencontreusement sur le papier, lors des manipulations de mise en place du barographe dans l'aéronef.



Fermé par un unique verrou à serrage rapide de type " sauterelle " mais dépourvu de poignée, le barographe enregistreur est équipé de huit crochets de suspension fixés sur les faces supérieures et inférieures du boîtier. Son installation à bord de l'aéronef ne nécessite aucun outillage : il suffit de raccorder 8 sandows sur la structure avion.

Fonction : mesurer la pression atmosphérique et enregistrer en continu les relevés sur une période de six heures.

Constitution. Appareil métrologique de précision, le barographe enregistreur comporte deux mécanismes fragiles : l'un entraînant le cylindre porte papier et l'autre amplifiant les variations de la double capsule barométrique.

Le cylindre porte papier incorpore un mécanisme d'horlogerie et deux orifices protégés par des petits volets : l'un pour le passage de la clef double (à embouts carrés) pour le remontage du mécanisme d'horlogerie, l'autre pour le dispositif d'étalonnage de la vitesse du mécanisme d'horlogerie de défilement du tambour " R - / A + " (signifiant " Retard " et " Avance "). Par construction, la vitesse de défilement en périphérie du cylindre est de 180 mm en 6 heures (soit 7 h 06 pour une rotation complète du cylindre porte papier) de ce modèle limité à un plafond de 5 000 mètres.

Le mécanisme associé à la double capsule barométrique amplifie ses variations de hauteurs qui sont transmises par des leviers qui amplifient encore le déplacement, à une grande aiguille dont l'extrémité, formant bec de plume et garnie d'encre, se déplace devant le cylindre porte papier mû par un mécanisme d'horlogerie placé dans l'intérieur du cylindre. Sur la surface du cylindre est appliquée une feuille de papier quadrillée portant en abscisses l'échelle des pressions et celle des altitudes.

L'ensemble est fixé sur une embase horizontale et placé dans une boîte métallique de couleur grise munie d'une fenêtre vitrée qui permet, sans être déposé, l'examen du diagramme (ou papier millimétré) sur toute la circonférence du cylindre. Au centre de l'embase un doigt métallique permet de maintenir le stylet encreur en position écartée, pour éviter d'écrire sur le papier.

Sous le boîtier, un orifice permet le passage de la clef double permettant d'agir sur l'assiette du mécanisme d'amplification de la capsule barométrique. C'est le réglage de mise à zéro du stylet encreur sur le papier.



Vue intérieure du cylindre porte papier : réglages R - / A + (à gauche) et orifice de passage de la clef à embout carré (à droite). Le cylindre est amovible, en desserrant le bouton moleté axial.



Vue du dessous du cylindre : gravure de la vitesse de défilement (180 mm en six heures), pignon moteur (à droite).

Utilisation. Il suffit d'enduire d'encre de chine le bec de l'aiguille et de remonter le mécanisme d'horlogerie pour mettre en fonctionnement l'appareil et d'observer le tracé pour connaître l'évolution de la pression atmosphérique au cours du vol.



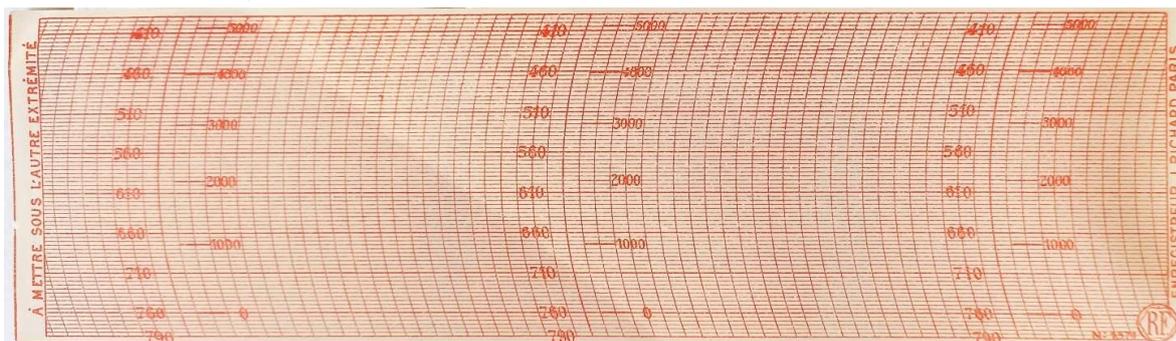
Plaque d'identification



Vue du dessous du boîtier avec ses quatre crochets de fixation : orifice de passage de la clef à embout carré (à gauche) et axe de rotation du cylindre (à droite).

Recommandations. Appareil métrologique de précision, c'est un équipement dont la manipulation, exigée soigneuse, était restreinte. Le pilote n'était surtout pas habilité à manipuler ce qui sera le juge témoin de son vol et de sa performance à homologuer (durée de vol, gain d'altitude). Par ailleurs, il était recommandé de manipuler au minimum les éléments internes d'un barographe, car ils pouvaient avoir une latence ou des sautes d'humeur.... De fait et même s'il était possible de mettre le stylet à zéro, on laissait le papier tourner

avant le décollage pour avoir une trace bien nette de la référence de départ (et contrôler que le stylet encreur fonctionnait bien).



Barogramme.

Le ruban de papier quadrillé de couleur bistre (long de 22,5 cm et large de 7 cm) porte en abscisses l'échelle des pressions, exprimée en millimètre de mercure (mm hg) et celle des altitudes en milliers de mètres (de 0 à 5 000).

Compact, robuste et facilement transportable, le baromètre enregistreur entièrement mécanique était toutefois un appareil nécessitant un étalonnage périodique (5 ans) et une maintenance régulière (horlogerie, encre, papier...). Hormis les aéronefs (avions, planeurs, hélicoptères), il a également été utilisé malgré son encombrement et sa masse dans le domaine du parachutisme et du vol libre sur les deltaplanes et parapentes.

Avec l'apparition du GPS associé à l'électronique numérique, beaucoup plus efficace pour mesurer l'altitude, la précision s'améliore et les prix baissent. Devenu rapidement obsolète le baromètre enregistreur entièrement mécanique disparaît à l'aune des années 1990.



Baromètre-enregistreur Jules Richard NG 5489-2-2 : capot ouvert. Le slogan de l'entreprise, dans les années 1930, était : " A César ce qui est à César, la précision aux appareils Jules Richard. "



Baromètre-enregistreur NG 5489-2-2 dans son coffret de rangement qui comporte une clef double, un stylet de recharge, une cartouche d'encre et deux enveloppes de feuillets neufs,

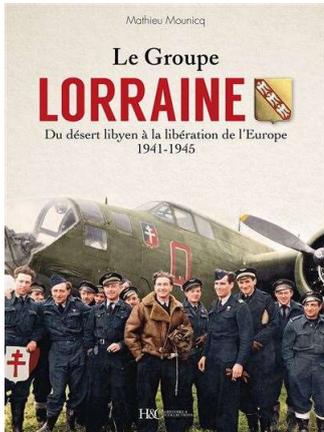
Remerciements : Christian Chavignaud donateur du barographe Hispano-Suiza au Musée Safran, au nom de l'Association Aéronautique du Val Essonne (aéroclub de Buno-Bonnevaux), Dominique Perruchon, Société Naudet, Régis Ligonnet

Sources : Notice Société Jules Richard Instruments (JRI), Aviation Magazine, Le Patrimoine de l'Aviation Française " Tome I et Tome II : Flohic Edition (2002),

Notes de lecture

Le groupe Lorraine

Par Mathieu Mounicq - Editions Histoire & Collections



En septembre 1941, les Forces aériennes françaises libres attribuent des noms de provinces françaises occupées à leurs unités de combat. Le Groupe de bombardement n° 1, tout juste créé à partir du Groupe réservé de bombardement n° 1 (vétérans de Soufra et de l'Abyssinie), prend ainsi le nom de "Lorraine". Équipé d'appareils Bristol Blenheim, il participe à l'opération Crusader en Libye face aux troupes allemandes et italiennes.

Rapatrié au début 1943 en Angleterre et doté de Douglas Boston, le "Lorraine" est ensuite engagé dans des bombardements en vol rasant, à l'éradication des sites de lancement de V-1 ou encore dans les opérations du Débarquement en Normandie. Quelques semaines avant la fin des hostilités, il est finalement transformé sur North American Mitchell pour effectuer ses dernières missions de combat au-dessus de l'Allemagne.

Au fil des pages, nous accompagnons les aviateurs de l'unité au combat de l'oasis de Koufra aux ruines de l'Allemagne nazie. Comportant plus de 300 photos, 12 profils couleurs et 10 cartes, cet ouvrage fait la part belle aux témoignages des aviateurs eux-mêmes.

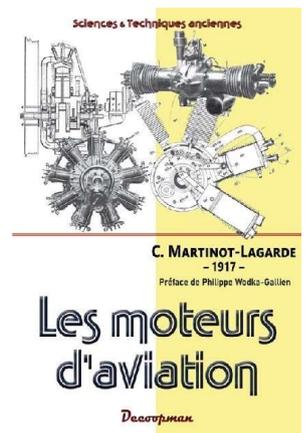
Les moteurs d'aviation

Par C Martinot-Lagarde 1917 - Editions Decoopman

La première guerre mondiale a fait prendre conscience aux États-Majors militaires, de la nécessité de développer une arme redoutable : l'aviation de combat. D'abord utilisée pour la reconnaissance, elle est vite devenue opérationnelle. La demande étant phénoménale, les caractéristiques fondamentales des avions ont très rapidement évolué, notamment un organe essentiel : le moteur.

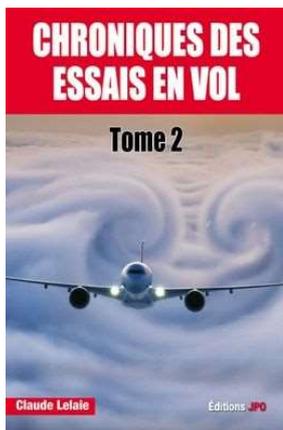
La première partie de cet ouvrage examine les conditions spéciales du fonctionnement du moteur d'aviation et les moyens propres à lui donner la légèreté, qui fut l'une des conditions essentielles de son emploi ; la seconde donne une description des principaux moteurs d'aviation existant à cette époque : moteurs à cylindres parallèles, opposés, en étoile, en éventail, rotatifs, à refroidissement par air et par eau, avec leurs caractéristiques, les tendances nouvelles qu'ils présentaient, les difficultés rencontrées dans leur établissement, les résultats obtenus.

Cet ouvrage est précédé d'une préface de Philippe Wodka-Gallien, membre de l'Institut Français d'Analyse Stratégique. Complétée de nombreuses photos d'époque, cette préface retrace le démarrage et le développement de l'aviation militaire et civile, faisant la part belle des héros qui ont souvent donné leur vie et contribué à cette grande histoire.



Chroniques des essais en vol

Claude Lelaie - Editions JPO



Depuis début 2015, la revue Piloter publie dans chaque numéro une "Chronique des essais en vol" qui décrit les techniques utilisées pour la mise au point et la certification des avions de transport. Le lecteur y découvre les "aventures" qui sont arrivées aux pilotes lors des essais, les caractéristiques de vol méconnues des appareils et les difficultés auxquelles un constructeur peut avoir à faire face.

Ce tome 2 regroupe quelques-unes de ces chroniques.

L'auteur : Claude Lelaie, polytechnicien, ancien pilote de chasse et de ligne, pilote d'essais, a occupé les postes à haute responsabilité de directeur des essais en vol et directeur de la sécurité des vols chez Airbus. Il était aux commandes de l'Airbus A380 lors du tout premier vol du géant des airs et a suivi tout le processus de certification de l'appareil.