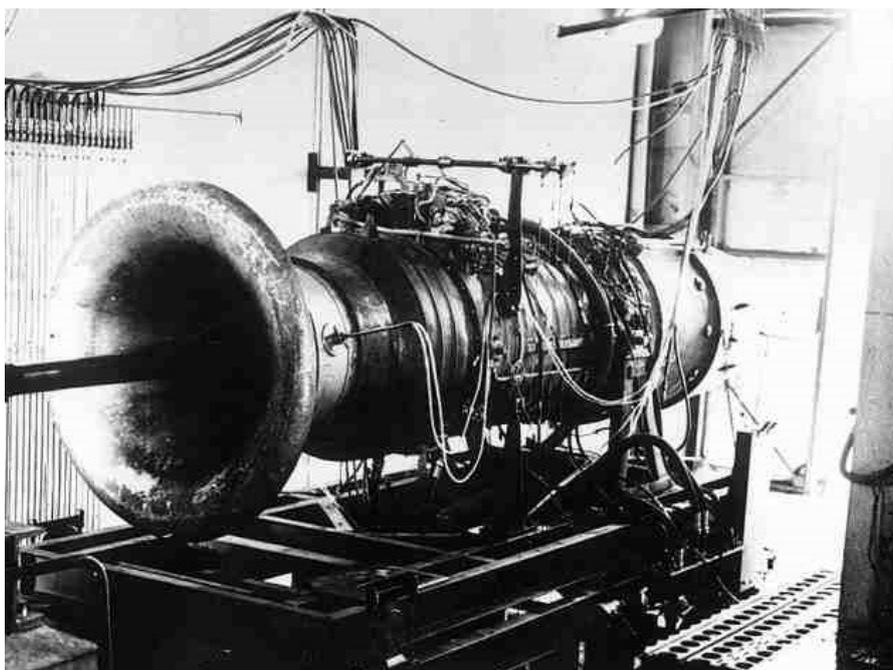


PRENDRE L'AIR

Histoire du Groupe "O", le "greffon" allemand de la SNECMA



Hermann Oestrich, le créateur du groupe "O" (1946) (@ Espace Patrimoine Safran)



Prototype ATAR 101 V au banc d'essai (1948) (@ Espace Patrimoine Safran)



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

N°8
Avril
2025

Contact

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

Sommaire

<i>Avant-propos</i>	3
Pierre Mouton	
<i>Le mot du Président</i>	3
Jean Claude Dufloux	
<i>Les premiers turboréacteurs allemands</i>	4
Pierre Mouton	
<i>Les premiers turboréacteurs français</i>	8
Pierre Mouton	
<i>Oestrich et la création du groupe " O "</i>	11
Pierre Mouton	
<i>Decize à l'heure allemande : 1946 - 1952</i>	18
Reiner Decher (Traduit de l'anglais par Pierre Mouton)	
<i>Développement de l'ATAR 101</i>	24
Pierre Mouton	
<i>Constitution technologique de l'ATAR 101</i>	31
Pierre Mouton	
<i>La régulation de l'ATAR 101</i>	34
Pierre Mouton	
<i>Intégration du groupe " O " à la SNECMA</i>	39
Pierre Mouton	
<i>Dispositifs de secours et d'aides au pilotage ATAR</i>	41
Pierre Mouton	
<i>L'ATAR et l'électronique - Le correcteur T4</i>	49
Pierre Mouton	

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

Avant-propos

Après 7 ans d'activité à la Direction de l'Après-Vente Civile de SNECMA et suite à mon désaccord avec l'orientation que prenait le " Product Support Engineering " (PSE) j'ai décidé d'accepter l'offre qui m'était faite de rejoindre l'Audit de la Direction Technique, supervisé par Pierre André, l'Ingénieur en Chef. Ma mutation s'est faite pendant la grève, très dure, d'avril 1988 et les premiers mois m'aurait laissé en sous activité si l'envie d'écrire l'histoire de la régulation du moteur ATAR ne s'était emparé de moi. Cela m'a conduit à me plonger dans les archives du centre SNECMA de Villaroche qui, justement, se trouvaient dans le même bâtiment que moi. C'est ainsi que j'ai eu accès aux nombreux documents relatifs aux premières années " turbomachines " de SNECMA et que j'ai pu revivre l'épopée du groupe d'ingénieurs allemands, dénommé " Groupe O ", qui allait en être à l'origine. Comme à cette époque certains de ses acteurs étaient encore en vie, j'ai pu interviewer Mr Steiglitz, Jumelle et Grunert, aujourd'hui décédés, qui m'ont fourni de nombreux détails inédits. Ce va être l'aventure vécue par ce groupe d'Allemands, depuis son départ d'Allemagne jusqu'à son intégration à la SNECMA, en passant par ce qu'il a réalisé, que je vais m'efforcer de relater dans les pages qui suivent.

Vous y trouverez tout d'abord comment, en Allemagne, les premiers turboréacteurs ont été conçus alors qu'en France, à part quelques rares visionnaires, nos ingénieurs croyaient toujours que seul un moteur à pistons entraînant une hélice pouvait propulser un avion. Puis, l'Allemagne étant vaincue, vous assisterez à la " chasse " des alliés pour retrouver les ingénieurs motoristes allemands et leur soutirer le savoir. Ces derniers, sans ressource dans un pays dévasté, poursuivaient deux objectifs, tout d'abord fuir la zone d'occupation de l'URSS et d'autre part tenter, pour survivre, de " monnayer " au mieux leur expérience. C'est ainsi que certains d'entre eux, de leur plein gré, se retrouvèrent en France, et que beaucoup s'y établirent définitivement. L'intégration à la SNECMA des Allemands du groupe " O " est un parfait exemple de ce processus, véritable " win-win " dont nous pouvons être fiers.

Sans le " greffon " du groupe " O " sur la petite section " turbomachines " de l'ancien bureau d'études de Gnome et Rhône, la SNECMA, et donc " Safran Aircraft Engines " maintenant, ne serait pas devenu le motoriste de renommée mondiale qu'il est aujourd'hui.

Pierre Mouton

Le mot du Président

Avec ce numéro Hors-Série, *Prendre l'Air* évoque la genèse et l'histoire - méconnue - de la première génération des réacteurs militaires de la SNECMA. Une aventure commencée dans le sud de l'Allemagne, dans un village près du Lac de Constance, à Rickenbach, peu après la fin de la seconde guerre mondiale.

Grâce à la technologie - très en avance - et à une équipe de 120 ingénieurs et techniciens sous la direction du docteur ingénieur Hermann Oestrich, le premier réacteur français tournera au banc en mars 1948 et donnera naissance à une prolifique famille de moteurs.

Fabriqués à plus de 5360 exemplaires pendant près de quatre décennies, les Atar 101, 8 et 9 équiperont la plupart des avions de combat français. Utilisé par de nombreuses forces aériennes de par le monde il connaîtra une belle carrière qui n'est d'ailleurs pas totalement achevée.

Le Président
Jean Claude DUFLOUX

Les premiers turboréacteurs allemands

L'émergence du moteur d'avion à réaction ne s'est pas faite en un jour, mais le mérite du développement du premier turboréacteur, atteignant le stade du service opérationnel, est indubitablement à verser au compte du motoriste allemand Junkers.

Au début des années 1930, il devint évident que la propulsion par hélice était le facteur limitatif à l'accroissement de la vitesse des avions. L'intérêt que pourrait représenter la propulsion à réaction était déjà reconnu et le concept du turboréacteur avait même déjà été breveté, par un Français, au tout début des années 1920. Mais la tenue d'une turbine aux températures élevées nécessaires à la réalisation d'un moteur d'un poids raisonnable était, à cette époque, un obstacle qui paraissait infranchissable. Ce défi fut cependant relevé par deux pionniers, Frank Whittle en Angleterre et, en Allemagne, par un jeune ingénieur de chez Heinkel, nommé Hans von Ohain. Tous deux sont reconnus comme étant les premiers, indépendamment l'un de l'autre, à avoir réussi à faire fonctionner un turboréacteur. Whittle a été retardé car il n'a pas obtenu suffisamment tôt les moyens industriels nécessaires au développement de son moteur.



Heinkel He-178, avion du premier vol avec turboréacteur (Août 1939) (@ DR)

C'est aussi sans aide financière du gouvernement allemand, que Heinkel et Hans von Ohain ont pu, malgré tout, poursuivre le développement d'un turboréacteur et aussi la construction d'un avion, le He-178, pour l'essayer en vol. Ces travaux se concrétiseront, fin août 1939, par le premier vol d'un avion à réaction.

Toujours en Allemagne, et dès 1936, la division " moteur " de la firme Junkers s'est intéressé au turboréacteur. Sur fonds propres un moteur prototype fut construit mais ses performances se sont révélées si mauvaises qu'en 1939 le programme fut abandonné. A la même époque, Anselm Franz, un ingénieur de la division " avion " de Junkers, avait été chargé de rechercher le concept propulsif optimum pour les avions de l'avenir et il avait conclu, lui aussi, que ce ne serait pas un dérivé d'un moteur à pistons mais le turboréacteur. Franz fut alors chargé de reprendre le développement qu'avait abandonné la division " moteur " de Junkers et il obtint enfin un soutien financier du RLM (*Reichsluftfahrtministerium*), un organisme du Ministère de l'Air allemand. Avec une petite équipe, qui comprenait déjà Siegfried Decher et Wolfgang Stein que l'on retrouvera plus tard dans le groupe " O ", Franz débuta l'étude d'un turboréacteur, très simple dans sa structure et qui deviendra le Jumo 004.

A cette époque deux types de compresseur se faisaient concurrence, le compresseur centrifuge et le compresseur axial. Hans von Ohain avait choisi l'option centrifuge qui posait moins de difficultés, aérodynamiques et vibratoire. Le RLM poussa Junkers vers le compresseur axial, beaucoup plus difficile à fabriquer et à mettre au point, mais qui offrait un maître couple nettement plus faible, mieux adapté à une installation sur avion et permettant potentiellement la réalisation de taux de compression plus élevés. Ce type de compresseur n'était pas entièrement nouveau car il avait déjà fait l'objet de travaux de recherches à l'AVA, l'institut Ludwig Prandtl à Göttingen.

Dès 1939, le RLM, qui finalement avait bien perçu l'avantage qu'avait le turboréacteur sur les moteurs à pistons, accorda son soutien financier à plusieurs autres motoristes pour qu'ils en développent différents types. C'est ainsi que Herman Oestrich à BMW (1), entreprit le développement d'un turboréacteur qui deviendra le BMW 003 et que Heinkel développera le turboréacteur HeS3 (*Heinkel Strahltriebwerke*) qui équipera sa proposition He-280 de chasseur bi moteur. Ce dernier perdra le concours pour l'équipement de la Luftwaffe qui choisira le Messerschmitt Me 262, plus simple et équipé de turboréacteurs Junkers Jumo 004.

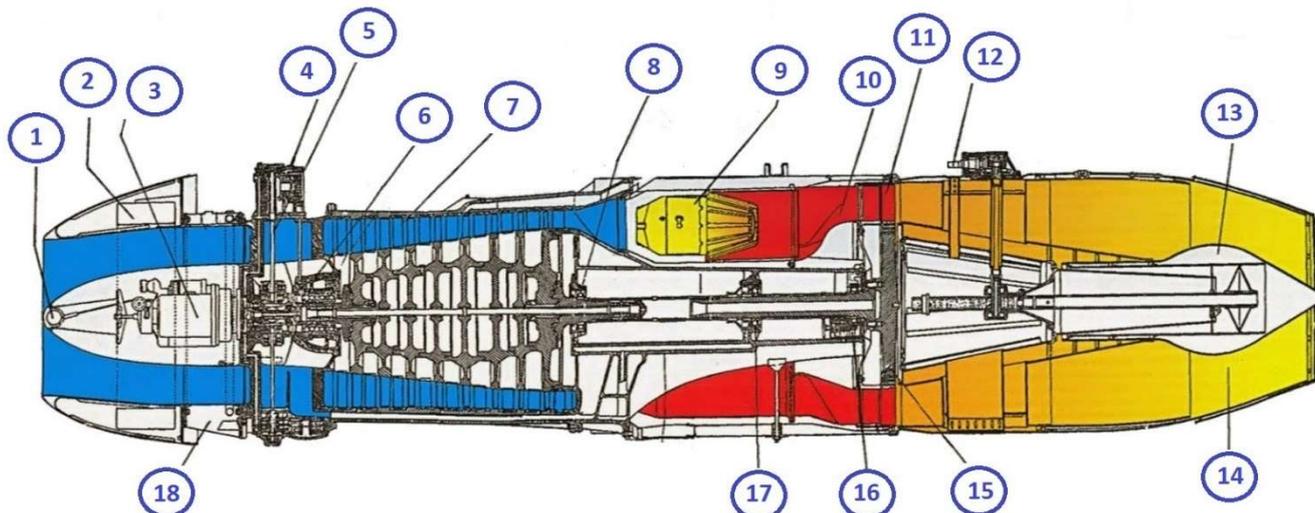


Retour au parking du He 280 n° 3 (1941) (@ DR)

Ce choix, malheureux pour Heinkel, marquera la fin de son activité dans le domaine des turboréacteurs. Curiosité de l'histoire, lors de mon arrivée à la SNECMA, en 1959, mon premier chef de département a été Mr Albert Stieglitz, un ancien de chez Heinkel qui avait travaillé sur le turboréacteur HeS3 !! (2)

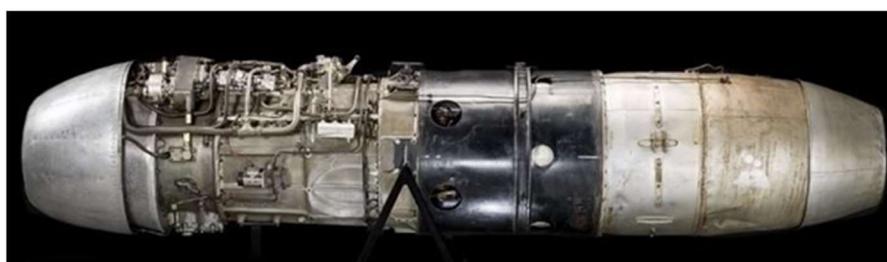
Finalement en 1941, seuls les programmes de Junkers avec le Jumo 004 B, et de BMW avec le BMW 003, poursuivirent leur développement, ceux de Porsche, de Daimler Benz et de Heinkel étant abandonnés.

Comparé aux premiers turboréacteurs anglais, le concept du Jumo 004 B était bien plus évolué et n'aurait eu rien à envier aux moteurs de nos jours. Ses performances étaient cependant très limitées, non à cause de son architecture, mais parce que n'étaient pas disponibles les matériaux réfractaires qui auraient permis à la turbine de résister aux très hautes températures. Les prélèvements d'air nécessaires au refroidissement dégradaient notablement le rendement du moteur.



Vue en coupe du turboréacteur Junkers Jumo 004 B (@ DR)

- | | |
|--|---|
| 1. Système de démarrage : moteur deux temps Riedel | 10. Conduit vers la turbine simple étage |
| 2. Réservoir d'essence du moteur d'entraînement | 11. Turbine simple étage |
| 3. Démarreur | 12. Arbre du servomoteur |
| 4. Boîtier d'accessoires | 13. Cône de tuyère réglable |
| 5. Arbre d'entraînement du boîtier d'accessoires | 14. Tuyère à géométrie variable |
| 6. Roulement à bille avant | 15. Roue de turbine |
| 7. Compresseur axial 8 étage | 16. Roulements arrière de turbine |
| 8. Roulement à bille arrière | 17. Roulements avant de turbine |
| 9. 6 Chambres de combustion tubulaires | 18. Réservoir annulaire avec échangeur de chaleur |



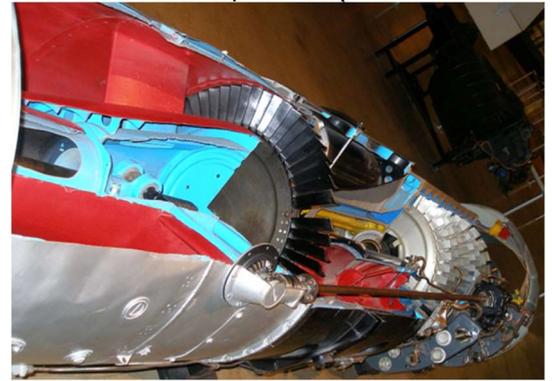
Junkers Jumo 004B (@ DR)

Derrière sa manche d'entrée d'air, le Jumo 004 comprenait un compresseur axial à 8 étages, une chambre de combustion tubulaire, une turbine axiale à un étage refroidie et une tuyère à aiguille mobile formant une section d'éjection variable.

La présence d'une tuyère variable, qui n'existait ni sur le turboréacteur de Hans von Ohain, ni sur celui de Whittle, demande à être expliquée. En effet deux difficultés, de nature aérothermique bien différente, se sont vite présentées à Junkers lors des premiers essais du moteur. Il fut tout d'abord constaté que le compresseur " décrochait " à bas régime. Pour résoudre ce problème la réduction de la contre pression à l'aval du compresseur et l'augmentation de son débit d'air était une solution, que pouvait facilement fournir une ouverture de la tuyère. Mais ce n'était pas tout. La combustion n'était pas entièrement contenue à l'intérieur des tubes à flamme, et cela d'autant plus que la pression d'air était faible. Des flammes agissant à la manière d'une post combustion parasite traversaient la turbine, créant une obstruction thermique. Pour éviter l'augmentation de la température d'éjection, le débit carburant devait être réduit, ce qui diminuait d'autant

la poussée. Là encore l'ouverture de la tuyère lorsque la pression d'air diminuait était la solution au problème. Enfin, le relativement faible taux de compression du moteur (2,8 au nominal) faisait que, la tuyère n'étant pas "sonique", la température entrée turbine aurait diminué B701 avec l'augmentation de la vitesse de vol, d'où un manque à gagner de poussée.

Dans cette condition une re fermeture de la tuyère aurait permis de "récupérer" ce déficit de poussée. Une tuyère à section variable était donc la solution pour éviter le décrochage et obtenir la plus grande poussée possible. C'est Siegfried Decher qui imagina un système automatique de commande de la tuyère réalisant ces différentes fonctions et c'est Wolfgang Stein qui en réalisa la mécanisation.



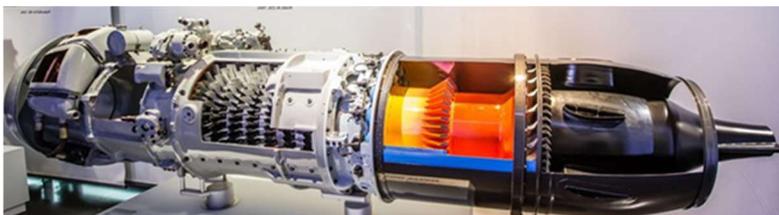
Mécanisme de commande de l'aiguille de tuyère du Jumo 004B - Photo P.Mouton

Ces deux brillants spécialistes rejoindront le groupe "O" à la fin de la guerre, puis seront les artisans du splendide système de régulation de l'ATAR 101.

L'aiguille de tuyère du Jumo 004B était déplacée par une crémaillère dont le pignon était entraîné en rotation par un moteur hydraulique à engrenages. C'est ce mécanisme très original du Jumo 004 B qui me donna l'idée, en 1974, d'utiliser un moteur hydraulique du même type pour commander les vannes de décharge (VBV pour Variable Bleed Valve) du CFM56.

Les seuls défauts du Jumo 004 étaient sa durée de vie très courte, causée par une pénurie, encore aggravée par la guerre, de matériaux réfractaires, et sa conduite très délicate qui était demandée aux pilotes. En effet le moteur n'était pas pourvu de protections automatiques lors de son accélération (risque de pompage) et de sa décélération (risque d'extinction), ce qui, en combat, interdisait au pilote une manipulation brutale de sa manette de puissance et conduisait à une relative "mollesse" du Me 262, comparé aux avions équipés de moteurs à pistons.

Le Jumo 004 B a cependant été un moteur de rupture.



Ecorché d'un BMW 003 (@ DR)

Sous la responsabilité de Hermann Oestrich, le développement du BMW 003 a été légèrement décalé dans le temps de celui du Jumo 004. Le RLM qui, en cette époque de guerre, voulait réduire les coûts et accélérer le développement du moteur, força BMW à réutiliser certaines dispositions et matériels

déjà mis au point pour le Jumo 004. C'est ainsi que la structure du BMW 003 lui est très semblable, mais cependant avec un étage de compresseur en moins, 7 au lieu de 8, et une chambre de combustion annulaire au lieu de tubes à flamme. Pour les mêmes raisons que Junkers, le BMW 003 était également pourvu d'une tuyère variable, mais dont la commande n'était plus automatique mais manuelle, directement commandée par le pilote, ce qui faisait perdre au BMW 003 l'avantage de la commande unique du Jumo 004. Même le très complexe régulateur de carburant du Jumo 004 avait été réutilisé en l'état. Ceci explique que les spécialistes "régulation" du groupe "O" (Decher, Stein, Grunert) provenaient de Junkers.



He-162 "Volksjäger", le chasseur de la dernière chance (1944) (@ DR)



Messerschmitt Me 262 en vol (@ DR)

Le BMW 003 ne sera mis en opération qu'à la fin de la guerre, équipant en particulier le chasseur léger " bon marché " de Heinkel, le He-162.

Finalement, seul le Messerschmitt Me 262 restera dans les annales comme étant le premier avion à réaction utilisé en temps de guerre.

Ses turboréacteurs, les Junkers Jumo 004 B avaient été produits à plus de 5000 exemplaires, dont certains, après 1945, se retrouveront exposés dans de nombreux musées ou encore serviront pour les travaux pratiques des écoles aéronautiques, comme l'Ecole Technique Aéronautique (ETA) de Ville d'Avray, où j'ai appris les rudiments de mon futur métier.



Travaux pratiques en 1957 à l'ETA de Toulouse
(un Junkers Jumo 004 B au premier plan) (@ DR)

Notes de fin

(1) Les lettres BMW signifient Bayerische Motoren Werke, soit en français Manufacture Bavaroise de Moteurs. BMW est né en 1916 de la fusion de deux entreprises mécaniques bavaroises. Il fabriquait à l'origine des moteurs d'avions. C'est la raison pour laquelle le logo de la marque représente une hélice d'avion en mouvement, stylisée sur fond bleu ciel et blanc, les couleurs de la Bavière.

(2) Le Heinkel HeS 3, de l'allemand : " *Heinkel Strahltriebwerke* " (" Moteur à réaction Heinkel "), fut le premier moteur à réaction au monde à propulser un avion. Conçu par l'ingénieur Hans von Ohain lorsqu'il travaillait chez *Heinkel-Hirth Motorenwerke*, le moteur prit l'air pour la première fois comme système de propulsion principal du Heinkel He-178 le 27 août 1939, piloté par Erich Warsitz

Les premiers turboréacteurs français

Sensaud de Lavaud

Il est indéniable que le premier turboréacteur ayant fonctionné en France, celui de Sensaud de Lavaud, était contemporain (1937) de ceux de Whittle en Angleterre et de Hans von Ohain en Allemagne. C'était une petite machine délivrant 100 kgf de poussée comprenant un compresseur centrifuge et une turbine axiale et qui tenait son originalité de sa tuyère à effet de trompe.

Les essais furent interrompus par la guerre. Pour le soustraire aux Allemands le moteur prototype fut démonté, puis enterré dans des jardins ouvriers proche de Lyon d'où il fut récupéré après la guerre. Il est aujourd'hui dans la réserve du Musée de l'Air du Bourget. En 2001, lors d'une exposition temporaire, ce moteur a été présenté au Musée Safran.



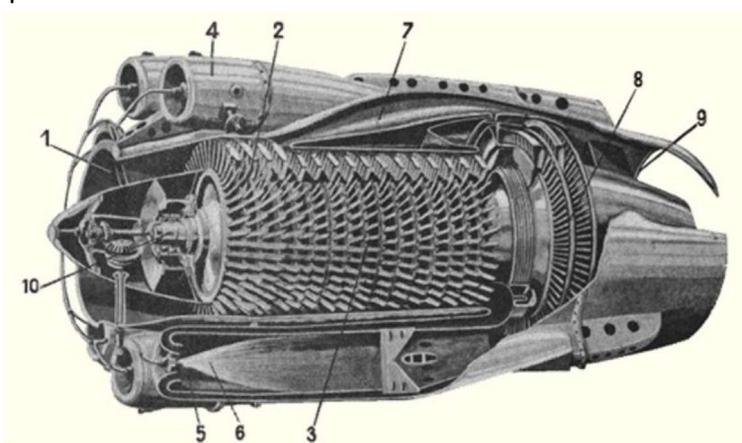
Ecorché du turboréacteur Sensaud de Lavaud (1937) (@ DR)

Rateau

En décembre 1939, la société Rateau, a déposé un brevet, au nom de René Axionnaz, sur la propulsion par réaction. Ce brevet est extrêmement important car il vient en complément des brevets de Henri Coanda (1912) de Maxime Guillaume (1921), de Frank Whittle (1930) et de Hans von Ohain (1935). Alors que ces derniers brevets se limitaient à décrire la constitution d'un moteur à réaction, celui de Rateau expliquait comment on pourrait propulser un avion à une vitesse supersonique sans que des phénomènes de compressibilité viennent dégrader le rendement du propulseur. Pour cela, alors qu'une hélice tournant en plein air est exposée à la vitesse de vol, il suffisait de ralentir l'air entrant dans le moteur, en enfermant l'aufrage tournant dans un " tunnel ". Ce brevet décrivait aussi les concepts de la post combustion et du double flux, ce qui fait qu'il englobait tous les moteurs à réaction, y compris ceux de nos jours. La France étant en état de guerre, le gouvernement " réquisitionna " immédiatement ce brevet et le mis sous le secret.

Les Allemands s'emparèrent des dossiers d'études en cours et les envoyèrent en Allemagne. René Axionnaz a toujours été convaincu que Junkers et BMW ont profité de ces dossiers, d'où l'ouverture, en 1945, du litige sur spoliation de brevet qui a opposé la SNECMA, au travers du groupe " O ", et la société Rateau. Ce litige aurait été une des raisons du choix de la société Voisin, relativement indépendante de la SNECMA, pour abriter le groupe " O ". Le procès n'eut pas lieu, le conflit ayant été résolu par une conciliation amiable, la SNECMA reprenant dans son personnel, une douzaine d'ingénieurs et de techniciens de Rateau.

Pendant la guerre, trompant la surveillance de l'occupant, coupés de tout contact avec l'étranger, manquant de moyens matériels et de personnel, la société Rateau reprit clandestinement l'étude d'un turboréacteur dont les plans permirent, en 1947, la réalisation d'un prototype, le SRA-1bis. Cette machine de conception très moderne (double flux et post combustion) mais de faible rendement, fut abandonnée en 1948, le ministère préférant concentrer tous ses crédits sur sa société nationale, la SNECMA.



1. Diffuseur d'entrée
2. Compresseur basse pression
3. Compresseur haute pression
4. Chambre de combustion
5. Tube à flamme
6. Injection de carburant
7. Circulation du flux d'air secondaire vers la tuyère
8. Turbine
9. Tuyère d'échappement
10. Palier avant du rotor

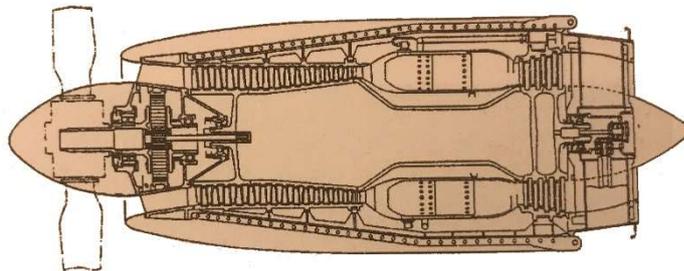
Turboréacteur Rateau SRA-1 bis (1947) (@ DR)

Turbopropulseur Rateau SRA - 1bis (1947)

CEM - SOCEMA.

En 1941, à la Compagnie Electro Mécanique (CEM-SOCEMA), une équipe dirigée par l'ingénieur Destival avec les ingénieurs Darrieus et Bidard a travaillé secrètement à l'étude d'un turbopropulseur qu'ils avaient appelé " Turbine à Gaz pour Autorail " (TGA) de manière à camoufler aux occupants l'objectif réel des études. Le premier moteur de ce type, le TGA-1 bis, fut mis au banc d'essais après la guerre, en 1947. Il développait une puissance de 2000 ch. Le TGA-1 bis comportait un compresseur axial de 15 étages, une chambre de combustion annulaire avec des injecteurs à contre-courant et une turbine à 4 étages. La température en entrée turbine plafonnait à 600 °C, nettement insuffisante à l'obtention de performances intéressantes. Ce projet sera abandonné en 1948.

Dérivé de ce moteur, un turboréacteur, le TGAR 1008, sera mis au banc à la poussée de 1900 daN puis, pour les mêmes raisons, abandonné.

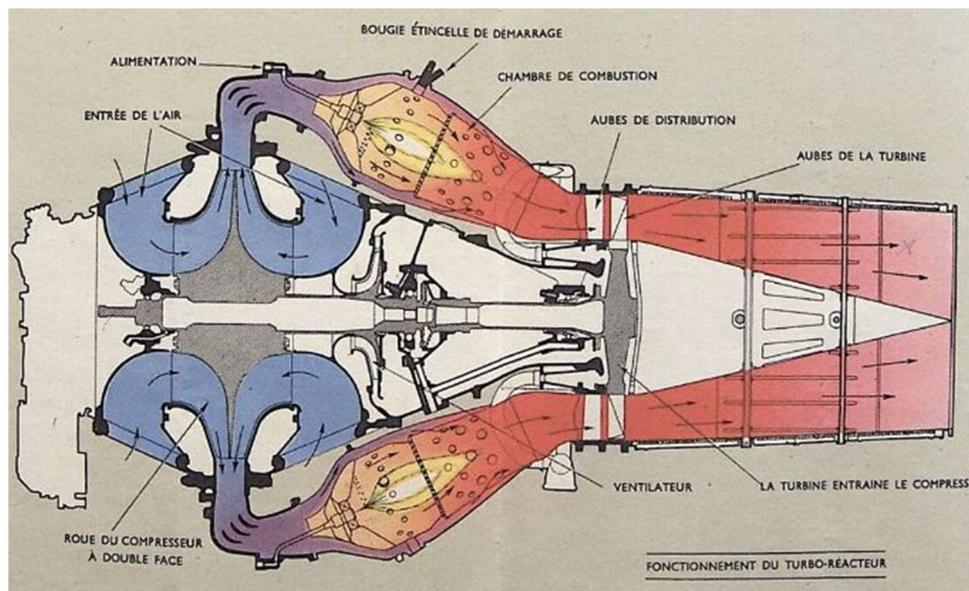


Turbopropulseur TGA-1bis (@ DR)

Hispano Suiza

Au lendemain de la guerre le gouvernement français a voulu se doter très rapidement d'une aviation militaire moderne et indépendante que l'état de destruction de son industrie aurait été bien incapable de lui fournir. Ni les avionneurs ni les motoristes français n'étaient prêts à équiper rapidement l'Armée de l'Air de chasseurs à réaction et, en attendant, le choix s'est porté vers l'acquisition du Vampire de De Havilland. Une licence de fabrication de la cellule de l'avion fut acquise et après avoir considéré plusieurs des moteurs disponibles, le Rolls Royce Nene fut choisi et Hispano Suiza en acquit la licence de fabrication. C'est comme cela que la SNCASE put produire rapidement le SE-532 Mistral, qui sera le premier avion à réaction produit en série en France, et qui équipera l'Armée de l'Air Française.

L'accord de licence du turboréacteur Nene sera suivi de celui du Rolls Royce Tay, pour le Mystère IV A de Marcel Dassault, avant que la SNECMA, avec l'ATAR 101, puisse prendre le relais pour équiper le Mystère II et le SO 4050 Vautour II.



Rolls-Royce - Hispano-Suiza Nene (1948) (@ DR)

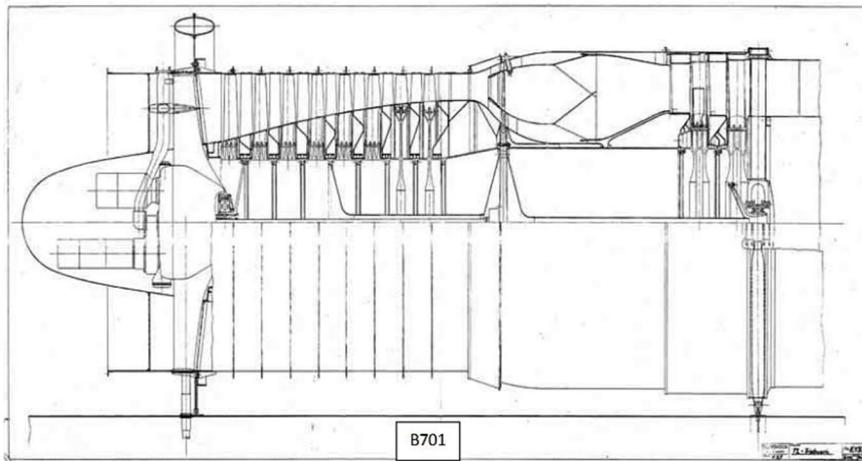
Turboméca

Fin septembre 1945, la DTI (Direction Technique et Industrielle) dépendant du Ministère de l'Air, a autorisé Joseph Szydowski, le Président Directeur Général de Turboméca à conduire une mission d'étude de l'industrie aéronautique Allemande. Au cours de cette mission Mr Szydowski rencontrera des ingénieurs du motoriste

Daimler-Benz, dont son Directeur Technique Friedrich Nallinger, qui acceptera de travailler pour lui. Le gouvernement français a alors autorisé Turboméca à créer une filiale dans la zone d'occupation française, sur les bords du lac de Constance, en territoire autrichien, et dont Mr Nallinger deviendra le directeur. Cet établissement sera appelé " Turbo-Méca, établissement de la zone d'occupation française ".

L'embauche d'ingénieurs et de techniciens allemands a été très rapide et le personnel qui composera le bureau d'études " B ", le " A " étant celui de Bordes, atteindra près de 200 personnes en avril 1946. Comme ce fut également le cas pour le groupe " O " d'Hermann Oestrich, la nouvelle réglementation interalliés qui devait entrer en vigueur à l'été 1946, a forcé le transfert de Turbo-Meca ZOF vers la France, mais avec la différence importante que seuls les hommes étaient concernés, la plupart des familles resteront en Allemagne.

En Avril 1946, le STPAé a commandé à Turboméca un turboréacteur du type B701 de 7200 kg de poussée, dérivé de celui que Daimler Benz avait en études avant la fin de la guerre, et un turbomoteur à turbine libre de 250 ch, du type B781. Le programme B701 permettra le développement de l'injection centrifuge du carburant qui deviendra une particularité des moteurs Turboméca.



Projet du " gros moteur " B701 de Turboméca (1946) (@ DR)

Cependant en Avril 1947, le Ministère de l'air qui a refait ses comptes a décidé l'abandon du B701, lui préférant l'ATAR du groupe " O ", ce qui marquera la fin de l'activité " gros moteur " chez Turboméca. L'étude d'un turbomoteur plus petit que le B781 qui s'appellera le B782 sera malgré tout poursuivie. Ce dernier sera développé jusqu'à son terme par un autre Allemand, Georg Oberländer et sera le début d'une longue lignée de turbomoteurs qui font encore le succès de Safran Helicopter Engines aujourd'hui.

Les effectifs du bureau d'études étant devenus surabondants le retour des ingénieurs allemands vers leurs familles au pays s'est fait très rapidement. Début 1948 il n'en restait plus que 50 et finalement seulement 13 en 1952, qui resteront à Bordes jusqu'à leur retraite.

Groupe " O " - SNECMA

Le groupe " O " d'Hermann Oestrich, destiné à être intégré à la SNECMA, sera, avec Turboméca, le seul motoriste de l'après-guerre qui survivra. Son histoire est contée dans les pages qui suivent.

Oestrich et la création du groupe " O "

Au début de l'année 1945, après la dernière offensive allemande dans les Ardennes, l'armée américaine a franchi le Rhin pour entreprendre une poussée irrésistible vers l'est, jusqu'au bord de l'Elbe, alors que les soviétiques étaient encore loin de faire leur jonction avec eux. Lors de la conférence de Yalta en février 1945, les zones d'occupation entre alliés avaient été définies et l'Elbe se trouvait déjà bien à l'intérieur de la zone réservée aux soviétiques. Pour ne pas sacrifier plus de vies américaines à conquérir un territoire qui allait tomber sous autorité d'occupation soviétique, le Général Eisenhower arrêta l'offensive et attendit patiemment que les Russes arrivent. Or les usines Junkers et BMW se trouvaient précisément dans cette zone, temporairement occupée par les Américains avant l'arrivée des Russes. Les Allemands qui y vivaient étaient terrorisés à l'idée d'être occupés par les Russes, les exactions qu'ils avaient commis lors de leurs avancées vers l'Allemagne étant bien connues.

Les américains qui ne voulaient pas que le " know how " des motoristes allemands tombe aux mains des Russes, déménagèrent le personnel de BMW en urgence vers leur future zone d'occupation dans le sud-ouest de l'Allemagne. Pour sa part, le personnel de Junkers se partagea entre ceux qui voulurent fuir l'occupation russe et qui, avec l'aide des Américains, se ruèrent avec leur famille sur les routes vers l'ouest et ceux, plus résignés, qui pensaient pouvoir continuer à travailler chez Junkers et qui restèrent. Mal en pris à ces derniers qui furent déportés par les Russes dans un camp de travail sur la Volga où ils durent développer des turbopropulseurs de grande puissance et d'où certains ne sortiront que près de 10 ans plus tard.

Mr Grunert, l'ancien chef du Bureau d'Etudes Régulation de la SNECMA à Villaroche avait eu la bonne idée de fuir. Il m'a raconté son périple pour rejoindre le groupe " O " d'Hermann Oestrich. Voici, *en italique*, la transcription de son témoignage que j'avais enregistré en 1991 lors de ma visite chez lui.

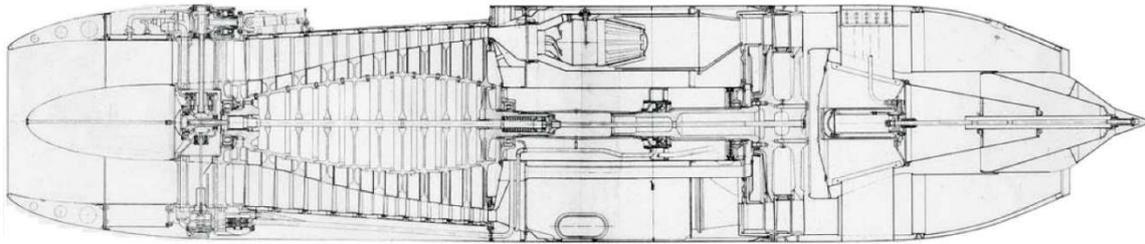


Mr Grunert en 1953
- Photo reprise de sa
carte de service
SNECMA

" A la fin de la guerre j'étais à Dessau, chez Junkers, travaillant sur le turboréacteur " Jumo ". J'ai voulu échapper à l'occupation russe et je suis parti avec ma famille en direction de Munich où je devais retrouver d'autres spécialistes. A cette époque j'étais considéré comme étant un expert. Je suis arrivé près de Munich lorsque la guerre s'est terminée. Les Américains m'ont alors retrouvé, pas à Munich même, mais dans un petit village entre Munich et Salzbourg. J'étais seul (avec ma famille) car le but était de s'isoler et de se tenir en réserve. J'étais parti avec ma femme et ma fille qui avait deux ans. Arrivé là-bas, un officier américain vint me trouver en me disant : " yes, bon alors, tout est clair, il faudrait que vous ne bougiez pas de là ". C'était l'opération " Paper clip " (1). Les services américains étaient bien informés d'où se trouvaient les spécialistes. Il faut dire qu'à Junkers je n'étais pas dans le secteur de la régulation (qu'il intégrera dans le Groupe " O ") mais j'étais le chef de section responsable d'un nouveau moteur de trois tonnes (de poussée) le Jumo 012.

Avant de quitter Dessau (où se trouvait l'usine Junkers) j'avais été obligé de mettre dans un étui-tube en métal, qui sera transporté sans qu'on me dise où, tous les dessins et originaux concernant le compresseur et la turbine (du Jumo 012). Pour moi c'était donc fini. L'Américain (qui m'a contacté) m'a dit : vous avez fait telles et telles choses ? J'ai dit " oui ". Alors il m'a dit que vous devez venir avec moi à Munich, pas à Nuremberg, you see ! Il voulait savoir où était caché l'étui avec les plans de la turbine du Jumo 012. Plusieurs mois après, les Américains m'ont dit de rester là sans bouger car vous aller travailler pour nous, pour les Américains. Puis un jour, ils m'ont forcé d'aller à..., je ne me rappelle plus le nom, où j'ai rencontré celui qui allait devenir mon chef en France, Mr Oestrich. Il était retenu dans un hôtel et il m'a dit " qu'un jour vous allez venir avec moi en Amérique " (Il était prévu qu'il y parte dans le cadre de l'opération Paper clip, mais il préférera créer le Groupe " O " pour le compte des Français). Je lui ai dit que j'étais d'accord.

Mais l'affaire s'est mise à traîner. Mr Oestrich (qui avait déjà établi des contacts avec les Français) m'a dit " vous avez encore le temps et j'aimerais bien que vous vous occupiez de retrouver Mrs Decher et Stein " et encore d'autres personnes qui travaillaient chez Junkers dans le secteur des turboréacteurs. J'ai encore attendu mais rien ne bougeait. Je suis revenu dans ce patelin et un jour je me suis dit que j'en avais marre et qu'il faudrait que je m'occupe moi-même de mes affaires.



Junkers Jumo 012. Le réacteur à flux axial a été conçu spécialement pour le Junkers Ju-287 et le Heinkel He-343.
Il couvre une gamme de poussée de 2722 à 2903 kgp.

C'est par hasard que j'ai retrouvé mon ami Stein. Je l'ai rencontré dans une petite ville en zone d'occupation anglaise. C'était le premier de la liste d'Hermann Oestrich que je retrouvais. Ensemble nous avons alors travaillé dans un Bureau d'Etudes pour la construction de machines outil, car, à cette époque, il fallait travailler pour survivre. Un jour, c'était en décembre 1945, alors que ma famille était encore dans ce village près de Munich, et que Stein et moi étions toujours dans ce Bureau d'Etudes, une lettre de Mr Rosskopf m'est arrivée. J'ai dit à Stein " je connais Rosskopf ". Dans sa lettre il nous demandait si nous serions intéressés d'aller à Lindau (près de l'usine Dornier de Rickenbach sur le lac de Constance et en zone d'occupation française) pour travailler pour les Français ? Je connaissais un peu Rosskopf que j'avais rencontré au Ministère de l'Air lors de mon activité sur le Jumo 012. Il était chez BMW et m'avait dit un jour qu'ils allaient bientôt partir s'enterrer à Stassfurt dans une mine de sel. Rosskopf nous a invités. On lui a dit tout de suite " On y va ", bien que les Américains nous avaient dit de ne pas bouger. Mais le contrat qu'ils nous proposaient permettrait que nous restions en Allemagne avec notre famille et je ne voulais pas quitter ma famille. (Ceux qui sont partis aux USA comme Anselm Franz n'ont pas pu emmener leur famille). Nous avons abandonné à Dessau (près de l'usine Junkers) tout ce que nous avons et nous sommes partis. C'était en Février 1946. Nous avons traversé la zone d'occupation américaine et sommes entré dans la zone française. Là-bas, à Lindau, nous avons rencontré celui qui était chargé par les Français de regrouper l'ensemble des spécialistes et on a tout de suite dit "bon, on y va" et nous avons immédiatement signé. Mr Grunert a été enregistré dans le groupe " O " le 15/02/1946. Nous avons sur le champ commencé à travailler sur le moteur (ATAR) dans un Bureau d'Etudes dont Rosskopf était le chef. Rosskopf voulait des spécialistes de la régulation (de chez Junkers) parce que le ministère de l'Air avait imposé pour le BMW 003 l'utilisation du régulateur " isodrom " du Jumo 004, et ce type de régulation était peu connu chez BMW.



Localisation du village de Rickenbach

C'est Hermann Oestrich lui-même, par une note que j'ai retrouvée dans les archives de Villaroche, qui a raconté son parcours entre le moment où les Américains sont arrivés à Stassfurt où l'usine souterraine BMW était située et son installation à Rickenbach, berceau du groupe " O ".

" Début Avril 1945, l'avance de l'armée américaine nous a atteint et nos travaux se sont arrêtés. L'accès à l'usine souterraine fut fermé au personnel allemand.

Après 15 jours environ, les premières commissions d'inspection de l'armée américaine arrivèrent. Nous avons été contraints d'assembler un moteur et de le faire fonctionner, tout en donnant moult explications. D'autres commissions d'inspection suivirent et toutes se montrèrent très impressionnées par nos travaux. Puis les Américains laissèrent la place à des commissions d'inspection anglaises. Je me souviens encore de noms comme Roy Fedden (2) et le Dr Stern. Peu de temps après le bruit couru que le territoire où nous nous trouvions allait faire partie de la zone d'occupation russe. Les Anglais ont alors décidé d'envoyer chez eux les matériels les plus intéressants et il fut même vaguement question d'emmener en Angleterre quelques ingénieurs, ce qui nous donna un peu d'espoir. Il était clair que les Anglais avaient l'intention de transférer les meilleurs ingénieurs dans leur zone d'occupation, mais ils manquaient de véhicules. Ils se sont alors tournés vers les Américains que je réussis à convaincre qu'il serait plus intéressant pour eux de déplacer la plus grande partie de mes collaborateurs. Nous avons alors été transféré avec nos familles à Göttingen où on nous a abandonné à notre destin dans des baraquements provisoires. Quelques jours plus tard, un capitaine américain, le Capt. Kane, est venu nous voir pour nous proposer de poursuivre vers Munich, là où se trouvait notre usine principale, située maintenant en zone d'occupation américaine. Ceci, malgré tout, devait se faire à l'insu des Anglais. Nous avons accepté immédiatement et dès la première heure du lendemain, trois ou quatre autobus, loués à des entrepreneurs allemands, roulaient sur l'autoroute, nous emmenant vers le sud.

A Munich, on nous logea dans l'un des rares bureaux qui n'avait pas été bombardé et nous avons reçu l'ordre d'y rester afin de fournir de plus amples renseignements. Sans nous faire prier, nous avons donné les informations réclamées, car chacun espérait un jour obtenir un poste aux Etats Unis. L'officier américain dont nous dépendions, le Lt Colonel Robertson, nous demanda d'écrire de nombreux articles. Après ce rassemblement à Munich, je me suis aperçu que nous avions encore besoin d'autres collaborateurs pour que notre groupe soit réellement performant. Afin de trouver ces personnes, mais aussi de manière à revoir ma famille qu'après avoir quitté Berlin j'avais amenée en Westphalie, le Capt Kane et moi-même avons décidé de faire une tournée dans les secteurs d'occupation américain et britannique. Kane emmena aussi avec lui quelques collaborateurs qui voulaient régler des problèmes personnels. Nous sommes donc partis à bord d'une Jeep et d'un Weapon Carrier. Avant d'arriver à Bad Kissingen la nuit était déjà tombée. Soudain le revêtement de la chaussée a changé, comme si on n'avait pas roulé dessus depuis longtemps. Le Mainbrücke (pont sur le Main) qu'on devait traverser avait sauté. Nous ne pouvions plus que regarder l'autre rive où nous aurions dû arriver et nous préparer, tant bien que mal, à la suite. Notre Jeep fit alors une chute en tentant d'atteindre un gué sur le Main. Le Weapon Carrier derrière nous se retrouva dans la même situation. Il y eu quelques cris mais les dégâts n'ont pas été importants. De nous tous, seul Kane s'était cassé l'avant-bras droit. Pour nous prévenir Kane tira un coup de feu de sa main gauche. La balle devait pénétrer dans la chambre d'une maison et la femme qui s'y trouvait en fut quitte pour la peur.

Kane se fit plâtrer l'avant-bras dans un hôpital militaire et la réparation de nos deux véhicules fut très rapide. Kane ne perdit ni son courage ni son humour. Il disait en américain " bad " Kissingen, et la route reprit ses droits. Après tout, on peut conduire et passer les vitesses de sa seule main gauche !

La fin du voyage se déroula comme prévu. Le rêve de Kane était de voir la vallée du Rhin et pour cela il avait fait un grand détour. Malheureusement, notre arrêt à Bad Kissingen nous ayant beaucoup retardé, c'est de nuit que nous avons traversé la vallée du Rhin.

De retour à Munich, la série d'interrogatoires reprit et pour cela Robertson s'était maintenant entouré de plusieurs spécialistes américains. Nous avons encore dû écrire beaucoup d'articles techniques, dont chacun de nous a été payé.

Un soir, un Français qui, au titre du STO avait longtemps travaillé dans notre usine, au coin d'une rue m'adressa la parole. Il me demanda, sous le sceau du secret, si je n'aurais pas envie avec mes collaborateurs de travailler en France. Je lui ai répondu qu'on pourrait toujours en discuter. Même mes plus proches collaborateurs souhaitaient prendre des contacts."

C'est ainsi que le contact des services officiels français, par l'intermédiaire de ses " envoyés ", anciens du STO (Service du Travail Obligatoire), fut établi avec Hermann Oestrich, l'ancien directeur Technique de BMW.

En plus des Français, Hermann Oestrich a suscité l'intérêt des Anglais et surtout des Américains, comme la suite de son récit va le montrer, et ce sera avec son plein accord qu'il va finalement choisir la France.

" Mes amis français, ils étaient trois : Brassier, Bennet et Yerannian, tous contraints au travail obligatoire, reçurent l'ordre de m'amener à Paris, mais il n'y avait pas de voiture disponible. Le Docteur Denkmaier, un ex-responsable de mon équipe et maître dans l'art de l'organisation, était motorisé et se proposa de nous y conduire. Mon collègue Donath du secteur fabrication a été aussi de la partie. Nos Français donnèrent à la BMW de Denkmaier un numéro militaire complètement imaginaire, aux couleurs bleu-blanc-rouge et se firent eux même un ordre de mission selon lequel ils devaient nous amener à Paris en tant que détenus (criminels de guerre présumés). Les sentinelles américaines nous laissèrent passer. Avant Strasbourg, nous sommes passés sur un pont flottant à l'entrée duquel on pouvait lire " Ici commence le pays de la liberté ". Mais à Strasbourg on nous aurait presque mis en prison pour passer la nuit du fait que nous étions des "détenus" et qu'il aurait été difficile de trouver un hôtel disposé à nous prendre sans papier. Malgré tout on finit par trouver un hébergement privé dans de bonnes conditions. On passa une joyeuse soirée dans un café où on me força à jouer au piano de nombreuses chansons d'étudiants allemands. Le lendemain, on reprit la route pour Paris où on allait avoir plusieurs entrevues au Ministère de l'Air. J'exposais mes projets de construction d'un moteur français, de mise en place d'une usine de développement et aussi mon désir et mes conditions pour l'élaboration d'un contrat. Avec mes collègues et accompagnateurs français je suis rentré ensuite à Munich. personne n'avait remarqué mon absence.

Quelques semaines plus tard, au début du mois d'août 1945, on me demanda de revenir à Paris. On m'y remit un projet de contrat qui correspondait tout à fait à ce que je souhaitais et qui ferait de moi le Directeur Technique d'un groupe de développement. J'acceptais sous réserve que mes collaborateurs restés à Munich soient d'accord.

A mon retour à Munich, les choses tournèrent mal. Le Lt. Col. Roberston m'avait demandé à plusieurs reprises et ne m'avait pas trouvé. Le lendemain matin je me suis donc présenté à son bureau. L'accueil a été glacial. Où étais-je donc passé ? Dans ma famille ? On m'invita à me préparer pour un voyage de 2 ou trois jours. Destination ? Nous allions bien voir. On me laissa seul pendant une demi-journée dans la salle d'attente de l'aéroport, puis mon accompagnateur me ramena me donnant comme consigne de me tenir prêt pour le lendemain.

Le lendemain je m'envolais pour Bad Kissingen où j'allais rencontrer M. Patin, un ingénieur spécialisé dans les commandes automatiques d'avion et qui résidait dans le même hôtel que moi. Un ou deux jours plus tard, un petit appareil nous emmena à Londres et, de là, à Wimbledon dans un ancien jardin d'enfants. Ce jardin avait été transformé en camp pour scientifiques et techniciens allemands qui devaient répondre aux interrogatoires de techniciens et scientifiques anglais. C'était vraiment un camp d'internement avec une enceinte entourée de barbelés. Tous les matins c'était l'appel. Nous dormions dans plusieurs salles et chacun devait faire son lit suivant des règles préétablies.

Les salles de repos étaient agréables et dehors il y avait une pelouse assez grande pour nous dégourdir les jambes. La nourriture était bonne pour l'époque, voire très bonne. L'environnement humain était ce qu'il y avait de mieux, en effet nous étions avec des spécialistes de tous domaines techniques et scientifiques. A intervalles réguliers, les résidents du camp pouvaient assister à des conférences-débats, de sorte que, pour nous qui venions juste d'arriver, le temps passa assez vite.

La plupart des occupants du camp venaient de la zone d'occupation anglaise. Comme nous ils avaient été invités à un voyage de 2 ou 3 jours, mais la majorité d'entre eux étaient déjà là depuis 2 ou 3 mois. Impossible de savoir combien de temps allait durer pour nous ce séjour forcé. Il fallait attendre. Le séjour de M. Patin et de moi-même n'allait durer que 8 jours. En attendant je ne fus appelé qu'une fois pour l'interrogatoire. Ensuite les Américains sont revenus nous chercher. Apparemment nous n'étions là qu'en prêt pour une durée limitée et manifestement l'administration anglaise s'en était aperçu trop tard. Peu de temps après notre arrivée on amena le Dr Werner Von Braun. La durée de son prêt a été encore plus courte que pour nous."

Le désintérêt des anglais pour les spécialisés allemands du moteur à réaction tient sans doute à un sentiment de supériorité car, croyant en être les inventeurs et d'en connaître tous les aspects techniques, ils devaient penser que les Allemands ne pourraient rien leur apprendre. Grosse erreur, car l'avenir montrera que la

technologie allemande, basée sur le compresseur axial, allait se révéler bien supérieure à celle des Anglais qui avaient opté pour le compresseur centrifuge.

Mais revenons à l'histoire que nous raconte Mr Oestrich.

" Après notre retour à Munich, les Américains me proposèrent de m'engager, avec 10 ou 11 de mes collaborateurs, aux Etats Unis. La proposition était intéressante car elle me permettrait ainsi de créer un groupe sans plus tarder, proposition que peu d'Allemands allait avoir. Cependant la proposition des Français m'a semblé meilleure et plus sûre surtout qu'elle me donnait la possibilité d'emmener avec moi tous mes anciens collaborateurs que j'avais rassemblés et pas seulement une sélection de peu d'entre eux.

Dans les années 60, j'ai eu l'occasion d'aborder ce sujet avec plusieurs Allemands, ancien du groupe " O ", qui m'ont expliqué leur préférence pour la France. Tous étaient encore traumatisés par l'horreur que les bombardements anglais et surtout américains leur avaient fait vivre pendant plusieurs années alors qu'ils n'avaient aucun ressentiment vis à vis des Français. De plus, pour retourner au pays ils n'auraient eu que le Rhin à traverser. La France constituait donc pour eux le moindre risque où ils pourraient " capitaliser " leur expérience acquise pendant la guerre, alors que cette expérience n'avait plus aucune valeur en Allemagne. Mais continuons avec ce que nous raconte Mr Oestrich :

" Les Américains furent très étonnés de mon refus. ils ne comprirent pas les raisons que j'invoquais. Mais ce qui les étonnait le plus c'était que mes anciens collaborateurs refusaient également. Ils m'emmenèrent alors avec Hans Roskopf, à Bad-Kissingen où ils nous ont retenus 8 à 10 jours. On nous a interrogés individuellement afin de voir si nous n'avions pas changé d'avis. Finalement ils nous ont dit sans détour que nous avions eu une proposition des Français. Après avoir reconnu les faits, ils nous ont dit simplement : " Vous auriez pu nous le dire tout de suite, les Français sont pourtant nos amis ". Toujours est-il qu'ils ont essayé de nous faire comprendre que les perspectives aux USA étaient beaucoup plus intéressantes qu'en France. Malgré tout, on ne s'est pas laissé impressionner et on a fini par nous lâcher. On nous avait amenés en voiture à Bad Kissingen, mais pour le retour, nous avons dû nous débrouiller tout seul. Les très rares trains qui circulaient avaient des horaires fantaisistes quand ils circulaient ! Après avoir attendu quelque temps, nous avons trouvé un camion découvert, chargé de quelques sacs de charbon et autres marchandises diverses, qui remontait le Main et qui nous emmena un bout de chemin. Le temps était splendide. Chacun assis sur son sac de charbon, nous avons pu admirer le paysage. Sans parler du bonheur d'être à nouveau libre après 10 jours de détention. Finalement nous sommes arrivés à Munich le jour même. Nos collaborateurs nous ont accueilli à grands cris. Eux aussi avaient subi un contre interrogatoire pendant nos dix jours d'absence. Les Américains en avaient finalement conclu que nous voulions aller en France. "

A ce point il est intéressant de présenter le contrat que la DTI du Ministère de l'Air Français a proposé à Hermann Oestrich et qu'il avait accepté lors de sa deuxième visite à Paris. Il y est stipulé entre autres que son groupe sera désigné sous l'appellation " Groupe " O ". En voici les clauses les plus importantes :

1 - L'objet de ce contrat sera d'assurer à l'Etat Français la coopération du groupe " O " pour l'étude de turboréacteurs et de turbopropulseurs.

2 - L'Etat Français prendra à sa charge tous les besoins matériels et financiers de l'atelier d'état qui sera créé en zone d'occupation française. Il en assurera la Direction Générale. Les salaires seront payés par l'Etat Français.

3 - Le Directeur Technique (Mr Oestrich) sera la seule interface entre le groupe " O " et l'Etat Français. Il sera le seul responsable de tout ce qui concernera le commandement de ce groupe, sans être dans l'obligation d'en rendre compte.

4 - Les brevets déposés par le groupe " O " resteront sa propriété. Toutefois l'Etat Français pourra en faire librement usage.

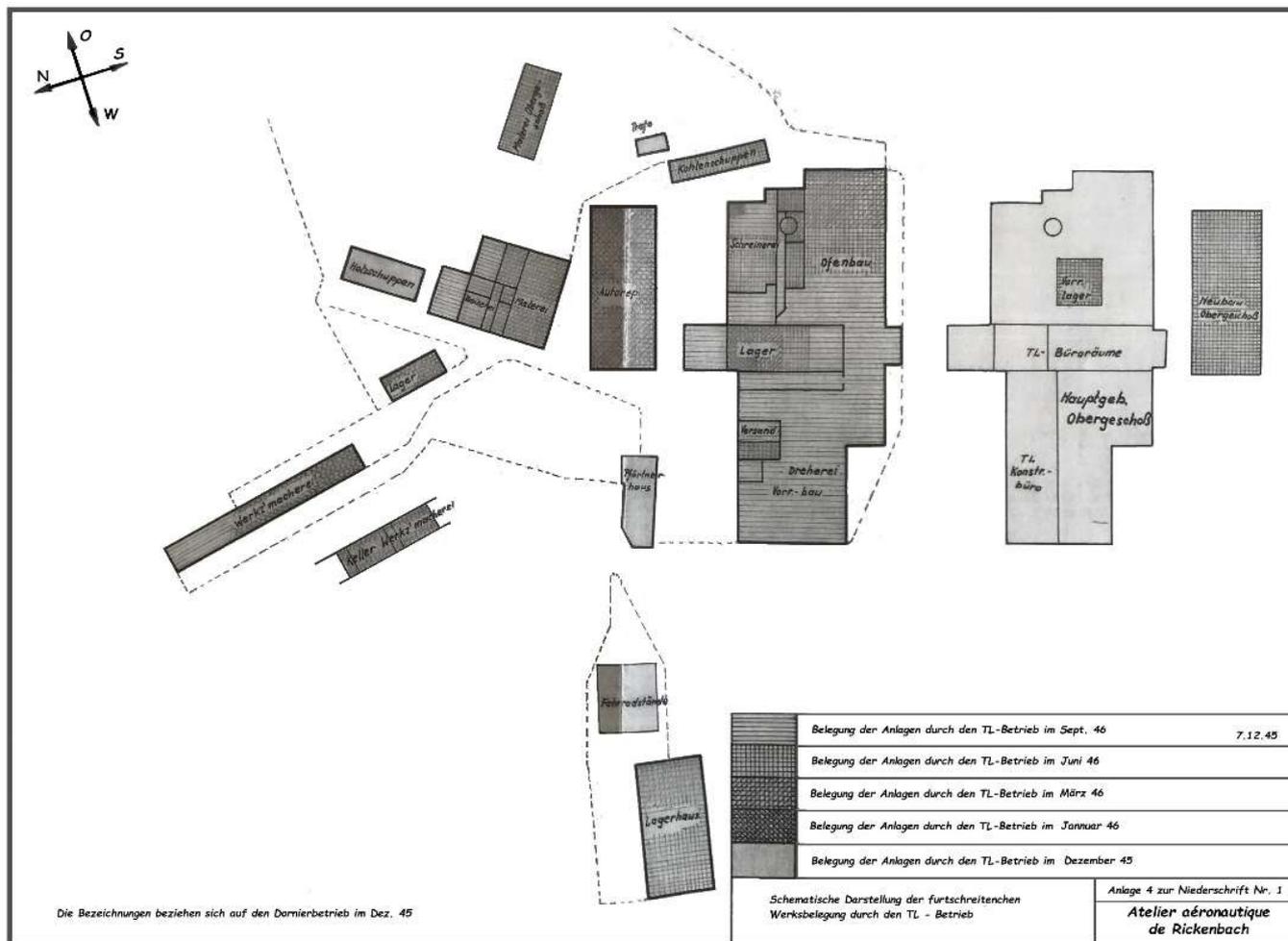
Nota PM_: En fait, l'avenir a montré que tous les brevets ont été pris au nom seul de monsieur Oestrich, quel que soit l'inventeur. Je pense d'ailleurs que c'est pour régler le problème d'accès par la France à ces brevets que H. Oestrich prit rapidement la nationalité française.

5 - Tous les travaux réalisés par le groupe " O " (dossiers, dessins, prototypes, ...) devront être communiqués à l'Etat Français.

6 - La durée minimum garantie du travail du groupe Oestrich au profit de la France sera fixée à 5 ans.

7 - Des droits de reproduction seront versés au groupe " O " pour chaque propulseur construit en série.

Nota PM : Cette clause a rendu Monsieur Oestrich très riche.



Plan du site de l'Atelier Technique de Rickenbach (septembre 1946) (@ Espace Patrimoine Safran)

Les clauses de ce contrat, extrêmement favorables à Monsieur Oestrich, montrent à quel point l'Etat Français désirait s'assurer de ses services, et expliquent aussi qu'il les ait acceptées immédiatement.

Mais revenons encore une fois au récit de Monsieur Oestrich après sa mise au point avec les Américains.

" Tous mes collaborateurs avaient résisté aux tentatives américaines de faire éclater le groupe. A partir de ce jour on nous laissa en paix. Nous nous sommes alors remis en rapport avec nos interlocuteurs Français pour préparer notre installation en zone d'occupation française. En fait il nous fallait uniquement l'autorisation des autorités d'occupation américaines mais personne ne pensait que ce serait possible. Il existait cependant des unités de volontaires français dans l'armée américaines. En octobre 1945 ces Français nous embarquèrent, nous et nos familles, dans leurs camions américains et nous avons passé la frontière clandestinement. C'est justement au contrôle à la frontière qu'un enfant en bas âge se mit à pleurer. Alors le chauffeur français donna un grand coup d'accélérateur, si bien que le garde américain n'entendit rien. C'est ainsi que la première " fournée " arriva à Lindau-Rickenbach.

On nous a installés dans les bureaux de l'usine Dornier qui avait été réquisitionnée. Le travail pouvait commencer.

L'histoire de mon contrat avec la France s'était vite répandue. De nouveaux spécialistes arrivaient de toute part. Même avant de partir de Munich, le prof. Heinrich Hertel, ingénieur en chef des avions Junkers, me demanda ce qui se passait. Il monta avec moi dans le camion pour poursuivre cette discussion à Lindau et resta finalement avec moi. Il fut chargé de la conception d'un avion de chasse ultra-moderne équipé d'un moteur à réaction.

Arrivé à Lindau, les Français m'ont donné la possibilité de compléter le groupe à ma guise. Parmi les personnalités les plus connues qui m'ont rejoint on peut nommer le Pr. Triebnigg, le Prof. Quick, Kosin (ex ingénieur en chef chez Arado) et le Dr. Ebert (ex VDM " Vereinigte Deutsche Metallwerke ").

A Lindau-Rickenbach, les Français, en les personnes du commandant Schneider (dépendant du général Delbègue, lui-même dépendant du général Mazière de la DTI) et du capitaine Mahoudeau, le " petit caporal " comme il était appelé, nous ont pris sous leur garde. Nous nous sommes mis très rapidement d'accord avec le Ministère de l'Air français (Roussel, Vialatte, Soulier) sur la définition du futur moteur que la SNECMA devait fabriquer. Les travaux pouvaient commencer sur la planche à dessin. Le nom de notre moteur allait prendre les initiales de l'appellation française de notre groupe : ATAR pour ATelier Aéronautique de Rickenbach.

Les premiers collaborateurs français, dont Mr Louis Jumelle, nous ont alors rejoints. "

La première partie du récit d'Hermann Oestrich sur la création, du groupe " O " se termine par ces mots et son récit se poursuit ensuite par la narration de son activité à Rickenbach, puis à Decize que nous verrons plus loin.

Ces témoignages montrent sans le moindre doute que, contrairement à ce que devront subir les ingénieurs de Junkers déportés par les Russes, tous les membres du groupe " O " sont venus en France volontairement et que la plupart y sont restés, ce qui est une preuve qu'ils y ont été bien traités.

Notes de fin

(1) L'opération *Paperclip* (originellement appelée " Opération *Overcast* ") est une opération menée à la fin de la Seconde Guerre mondiale par l'état-major de l'armée des États-Unis afin d'exfiltrer et recruter près de 1 500 scientifiques allemands pour lutter contre l'URSS et récupérer les armes secrètes du Troisième Reich.

(2) Alfred Hubert Roy Fedden (6 juin 1885 - 21 novembre 1973) est un ingénieur qui a conçu avec succès la plupart des moteurs d'avion à pistons de la Bristol Aeroplane Company.

Decize à l'heure allemande : 1946 - 1952

Reiner Decher est le fils de Siegfried Decher, un ingénieur allemand du groupe " O " qui s'était déjà illustré pendant la guerre en développant chez Junkers la régulation du Jumo 004 B et qui, à Decize, inventera celle du turboréacteur ATAR. Reiner Decher réside aujourd'hui aux USA mais a vécu une grande partie de son enfance à Decize. Il vient d'écrire un livre " The fate of nazi germany's jet engineers " dont vous trouverez traduit ci-dessous le chapitre 6, relatif au transfert puis à la vie des familles allemandes à Decize. La plupart des motoristes allemands de la guerre se trouvaient dans les environs de Berlin et c'est de là que l'épopée commença.

Le titre original de ce chapitre est " ACCOMODATIONS AND LIFE IN CENTRAL France " que je me suis permis de le changer en " Decize (Nièvre) à l'heure allemande - 1946 - 1951 " de manière à rester dans l'esprit historique de cette série article. Les photos de cette traduction proviennent des archives Safran sauf spécifiquement mentionné.

PM

Le transfert du personnel technique, depuis ce qu'allait devenir la zone d'occupation soviétique, vers la zone d'occupation américaine, demanda la mise à disposition de logements pour les hommes et leur famille. Ce sont les Américains qui assurèrent la plus grande part de ce déplacement. Les hommes et leurs familles ont pu se trouver momentanément séparés et ne pas loger ensemble. Le personnel technique déplacé par l'armée américaine fut temporairement logé à Bad Kissingen et à Oberursel. Un groupe plus important de familles restées regroupées fut installé à Landshut, en Bavière, dans d'anciennes installations militaires allemandes, récupérées par les Américains. et renommées Pinder Barracks. Les archives ne décrivent pas les conditions de logement à Landshut, mais, connaissant les usages américains, il est plus que probable qu'elles étaient acceptables pour les familles allemandes qui s'y retrouvèrent. Certains spécialistes furent directement transférés aux USA, sans leurs familles, et temporairement logés dans des baraques en planches sur des sites militaires, à Fort Sill dans l'Oklahoma et à Wright Field dans l'Ohio.

Les Allemands du groupe " O ", qui seront transférés en France, travaillèrent tout d'abord en Allemagne, à Rickenbach, dans une ancienne usine Dornier. Ils étaient logés à Lindau. De là ils seront ensuite transférés dans une ancienne caserne de Gardes Mobiles, à Decize dans le centre de la France. Les logements situés à Landshut et Decize n'étaient plus de simples installations en bois. Ils se situaient dans des bâtiments en dur, équipés au standard des années 1930, avec eau courante et électricité. Ces bâtiments avaient été utilisés pendant la guerre et étaient restés intacts. Le chauffage central fut installé dans les logements de Decize juste avant l'arrivée de leurs occupants allemands.

Il convient de noter ces faits car ils contrastent avec les conditions extrêmement difficiles qu'allaient vivre les Allemands déplacés en Russie. Le climat contribuait aussi à cette différence importante, les hivers en Russie étant plus longs et plus froids qu'en Europe de l'ouest.

Lindau, où furent regroupées une centaine de familles, se situait sur le Lac de Constance, en zone française d'occupation. L'armée française y avait réquisitionné des logements de résidents locaux soupçonnés d'être des nazis notoires. Le séjour à Lindau fut de courte durée (de janvier à novembre 1946) car les ingénieurs allemands et leurs familles furent forcés de quitter l'Allemagne à cause de nouvelles règles établies par les Alliés qui interdisaient sur le sol allemand toute activité relative à du matériel militaire.

Tumultueux transfert en France

L'intérêt pour cette époque de Pierre Mouton, (un ingénieur de la SNECMA, aujourd'hui retraité), l'a amené à en rechercher les détails et à mieux connaître ceux qui y ont participé. La suite de ce paragraphe est une transcription de ce qu'il a appris, surtout à partir de l'interview du Français Louis Jumelle qui vécut les premiers jours de la création du Groupe " O " et qui, par la suite, occupa un poste important à la SNECMA. (Il en dirigea la Marque Concorde dans les années 1960).

En 1946, Louis Jumelle, qui venait d'obtenir son diplôme d'ingénieur à " Sup Aéro ", (Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace), effectuait, comme Aspirant dans l'Armée de l'Air Française, son service militaire en Allemagne. Dans cette interview, Jumelle a expliqué qu'à Rickenbach il avait été responsable de l'organisation du transfert en France de l'équipe d'Oestrich.



Louis Jumelle (premier plan) lors du départ en retraite d'Albert Steiglitz (1967)

Ce déplacement en chemin de fer se fit en trois phases. Le premier transport fut celui du matériel de bureau, tables à dessin, chaises, bureaux, pas de moteurs et très peu de matériel technique.

Le deuxième transport fut celui des ingénieurs et techniciens, suivi par le troisième pour les familles. Un total de 267 wagons quitta Rickenbach au début d'avril 1946. La destination initiale était les baraques du Ministère de l'Air à Provins (situé à 55 miles au sud-est de Paris). Alors que le premier transport était déjà en route, sa destination fut annulée par le général De Lattre de Tassigny et il revint au Ministre de l'Air, Charles Tillon d'en trouver une nouvelle, ce qui pris beaucoup de temps. Les trains se trouvèrent bloqués en gare de Puteaux (nord-est de Paris). Quelques mots sur l'organisation politique en France sont maintenant nécessaires pour comprendre la suite des événements.

La SNECMA était une société nationale qui avait été créée à partir de petites sociétés impliquées dans l'industrie des moteurs d'avion et qui n'auraient pu survivre dans la " pagaille " qui suivit la guerre, si elles avaient été laissées indépendantes.

Nota PM : *En fait la raison profonde de la nationalisation a été politique et fut la sanction que le Gouvernement Français imposa à Gnome et Rhône pour sa participation à l'effort de guerre allemand. Hispano Suiza qui avait moins collaboré en fut exemptée.*

En créant la SNECMA le gouvernement français avait désiré protéger leur " know how " qui pouvait encore être sauvé. Parmi les sociétés ainsi réunies se trouvait Gnome et Rhône (le fabricant crée en 1905 les célèbres moteurs rotatifs de la première guerre mondiale). La société venait juste d'être nationalisée en punition de sa collaboration avec l'ennemi : elle avait construit des moteurs pour la Luftwaffe. La sanction comprenait la perte de capital et de personnel. Une autre société associée à la SNECMA a été Voisin, une vieille entreprise française d'avions et de voitures automobiles, également crée en 1905. Elle était proche de la SNECMA en 1945. Un troisième acteur de notre histoire est une autre société, connue sous l'acronyme de GEMHL pour " Groupe d'Etudes des Moteurs à Huile Lourde ", qui avait été créé en 1939, puis démembrée, pour finalement, en 1945, rejoindre la SNECMA. Son Président Raymond Marchal ne croyait pas en l'avenir du turboréacteur mais il fut cependant nommé Ingénieur en Chef de la SNECMA dont le siège s'installa dans l'ancienne usine Gnome et Rhône, située Boulevard Kellermann à Paris. Raymond Marchal put alors exercer une forte influence dans le domaine technique. Sous ses ordres se trouvait Michel Garnier, chef de la division turbomachines.

Alors que le train attendait de connaître sa nouvelle destination, il fut attaqué par des cadres de GEMHL et partiellement vidé du matériel qui leur manquait (tables à dessin, fournitures de bureau, outillage, etc...). Michel Garnier fut incapable d'éviter ce pillage. Les turbomachines avaient moins d'importance que les moteurs diesel, tout du moins pour Raymond Marchal. Ceci allait changer. Comme Oestrich le fera remarquer, les moteurs diesel pour avion disparurent et Garnier finalement lui succédera comme Directeur Technique de la SNECMA. Cet épisode montre bien l'état de pénurie et de désordre qui existait en France à cette époque.

La décision fut finalement prise que l'ancienne caserne des Gardes Mobiles de Decize serait le lieu d'implantation du groupe " O ". Il y avait suffisamment de bâtiments et d'espace pour les convertir en un Bureau d'Etudes pour environ 150 ingénieurs et leurs familles. Un avantage de cet endroit était sa proximité avec la petite ville de Decize, sans y être trop intégré.

Le premier convoi de trains finit par arriver à Decize, avec ce qui restait de son chargement. Il y fut déchargé par des prisonniers de guerre allemands. Une conférence de presse fut alors organisée pour préparer la population locale à l'arrivée prochaine des Allemands. Dans le contexte du proche après-guerre, il faut comprendre que cette perspective était d'acceptation difficile, malgré toutes les explications diffusées par la presse. Finalement l'état de fait accompli finit par l'emporter et la petite ville se résigna.

Le deuxième convoi de trains transportant environ la moitié des ingénieurs arriva le 15 juillet 1946. Ils furent logés, où plutôt " parqués ", dans des garages qui servirent de dortoirs. La deuxième partie du groupe arriva mi-août. Les familles ne devaient arriver qu'en novembre.



Arrivée du premier groupe d'ingénieurs allemands en gare de Decize (juillet 1946)



Installation du premier groupe dans le garage de la caserne (juillet 1946)

Louis Jumelle raconte que les installations, (qui, quand j'y vécu avec ma famille, étaient appelées " Cité Voisin "), étaient dans un état sanitaire déplorable, partiellement non chauffées et pleines de puces, de poux et de cafards. Il dut se procurer des dizaines de kilogrammes de DDT pour tenter de les éliminer avant l'arrivée des Allemands. Il n'y réussit pas entièrement, mais avec le temps le problème se dissipa. Le chauffage central fut installé.

Dans cette période, non encore stabilisée politiquement, la situation administrative du groupe " O " n'était pas très claire. La SNECMA nouvellement créée aurait, bien évidemment, pu l'intégrer lors de son arrivée en France. Le choix politique fut différent, la guerre étant encore trop proche. Pour conserver une relative indépendance au groupe " O ", le contrat signé le 25 avril 1945 le fut entre le Dr Oestrich et l'Etat français, représenté par la DTIA (Direction Technique et Industrielle de l'Aéronautique) et non pas avec la SNECMA.

Nota PM : La raison que m'avait donnée Louis Jumelle lors de son interview était qu'à cette époque la SNECMA avait un litige avec la société Rateau à propos de brevets sur les turboréacteurs. Ne voulant pas envenimer ce conflit, le choix s'était porté sur Voisin, une propriété d'avant la guerre de Paul Louis Weiller, qui possédait également Gnome et Rhône. Voisin était resté proche de la SNECMA bien qu'administrativement séparé.

Par contre, la future intégration du Groupe " O " à la SNECMA était déjà planifiée. Dans un avenant au contrat de transfert vers la France, signé le même jour, il est stipulé "qu'il est dans l'intention du Gouvernement Français, à l'occasion de ce transfert, de préparer une collaboration étroite du Groupe " O " avec la SNECMA, au niveau technique et industriel" et, un peu plus loin, " Cependant, pour renforcer les liens entre le Groupe " O " et la SNECMA, c'est à la Société Voisin, proche de la SNECMA, que le Gouvernement Français a confié l'administration du groupe " O " .

Louis Jumelle a été le premier ingénieur français à être intégré au Groupe " O ", dans le secteur " compresseur " dirigée par Karl Fickert (ingénieur qui, comme S. Decher se trouvait sur la list " Paperclip " des Américains). Une anecdote amusante racontée par Jumelle, lors de son interview avec Pierre Mouton, relate le moment où, installé à califourchon sur le carter du compresseur de l'ATAR 101 V fonctionnant à plein régime, (image d'un cavalier montant un cheval, mais dans ce cas avec 10 000 chevaux entre les jambes), il manipulait des sondes " trois doigts " pour mesurer l'angle de sortie de l'écoulement à l'aval des redresseurs. Il y eu des époques où les règles de sécurité étaient différentes de celles d'aujourd'hui !

Decize

Le choix de Decize, ville sur la Loire et au centre de la France, s'est justifié par la disponibilité de sa caserne. Les bâtiments avaient été construits avant la guerre, puis occupés par l'armée allemande pendant l'occupation, qui les abandonna quand elle se retira. A l'époque de l'arrivée des premiers spécialistes allemands (au printemps 1946), ces bâtiments servaient au logement de réfugiés, à de personnes déplacées et à des prisonniers de guerre. Une autre raison du choix a été que Decize était relativement éloigné des endroits où l'animosité des Français envers les Allemands était la plus intense, surtout des grandes villes. Les années de la seconde guerre mondiale n'avaient pas été des années heureuses, même pour les habitants de Decize, ce qui faisait que, même là, régnait une tension. Heureusement l'occupation de la France par les Allemands avait été courte (1940 - 44) et ses séquelles limitées, du moins dans leur durée.



Les familles sont enfin regroupées (Automne 1946 - photo origine web).

Decize est située dans le département de la Nièvre. Dans les années 40, c'était une petite ville du point de vue économique. Son environnement était rural, et l'est sans doute toujours, à dominance agricole avec quelques petites industries. Parmi ces dernières, près de la caserne, se trouvait une petite fabrique de briques et de tuiles utilisant l'argile d'une carrière proche.

A environ un kilomètre et demi d'un centre-ville qui montrait toujours ses origines romaines, se trouvait la caserne. Ses résidents pouvaient s'y rendre à pied ou, plus tard, en vélo. Au début les contacts avec la ville ont été limités mais ils offraient cependant la possibilité d'acquérir des produits non disponibles dans le petit commerce installé à l'intérieur de la caserne. Dans ce dernier, même du vin était vendu. Mais la vie courante a demandé de se rendre en ville de plus en plus souvent pour acheter fruits secs, quincaillerie, médicaments, pain, livres, nécessaires de réparation des vélos, crèmes glacées, etc. Les Allemands étant bien payés par la France, ils apportaient un revenu très apprécié à cette petite ville éloignée de tout et leur acceptation par la population grandit.

Les plus grands bâtiments de la ville se trouvaient sur une île de la rivière. Des rues étroites, parfois très en pente et datant de plusieurs siècles, conduisaient aux commerces, aux écoles, à deux cinémas, aux églises, aux services administratifs, etc... tout ceci donnait une merveilleuse ambiance médiévale. Sur la route nationale vers le sud, une grosse partie de la circulation traversait un pont au-dessus du lit d'une rivière asséchée avant d'en traverser un autre, au-dessus de la Loire, fleuve qui contournait la ville. A l'extrémité ouest de l'île se trouvait un jardin public planté de grands sycomores et où on pouvait souvent voir des joueurs de boules. De nombreux baigneurs se retrouvaient l'été sur les berges de la rivière. Finalement, Decize était une ville charmante, que mon père a abondamment photographiée.

Six bâtiments composaient l'ensemble de la caserne, groupés par paire, avec chacun trois entrées, conduisant à 6 appartements sur trois étages. Cela formait un ensemble de plus de cent logements. En plus s'y trouvaient des ateliers, un bâtiment administratif, une laverie et des douches et enfin le petit commerce où se vendaient les choses courantes et dont il a déjà été parlé. L'ensemble convenait donc parfaitement à l'équipe d'Oestrich.

La Loire, pendant la guerre, avait constitué la séparation entre la zone occupée du nord et la zone libre de Vichy du sud. Certains avaient peut-être envisagé un conflit entre ces deux nouvelles " France " et des tranchées avaient été creusées dans le flanc de la colline entre la caserne et la rivière. Ce conflit ne devait pas se produire. Ces tranchées qui avaient sans doute été creusées par des prisonniers (français) pendant l'occupation, devinrent un terrain de jeu pour beaucoup des jeunes Allemands, dont j'étais, et qui venaient d'arriver.

Les bâtiments, destinés à l'activité des techniciens et ingénieurs, se trouvaient près des bâtiments d'habitation ce qui faisait qu'ils pouvaient s'y rendre et y revenir à pied pour déjeuner. La caserne était entourée d'un mur en béton qui pouvait être grimpé très facilement, et nous, enfants, le faisions très souvent.

L'entrée principale aux bâtiments d'habitation n'était jamais fermée. Il n'y eu jamais de restriction à la libre circulation des Allemands pour se rendre en ville où se mêler à la population locale.

La caserne possédait une école avec deux salles pour les plus jeunes de 5 à 6 ans. Les plus âgés fréquentaient les écoles de la ville. Je me rappelle que la langue étrangère obligatoire étudiée était l'allemand ! La relation entre les élèves français et allemands fut tout d'abord difficile, mais elle s'améliora lorsque ces derniers commencèrent à parler français. Les différences entre élèves diminuèrent et les antagonismes également. Les contacts personnels l'emportèrent sur les horreurs du passé et leurs souffrances.



Vue aérienne de la caserne (photo origine R.Decher). La caserne a été construite en 1938-1939. Les premiers occupants ont été des soldats allemands.

Les appartements étaient spacieux. Le nôtre, pour quatre personnes, avait deux chambres, un salon, une cuisine servant aussi de salle à manger et un petit cabinet de toilette avec WC. Dans un bâtiment séparé, des douches et baignoires étaient disponibles une fois par semaine, à des jours différents pour les hommes et les femmes, pour une toilette plus complète. Autrement la toilette journalière se faisait dans l'évier de la cuisine. L'eau chaude des douches et des baignoires servait aussi pour faire la lessive, mais il n'y avait pas de machine à laver.

Comme nous le verrons (dans un autre chapitre du livre de Reiner Decher) le chauffage fut un problème majeur pour les spécialistes allemands pris en otage en URSS. Ce problème fut moindre en France car le gouvernement français pourvut à un ample approvisionnement en bois de chauffage.

Les hommes devaient le scier et le fendre en bûches et, comme Benjamin Franklin l'aurait dit : cela réchauffe doublement les hommes. Le bois était stocké sous un abri où chacun pouvait se servir suivant ses besoins. La cuisine était toujours la pièce centrale de l'appartement, la mieux chauffée. Le chauffage central chauffait correctement les radiateurs des chambres.

Pour Noël, signe de gratitude, le Gouvernement français répondit favorablement à une de nos demandes en fournissant un nombre conséquent de sapins de Noël, une coutume qui n'était pas (encore) habituelle en France. Un Noël allemand se fête avec des arbres de Noël et ce geste fut apprécié.

Notre appartement se trouvait au dernier étage, surplombant une grande surface verdoyante située entre les six bâtiments. Cette partie centrale servait aux sports, principalement volleyball et football, et aussi d'aire de jeux pour les enfants. Pour la plupart, ceux-ci préféraient jouer dans les environs, à cache-cache dans les bois tout proches, à explorer les abords de la rivière, les tranchées et les excavations de la carrière d'argile, avec son chemin de fer de service à voies étroites, où on pouvait parfois trouver, laissé sans surveillance, un wagonnet à deux essieux qui servait au transport de l'argile et d'autres équipements. Il fallait juste rentrer à l'heure pour le dîner ! Il ne manquait jamais de camarades pour partager ces aventures. Cette description pourrait ressembler à celle d'un ghetto, mais de ghetto il n'en était rien. Nous, les enfants, nous nous joignons régulièrement aux enfants français des environs, en ville, à l'église et à l'école.

Après avoir vécu et travaillé à Decize pendant environ deux ans, les ingénieurs avaient gagné et économisé assez d'argent pour renforcer leurs possibilités de déplacement au-delà de ce que pouvait leur apporter la bicyclette. Avec l'amélioration de la situation l'économique, les voitures automobiles et les motos devinrent

plus accessibles et mon père, en 1949, s'acheta une moto avec un side-car pour ma mère. En 1950 il les échangea contre une voiture, une 2 CV Citroën. Il aimait se promener et voyager pour visiter les sites historiques des environs avec toute la famille. Les années passant, de plus en plus de voitures, des 4 CV Renault, des Peugeot, des Panhard, etc. permirent de nombreux voyages dans un magnifique pays et même en Allemagne. Quand des restrictions administratives de déplacement existaient, elles étaient minimes. Dès le début, à l'intérieur de la France, elles étaient déjà quasiment inexistantes et, plus tard, seul le passage des frontières était contrôlé. En 1951, toute la famille a eu le plaisir de visiter l'Espagne de Franco. Je me rappelle que de nombreuses routes espagnoles étaient en construction sans qu'on puisse voir quiconque qui y travaillait.



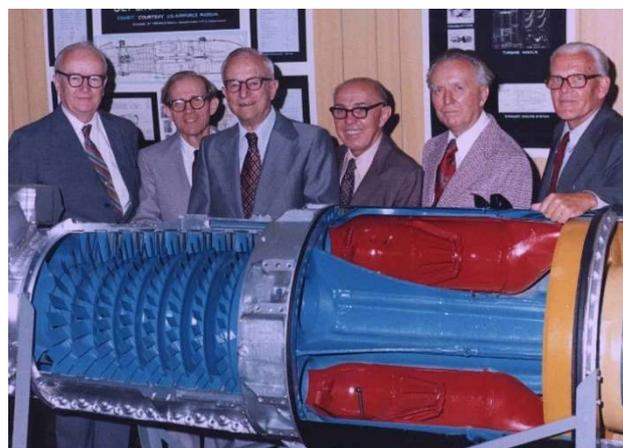
Transport vers l'abri d'un chargement de bois de chauffage (photo origine R.Decher)

L'activité technique à Decize se termina en 1952, lorsque le contrat de cinq ans entre le gouvernement français et le groupe " O " prit fin. Les ingénieurs qui furent invités à rester avec un contrat français classique rejoignirent la SNECMA près de Paris. La situation économique en Allemagne s'était bien améliorée et, comme le fera remarquer Oestrich, beaucoup de " Decizois " retournèrent en Allemagne pour y assurer des emplois dans l'enseignement ou dans l'industrie. Le groupe " O " d'une structure presque exclusivement allemande se trouva radicalement transformé en une autre, qui sera de tonalité totalement française.

Le transfert de technologie a été complet et en plus réalisé à l'amiable. L'intégration des ingénieurs allemands et de leurs familles dans les écoles et la société française fut pour moi, et pour ce que j'en sais de mes concitoyens, une très bonne expérience.

A la terminaison du contrat du Groupe " O ", Siegfried Decher déclina l'offre qui lui avait été faite d'intégrer la SNECMA et il retourna en Allemagne avec sa famille. Il y restera un an, avant d'être invité par Anselm Franz, son ancien chef de chez Junkers, à le rejoindre chez Lycoming aux USA. Il y finira sa carrière avec Wolfgang Stein, avec qui il avait déjà étroitement collaboré chez Junkers à Dessau puis au sein du groupe " O " à Decize. Son fils Reiner, l'auteur de cet article, poursuit ses études au MIT, près de Boston (Massachusetts), puis il professa à l'université de l'Etat de Washington et collabora avec Boeing. Il vit aujourd'hui sa retraite à Bellevue, près de Seattle (Washington) où il écrit des livres à caractère historique sur les moteurs à réaction.

Retrouvailles des anciens de Junkers devant
l'"écorché " d'un Junkers Jumo 004 B
S. Decher est à l'extrême droite (photo origine R.Decher)



Développement de l'ATAR 101



C'est à Rickenbach qu'ont été réalisés les premiers plans de fabrication de l'ATAR prototype. Ces plans, encore très incomplets, étaient en fait une "recopie de mémoire" de ceux du BMW 003, avec mise à l'échelle pour obtenir la poussée désirée. Ces plans ont été remis aux ateliers de fabrication de la SNECMA à Kellermann au moment du transfert vers Decize.

Je n'ai retrouvé que le document ci-dessous retraçant l'activité à Rickenbach, celui où son directeur, l'Ingénieur de l'Air Delbague, communique à Hermann Oestrich les points intéressant le Ministère de l'Armement qu'il devra étudier.

Les conversations que j'ai eues avec les quelques ingénieurs qui vécurent cette époque, Jumelle, Steiglitz et Grunert en particulier, me montrent que l'activité s'y est déroulée du mieux qu'il était possible, considérant les difficultés de l'époque. Par contre j'ai eu la chance en 1990 d'avoir accès et de pouvoir photocopier la collection complète des rapports mensuels d'activité du groupe "O" à Decize et c'est surtout à partir de ces documents que le développement des versions d'ATAR 101 va être raconté.

Les spécifications techniques imposées à Hermann Oestrich par les autorités françaises étaient des plus sommaires : Elles se limitaient à concevoir, pour l'Etat Français, un turboréacteur de 1700 kg de poussée. Rien de plus ! Il faut dire qu'à cette époque la technologie du turboréacteur ne devait pas être bien connue des fonctionnaires du Ministère de l'Armement et qu'il leur aurait été très difficile d'être plus précis !

Le premier rapport d'activité du Groupe O à Decize couvre le mois d'Août 1946. Il n'est pas signé, alors que les prochains seront signés "Oestrich" et paraphés "Sti" pour "Stieglitz".

Il porte simplement comme indication d'origine "Aéroplanes G. VOISIN - Groupe "O".

On peut lire dans ce premier rapport :

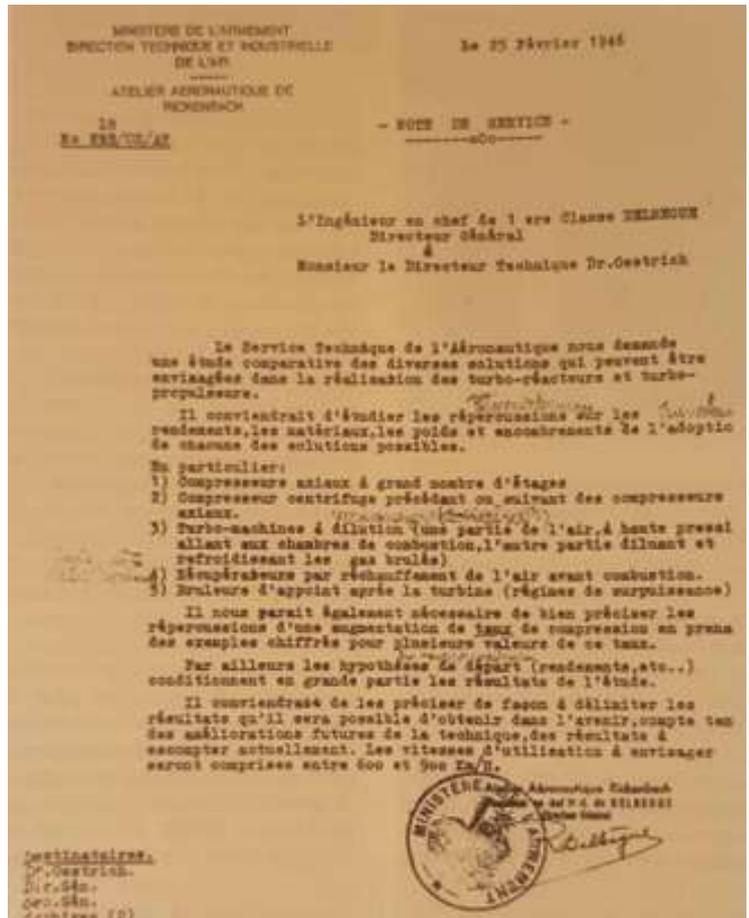
"A l'occasion du transfert de Lindau à Decize, le 27-07-1946, 130 ingénieurs et employés avec leurs bagages entiers arrivèrent ici, le transport s'étant passé sans incident.

C'est le 8-8-1946 seulement que les travaux aux bureaux purent être commencés après avoir fait achever deux bâtiments de bureaux, le troisième, ayant servi d'abord de dortoir, put être occupé 8 jours après seulement. Le service de reproduction, installé à titre provisoire au garage, put commencer ses travaux le 19-8-1946 seulement, et cela en forme de tirage ozalide. Le bâtiment pour les directions française et allemande (Il s'agit de deux maisons bourgeoises pour l'installation des familles Schneider et Oestrich) ne put être occupé le 28-8-46."....

Puis plus loin :

"Quant à la préparation du transfert des familles, la distribution des logements en fut préparée et le transport fut préparé. Il n'existait pas assez de logements.

Au cours du mois beaucoup de difficultés se sont élevées dans les affaires personnelles des collaborateurs. Ces difficultés gênent l'exécution des travaux et doivent encore être réglées".



"Liste de courses" d'Hermann Oestrich

Dans ce premier rapport il est aussi fait état que beaucoup de caisses parties de Rickenbach manquaient à l'arrivée à Decize, (sans doute suite au pillage des trains par les équipes du GEMHL de l'Ingénieur de l'Air Raymond Marchal, futur Directeur Technique de la SNECMA !). Beaucoup de plans (658), suite à un malentendu, avaient été réquisitionnés à Lindau et envoyés à Paris au lieu de Decize et les plus urgents durent être refaits. La totalité de ces plans ne sera finalement récupérée qu'à la fin de l'année 1948. Ceci montre la grande pagaille qui régnait à cette époque troublée du proche après-guerre.

Sur le plan technique, ce rapport mentionne que les études couvrent non seulement le turboréacteur ATAR 101, mais aussi un turbopropulseur, l'ATAR 201 dont il était dérivé, avec une variante à hélices contrarotatives, et aussi une version plus puissante de turboréacteur, l'ATAR 103 de 4000 kgp.

Le rapport du mois de septembre 1946 décrit les travaux de la SNECMA pour préparer la fabrication du moteur prototype. La pénurie de " vitres " pour les machines à tirer les plans semble avoir été le problème principal. D'ailleurs, et curieusement, les problèmes à cette époque que posait la reproduction des plans étaient des plus gênants et dureront longtemps. Le tirage des plans, au début, devait être réalisé à Kellermann. Il y avait aussi un manque de crayons, de papier à dessin et de papier calque. Avec l'hiver approchant le chauffage très déficient des locaux a provoqué une vague d'arrêt pour maladie. Le mauvais éclairage des planches à dessin a aussi été la cause de retard. Tous ces problèmes nous semblent dérisoires aujourd'hui et pourtant ce sont ces petites choses qui rendaient, en 1946, la vie si difficile.

En fin d'année 1946, la totalité des pièces pour six prototypes avaient été définies avec leurs gammes de fabrication et commandées à la SNECMA. Les premiers retards de livraison commençaient à être annoncés, particulièrement pour les aubes de compresseur dont la fabrication avait été confiée à Turboméca. L'étude de la version 103 du moteur avait été abandonnée et celle du turbopropulseur, ATAR 201, fortement ralentie, sans doute parce que le Bureau d'Etudes de Kellermann (Michel Garnier) avait, de son côté, entrepris l'étude de son propre turbopropulseur, qui sera le TB-1000. Le Groupe " O " avait aussi la responsabilité de l'étude des bancs d'essais. L'étude de la version 103 du moteur avait été abandonnée et celle du turbopropulseur, ATAR 201, fortement ralentie, sans doute parce que le Bureau d'Etudes de Kellermann (Michel Garnier) avait, de son côté, entrepris l'étude de son propre turbopropulseur, qui sera le TB-1000. Le Groupe " O " avait aussi la responsabilité de l'étude des bancs d'essais.



Etat du centre d'essai SNECMA de Melun-Villaroche en 1952

Les essais du moteur complet devaient être réalisés par la SNECMA sur le site de Villaroche qui n'avait pas encore de banc d'essai pour turboréacteur. Deux bancs provisoires que l'on peut voir sur la photo ci-contre, à gauche et en tête de l'alignement des bancs pour moteurs à pistons seront lancés pour les essais du prototype. Il fut aussi décidé de construire quatre bancs " définitifs " que l'on peut voir en arrière-plan et en haut de la photo prise en 1952.

Préparer les essais au sol du moteur complet n'a pas été la seule préoccupation des ingénieurs du groupe " O ". Dès 1946 l'adaptation d'un avion Junkers 88 pour les essais en vol était à l'étude et enfin, de nombreux moyens d'essais partiels étaient en préparation. La mise au point de la chambre de combustion sur des secteurs de chambre sera réalisée dans les installations des Glacières de Paris, au Quai de la Gare, qui offraient un débit d'air comprimé suffisant. Les essais de régulation commenceront à Decize puis il était prévu de les déplacer chez Bronzavia, le fournisseur choisi pour la fabrication en série de la pompe à carburant et du régulateur.

Fin 1946, le prototype ATAR 101 V était donc entièrement défini, sauf son système de régulation définitif. En mai 1947, on prévoyait encore que le premier prototype serait livré fin juillet et que le banc d'essai serait prêt début septembre ce qui permettrait de réaliser les premiers essais " moteur " bien avant la fin de l'année. Mais cette deuxième année passée à Decize va être décevante, en particulier de par l'accumulation des retards de livraison des composants destinés au premier des 6 prototypes lancés en fabrication.

Hermann Oestrich n'avait pas le plein contrôle de la fabrication et la SNECMA qui en était chargée n'en avait pas toute la capacité industrielle, ce qui faisait qu'elle devait sous-traiter. Cette chaîne de responsabilité s'est révélée déficiente dans de nombreux cas.



Le groupe " O " à Decize en 1947

En attendant la réalisation du premier moteur, le Bureau d'Etudes de Decize continuait à travailler sur les dernières gammes de fabrication, la préparation des moyens d'essais et aussi sur des concepts destinés à augmenter la poussée du moteur. Deux versions d'aubes de turbine étaient en concurrence, aubes pleines et aubes creuses en tôle. Ce seront les aubes creuses qui seront tout d'abord disponibles pour les prototypes, bien que la préférence fût pour les aubes pleines, surtout lorsque le Nimonic anglais devint disponible. L'ingestion d'eau dans l'air de refroidissement de la turbine a aussi été envisagée. Des études pour doter le moteur d'un dispositif de post combustion furent lancées. Un brevet (n° 954.825) sur un concept de régulation du débit carburant de post combustion fut déposé en octobre 1947 au nom de H.Oestrich, comme tous les brevets d'ailleurs, quel qu'en soient leurs inventeurs. Ce brevet expose un principe de régulation que l'on retrouvera sur l'ATAR 101 G, 10 ans plus tard. On y voit une injection du carburant PC en amont de la turbine, exploitant le délai d'allumage et permettant d'éviter d'augmenter par trop la longueur du moteur. Cette idée révolutionnaire, dangereuse pour les aubes de turbine, ne sera pas poursuivie.

La définition du régulateur principal était terminée en Mars 1947 et sa fabrication par Bronzavia en préparation. Malgré le retard pris pour la fabrication des prototypes, ce régulateur (dit " nouvelle régulation " ou encore " régulation Decher ") ne sera pas disponible à temps pour le début des essais du prototype.

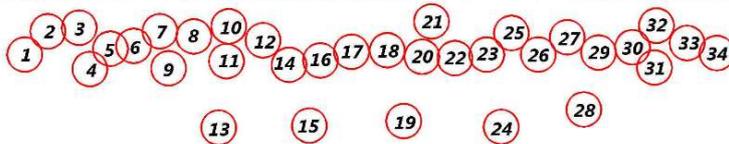
Les travaux " papier " du turbopropulseur ATAR 201 ont continué mais aucune préparation de fabrication n'a été faite. Les travaux sur le turboréacteur ATAR 103 ne se bornaient plus qu'à des études générales.

Le mois de juillet 1947 est arrivé et le premier prototype promis n'était toujours pas complètement assemblé. Sa livraison était de nouveau repoussée à fin octobre, date qui ne sera d'ailleurs pas respectée non plus car les aubes de turbines n'étaient toujours pas livrées et, pour comble de malheur, une grève s'est déclenchée à Kellermann, qui a fait que la livraison du premier moteur s'est trouvée repoussée à fin janvier 1948. Le premier banc d'essai était terminé en octobre 1947 et a été réceptionné à l'aide d'un turboréacteur BMW 003.

C'est pendant l'été 1947 que les travaux sur le banc volant Junkers Ju-88 ont été arrêtés, l'avion étant remplacé par un Glenn-Martin B-26 " Marauder " pour lequel les travaux d'installation du moteur durent être complètement repris.



1 Mr Grunert	18 Mr Gaillard
2 Mr Rè	19 Mr Rosskopf
3 Mr Clément	20 Mr Maeffert
4 Mr Lemm	21 Mr Langner
5 Mr Schneider	22 Mr Strobele
6 Mr Dhainault	23 Mr Nagelschmitt
7 Mr Bodemer	24 Mr Wetter
8 Mr Bosse	25 Mr Poppe
9 Mr Krause	26 Mr Drochner
10 Mr Hansen	27 Mr Valter
11 Mr Thiebe	28 Mr Renner
12 Mr Trinkler	29 Mr Honold
13 Mr Stein	30 Mr Goepfert
14 Mr Urbich	31 Mr Achatzi
15 Mr Hoenicke	32 Mr Recklau
16 Mr Becker	33 Mr Maeffert
17 Mr Goetz	34 Mr Ulrich

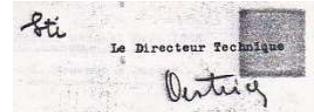


Personnel du bureau d'études

P. MOUTON

Après un an de déboires avec une (seule) machine à tirer les plans, installée à Decize, le problème posé par le tirage des plans n'était toujours pas résolu et l'achat d'une deuxième machine était réclamé en urgence. Celle-ci sera finalement livrée à la fin de l'année. Ce problème peut paraître secondaire aujourd'hui mais il a rendu les travaux du groupe " O " extrêmement frustrants.

Au début de l'année 1948, alors que le premier moteur a finalement reçu ses aubes de turbine de Turboméca, c'est l'installation électrique du banc d'essai qui n'était pas encore prête. A Decize, où rien ne peut être fait pour accélérer le début des premiers essais de l'ATAR 101 V, l'activité d'études se poursuit avec le début du projet 7503 d'un nouveau turbopropulseur, plus petit que l'ATAR 201, mais dont l'étude sera vite abandonnée.



Enfin, après un an d'attente, le grand jour est arrivé. Voilà ce qu'on pouvait lire dans le rapport mensuel de mars 1948 :

2 - Fabrication du moteur

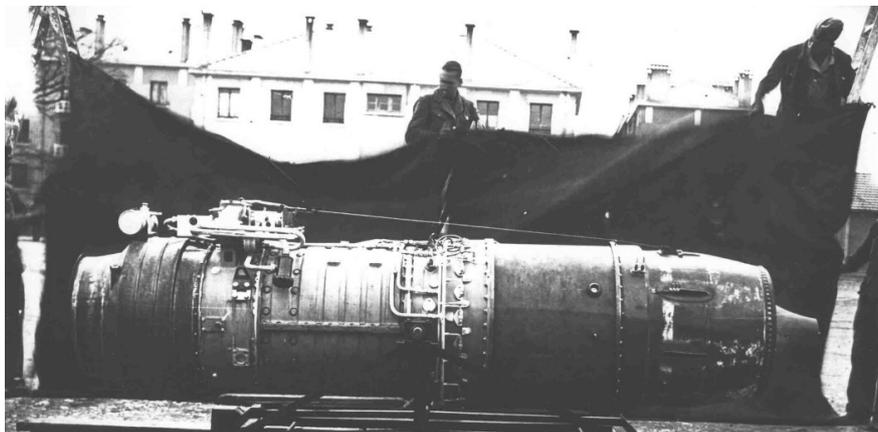
Le premier prototype ayant été équipé de sa roue de turbine, on a pu effectuer les premiers essais le 26-3-48. Le deuxième prototype a été monté, à part la roue de turbine, et a été exposé pendant deux jours à Decize. On s'attend à ce que le troisième prototype soit achevé d'ici fin mai.

Comme délai pour la livraison du démarreur qui se trouve en cours de construction on a indiqué le mois d'août 1948.

3 - Essais

..., on a pu effectuer avec succès l'essai de la chambre de combustion du prototype sans turbine (pour permettre la visualisation de la flamme). Le fonctionnement des brûleurs et des injecteurs était satisfaisant. Le 26-3-48 le moteur complet a marché pour la première fois de ses propres moyens. le moteur a pu être porté à 7000 tr/mn et a atteint une poussée de 1 100 kgp. Avec une vitesse de rotation de 7500 tr/mn on a réalisé ensuite (le 5-4-1948) une poussée de 1 680 kgp (ce qui correspond presque à la poussée garantie). Le démarrage s'est effectué sans aucune difficulté et les régimes élevés ont été atteints sans qu'il y ait eu éjection de flammes. les températures étaient basses dans l'ensemble et on n'a pu observer en aucun endroit un échauffement à rouge. Au-delà de la vitesse de rotation de ralenti on n'a constaté aucune vibration d'aubes.

Une partie du groupe " O " (Menz entre autres) travaillait à Paris à la préparation de cet essai. Le " gros de la troupe " qui se trouvait à Decize ne fut pas exclu de ce succès et fut félicité par la présentation statique pendant deux jours du deuxième prototype, sans aubes de turbine, mais ça ne se voyait pas !

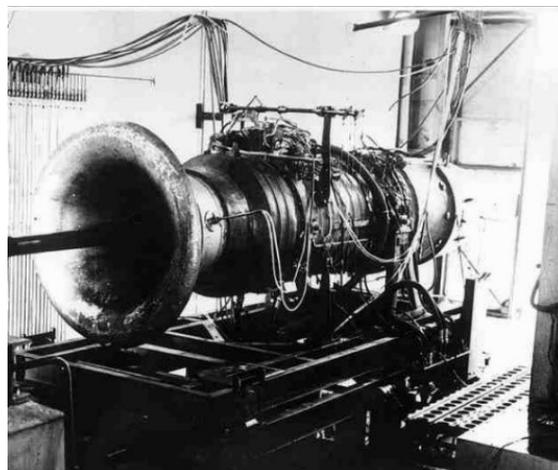


Présentation à Decize du deuxième prototype de l'Atar 101 (Mars 1948) (@ Espace Patrimoine Safran)

Le premier moteur n'avait pas encore de régulation automatique, ni de démarreur. Le démarrage était assuré par un gros moteur électrique de banc qui entraînait directement le compresseur par un arbre bien visible sur la photo ci-dessous. On y voit aussi toute la vétusté du banc avec ses colonnes manométriques et les surfaces d'accès en grilles PSP (1), récupération faites sur les pistes de décollage de campagne construites par les Américains à la fin de la guerre et qui à l'époque étaient très répandues.

Après les multiples déceptions qu'avaient causés les retards répétés de fabrication et de réalisation du banc d'essai, retards qui repoussèrent d'un an la date de mise au banc du premier prototype, l'espoir était revenu avec le succès des premiers essais.

A cette époque, où la mesure des paramètres de fonctionnement était encore très limitée, il fallait attendre l'apparition d'une panne ou l'inspection après démontage des composants du moteur pour constater un défaut.



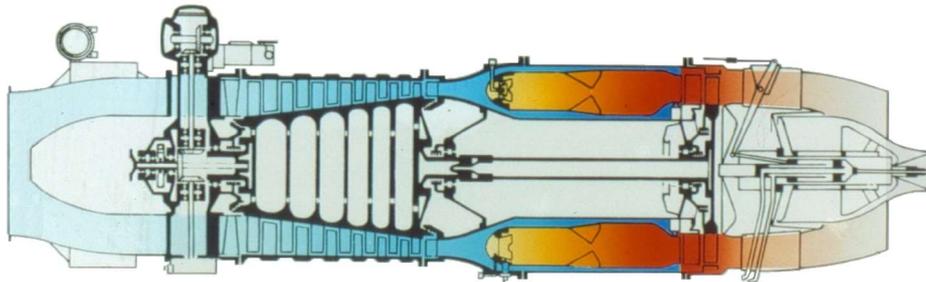
L'Atar 101 V n°1 au banc d'essais (mars 1948)

Le 5 avril 1948, après avoir atteint une poussée de 1 680 kg, le moteur commença un essai d'endurance d'une heure à 1 550 kg de poussée. Cet essai fut interrompu par le détachement d'une cale de verrouillage d'une aube du deuxième étage de compresseur qui endommagea de nombreuses aubes. Une modification, qui donna ensuite pleine satisfaction, fut introduite. Cet incident fut le début de nombreux déboires, surtout d'origine vibratoire, affectant le compresseur dont le développement devait se faire sur le moteur même, aucun banc partiel pour compresseur complet n'étant disponible.

Après ces premiers essais le développement s'accéléra. L'activité principale s'est alors déplacée vers Villaroche, Decize, en base arrière, analysant les résultats d'essais, étudiant les modifications que les premiers incidents rendaient nécessaires et continuant à étudier les versions futures du moteur, y compris l'installation sur l'ATAR 101 d'un dispositif de post combustion. Dès le mois de juin 1948 un démarreur électrique Rotax de 17 Cv apporta au moteur l'autonomie de démarrage, mais les commandes de régime et de section de tuyère restèrent manuelles jusqu'à Juillet 1949.

L'année 1949 fut marquée par une intense activité d'essai. En avril 1949, le prototype V4 termina une endurance de 50 heures à 8050 tr/mn et 1 700 kg de poussée. La roue de turbine ne totalisant que 43 heures, on décida de poursuivre l'essai pour lui permettre d'atteindre 50 heures, mais l'essai dut être interrompu par la rupture dans le pied de quatre aubes du premier étage du compresseur. Les répercussions de cet incident furent très négatives sur l'opinion extérieure qui n'attachait peut-être pas suffisamment d'importance à la performance remarquable que représentait cette endurance. Le décollement tournant était alors un phénomène totalement inconnu. Ce nouvel incident et les ruptures précédentes, tant sur le premier étage que sur le septième, conduisirent à un découragement passager. Les critiques portaient sur le choix d'un rapport de moyeu

de 0,55 qui était inhabituel. Heureusement Hermann Oestrich réussit à ramener assez rapidement la confiance et ne donna pas suite à la pression qui lui demandait de réétudier le compresseur. L'essai fut repris et en juin 1949, le prototype V1 (V comme Versuch = prototype) termina avec succès son essai de 50 heures.



ATAR 101 V - Coupe longitudinale (@ Espace Patrimoine Safran)

En plus de la sensibilité aux vibrations du compresseur, les premiers essais montrèrent que la chambre de combustion aussi avait ses problèmes, avec des dépôts importants de carbone et des ruptures de buses de mélangeur qui avaient repris la technologie du BMW 003. Pour éliminer la cokéfaction les brûleurs à cône, type BMW 003, furent remplacés par les brûleurs étoilés bien connus du personnel de la SNECMA, certains les ayant transformés en cendrier comme celui que j'avais sur mon bureau, à l'époque où je fumais encore. Les buses d'air secondaires furent d'abord reculées pour améliorer le profil de température sur les aubes de turbine, puis supprimées et remplacées par des redents à fentes. La roue de turbine, toujours équipée d'aubes creuses à fixation "à bulbe" et refroidies, a eu moins de problèmes, si ce n'est des criques dans les soudures et des usures du pied. Leur remplacement par des aubes pleines avec des fixations "à peigne" devait résoudre ces ennuis.

L'année 1950 verra la continuation des durées (500 heures à 2 200 kg de poussée sur le V1), les premiers essais de la turbine à aubes pleines et, en novembre, le début des essais en vol.



Le Glenn Martin B-26 G-11 "Marauder" serial 43-34584 modifié avec ses entrées d'air en sifflet, banc volant de l'ATAR 101 AO n° 1001 (1950). Immatriculé F-WBXM jusqu'au 19 juin 1951 puis F-ZVLA jusqu'en mai 1958.

Le bimoteur participera à toutes les campagnes d'essais des réacteurs "secs" de la famille Atar 101 (A, B, C et D) jusqu'au 14 mars 1958 et totalisera 1 108 heures d'essais en 639 vols. (@ Espace Patrimoine Safran)

Pour cela les Avions Marcel Dassault avaient modifié un bombardier B-26 G "Marauder" avec l'installation d'entrées d'air à l'avant et le montage du turboréacteur dans la queue.

Les premiers vols confirmèrent les performances de la "Nouvelle régulation Decher", la température sortie turbine se conservant dans toutes les conditions de vol, vitesse et altitude. Le redémarrage en vol n'a posé aucune difficulté jusqu'à 3 000 m d'altitude.

La fabrication des moteurs s'accélérait. Après les 6 prototypes (ATAR 101 V), l'atelier "série" de Kellermann a commencé à livrer les 10 moteurs du modèle AO (n° 1001 et suivants) qu'il avait en commande.

Le développement de l'ATAR 101 était maintenant fermement lancé et sa première utilisation en série se fera sur le Mystère II de Marcel Dassault qui sera équipé d'un ATAR 101 D. Cette version possédait une tuyère à striction, idée de Jean Bertin, un autre grand ingénieur de la SNECMA de l'époque. Puis les essais de post combustion commenceront sur un ATAR 101 F, avec ses essais en vol sur le banc volant Armagnac. La version 101 E, qui, avec un nouveau compresseur, permettra d'augmenter le débit d'air du moteur, et donc sa poussée, équipera en série le SNCASO SO 4050 Vautour II. Cette version 101 E, avec un système de post combustion,

conduira au 101 G qui équipera le célèbre chasseur Super Mystère B2, de Marcel Dassault, avion qui s'illustra avec l'Armée de l'Air Israélienne lors de la guerre des 6 jours, en juin 1967.

Avec l'ATAR 101 G se termine le développement des versions " 101 " du moteur et que va commencer celui d'une nouvelle lignée de l'ATAR, avec un nouveau compresseur et une turbine à deux étages, Ce seront l'ATAR 8 et sa version 9 avec post combustion, équipant encore des avions de Marcel Dassault, l'Etendard IV M pour la marine et surtout les Mirage supersoniques III, IV et F1 dont des milliers d'exemplaires seront construits.



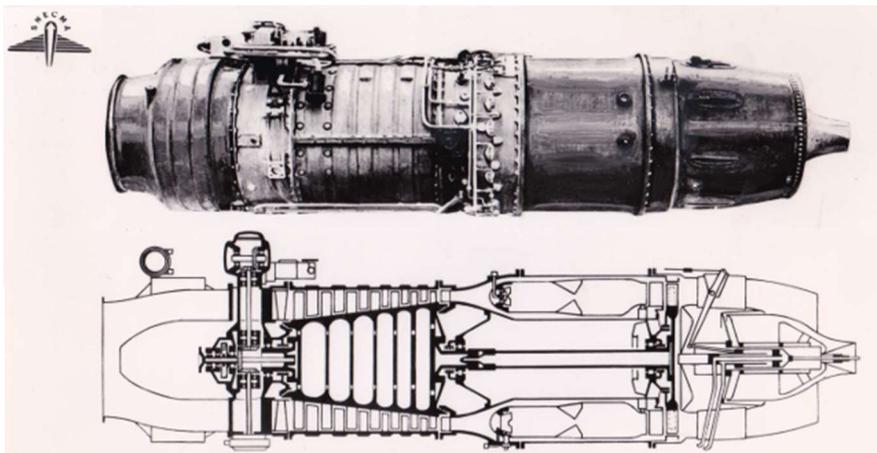
Dassault Mirage 5J propulsé par un ATAR 9C (1967) (@ Dassault Aviation)

Note de fin

(1) Les plaques en acier perforées ou *Pierced Steel Planking* (PSP) sont des plaques métalliques standardisées développées aux États-Unis peu avant la Seconde Guerre mondiale. Utilisées pour la première fois en 1941, les plaques PSP étaient utilisées pour construire rapidement les nombreux terrains utilisés par les forces aériennes américaines sur tous les théâtres d'opération de la Seconde Guerre mondiale.

Constitution technologique de l'ATAR 101

Dès son regroupement à Rickenbach en novembre 1946, le groupe " O " d'Hermann Oestrich a commencé à travailler pour l'Etat Français pour qui il devait concevoir un turbo-réacteur de 1 700 kgp de poussée. La poussée de cette machine était environ le double de celle du BMW 003 que les ingénieurs du groupe " O ", venant en majorité de BMW, connaissaient bien. C'est donc tout naturellement que le prototype de l'ATAR va ressembler à un BMW 003 mis à l'échelle de poussée 2/1 pour répondre à la spécification. Du BMW 003 il va conserver l'arrangement général, avec un compresseur axial, une chambre de combustion annulaire, une turbine axiale et une tuyère à section variable. Seule la régulation du moteur se rapprochera de celle du Jumo 004 B, grâce à deux spécialistes, Siegfried Decher et Wolfgang Stein qui venaient de chez Junkers.



Prototype Atar 101 V (1948) (@ Espace Patrimoine Safran)

La photo ci-dessus du prototype de ATAR 101 V, prise à Villaroche en février 1948, est accompagnée d'une coupe schématique du moteur. Le support d'équipement et le régulateur ne sont pas encore installés. Le moteur n'avait pas encore de démarreur et la mise en route se faisait par un gros moteur électrique entraînant directement le compresseur. Le compresseur axial possède 7 étages et la chambre de combustion 20 brûleurs comme le BMW 003 alors que le Jumo 004 avait un compresseur à huit étages et six tubes à flamme.

Les ingénieurs de BMW, à la différence des Anglais, ne savaient pas " contenir " convenablement la flamme à l'intérieur de la chambre de combustion ce qui faisait qu'une partie du carburant continuait à brûler en traversant la turbine, surtout à haute altitude. La flamme dans la chambre de combustion était stabilisée localement dans des zones de retour générées par des coupelles en " V " installées autour des injecteurs de carburant et l'air secondaire était injecté par des buses radiales. Les Anglais pour leur part organisaient un gros tourbillon torique en fond de chambre beaucoup plus stabilisant. Pour ce seul défaut les chambres allemandes imposaient l'emploi d'une tuyère à section variable.



Chambre de combustion de l'ATAR 101 V
(@ Espace Patrimoine Safran)



Roue de turbine de l'ATAR 101 V
(@ Espace Patrimoine Safran)

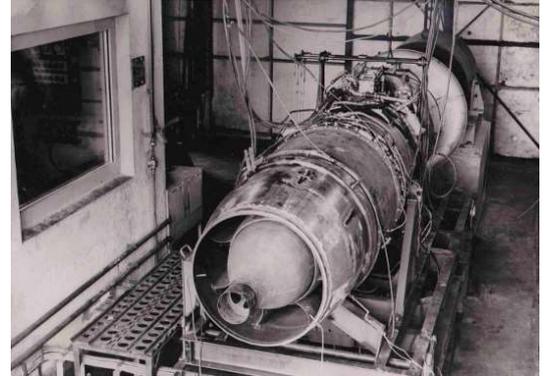
La photo ci-dessus montre la couronne des brûleurs et les buses intérieures d'alimentation en air secondaire. Les buses extérieures étant soutenues par la paroi externe de la chambre (qui est démontée) ne sont donc pas visibles sur la photo.

La turbine de l'ATAR 101 V est une copie homothétique de la turbine du BMW 003. Elle comporte des aubes creuses fabriquées à partir de tôles roulées puis soudées et refroidies intérieurement par une circulation d'air. Les pieds d'aubes sont articulés dans le disque et n'y seront encastrés que plus tard lors du passage à l'attache en "peigne" avec des aubes forgées non refroidies en Nimonic 75 (1).

L'arbre reliant le compresseur et la turbine était supporté par trois paliers, un roulement à billes à l'avant et deux roulements à rouleaux à l'arrière. Ces trois paliers étaient lubrifiés par de l'huile sous pression, mais seule l'huile du palier de butée était récupérée.



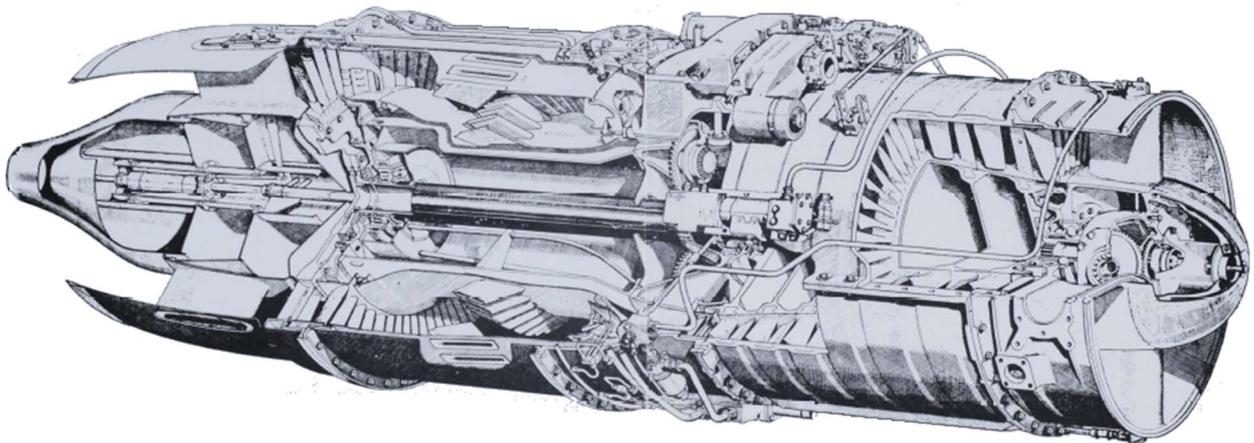
Rotor de l'ATAR 101 V (@ Espace Patrimoine Safran)



ATAR 101 V au banc d'essai et vue de sa tuyère à aiguille

La tuyère de l'ATAR 101 V, comme celle du Jumo 004 et du BMW 003 est du type à aiguille. Mais alors que celle Jumo, déplacée continûment par une crémaillère avait son pignon entraîné par un moteur hydraulique rotatif, celle du BMW était, à quatre positions, déplacée par un système vis-écrou entraînée par un moteur électrique. Celle de l'ATAR prototype, l'était par un vérin hydraulique.

L'ATAR prototype 101 V se transforma très vite en ATAR 101 A avec l'installation de son support d'équipements puis en 101 B qui sera le premier moteur à voler sur un avion monomoteur, l'Ouragan de Marcel Dassault, qui permit sa mise au point opérationnelle.

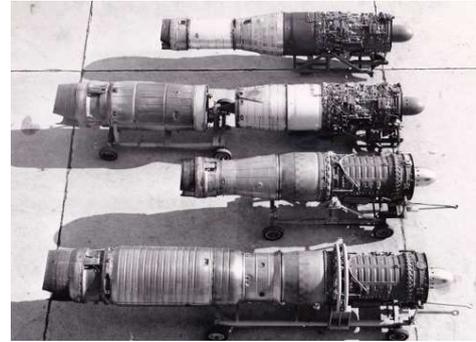


"Ecorché" de l'ATAR 101 B avec installation de ses équipements définitifs (@ Espace Patrimoine Safran)

Puis apparurent les modèles 101 C et D équipés de tuyères bi-volet permettant d'installer leurs vérins de commande dans un environnement beaucoup moins chaud. Le modèle 101 D fut le premier produit en série pour le chasseur Mystère II C de Marcel Dassault, mais eut une vie très courte, l'avion étant retiré du service opérationnel au profit du Mystère IV qui, lui, sera équipé d'un turboréacteur Rolls Royce "Tay" construit sous licence par Hispano Suiza. L'ATAR 101 D avec un dispositif de post combustion deviendra le modèle 101 F qui ne déboucha pas en série. Après le modèle 101 D, le compresseur reçut un étage supplémentaire pour former l'ATAR 101 E, qui fut installé en série sur le bimoteur SNCASO 4050 Vautour II puis, équipé d'une post combustion, s'appellera ATAR 101 G pour la série des Super Mystère B2.



MD-450 Ouragan " ATAR " 01 banc d'essais volant de l'ATAR 101 Bo (@ Espace Patrimoine Safran)



De haut en bas, les modèles ATAR 101 D, 101 F, 101 E et 101 G6 (@ Espace Patrimoine Safran)

Avec l'ATAR 101 G se termina la série des modèles 101. Le groupe " O ", installé à Villaroche, et " fondu " maintenant dans les équipes de la SNECMA, ayant perdu son identité propre. La définition de l'ATAR fut alors complètement reprise avec un nouveau compresseur et une turbine à deux étages pour former l'ATAR 8 qui équipera l'avion " Etendard IV " de Marcel Dassault, que l'on retrouvera sur les porte-avions Clémenceau et Foch.

A noter que l'ATAR 8K50 aura été le seul modèle d'ATAR équipé d'une tuyère fixe, les missions du Super Etendard ne demandant pas de vols à très haute altitude et la chambre de combustion ayant (enfin) trouvé un meilleur rendement. L'ATAR 8, équipé de la post combustion, deviendra l'ATAR 9, dont le dernier modèle, l'ATAR 9K50, volera encore sur le Mirage F1 dans les années 2020.

Quelle belle filiation pour un turboréacteur ayant ses racines dans la seconde guerre mondiale.



Etendard IV M, premier avion à réaction embarqué français (@ DA)



Super Etendard (@ DA)

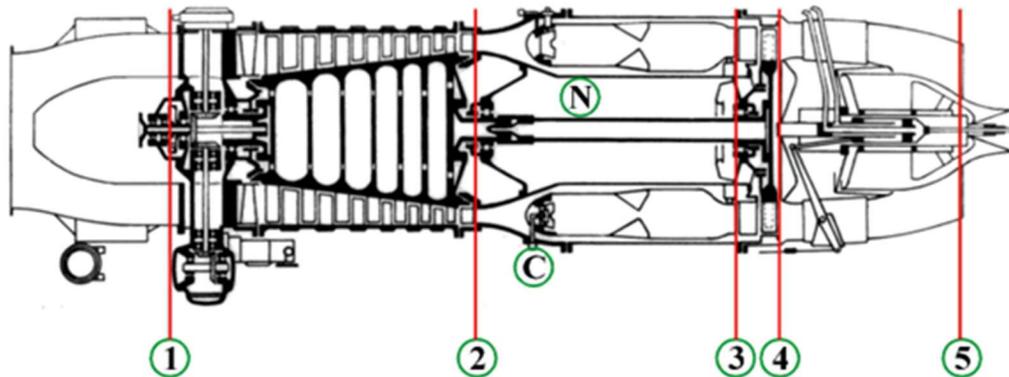
Note de fin

- (1) Mis au point par des métallurgistes anglais après la seconde guerre mondiale pour les turbines à gaz aéronautiques, le Nimonic est une classe d'alliages réfractaires ne contenant pas de fer : les austénitiques à base nickel, couverts alors par la marque Nimonic. Par rapport aux alliages à base fer utilisés à l'époque, ils faisaient gagner 150 à 200 °C aux températures de turbine.

La régulation de l'ATAR 101

La fonction " régulation " constitue l'interface entre le pilote et la turbomachine, telle que celui-ci obtiendra de celle-là une réponse précise et rapide à ses ordres de variation de poussée, tout en la protégeant automatiquement de la surchauffe, de la survitesse, du pompage ou encore de l'extinction.

Au sein du groupe " O " l'équipe Decher-Stein, d'origine Junkers, fut chargée de développer le système de régulation de l'ATAR. Ils avaient amené avec eux le concept de la manette unique du Jumo 004, très apprécié sur un avion de combat, alors que le BMW003 en était dépourvu. Ce concept a donc été conservé pour l'ATAR, mais suivant un principe de réalisation légèrement différent pour améliorer la précision de contrôle de la température maximum (T3) à l'entrée de la turbine.



Codification des plans de mesure de l'ATAR 101

La poussée ($F = D.V_5$) d'un turboréacteur sera maximum si on le fait fonctionner à la fois au régime de rotation (N) maximum permis par la tenue aux contraintes centrifuges, ce qui conduit au débit d'air (D) maximum, et en maintenant la température de sortie de la chambre de combustion (T3) à la valeur maximum permise par la turbine, ce qui conduit à la vitesse d'éjection (V5) maximum. C'est ce que va réaliser automatiquement le système de régulation développé par S.Decher et W.Stein.

L'examen pendant la guerre des résultats d'essais d'un Jumo 004 au banc d'altitude, avait amené S.Decher à imaginer un concept nouveau de régulation automatique de la température T3. Il s'était aperçu qu'à régime de rotation constant et quelles que soient la vitesse de vol, l'altitude et la température extérieure, la température T3 se maintenait constante si le débit carburant était maintenu proportionnel à l'augmentation de pression dans le compresseur.



Première " trace " de la loi de régulation de l'ATAR (1945)

Ce document est une photocopie d'une page d'un cahier de Monsieur STEIGLITZ, adjoint de Monsieur OESTRICH à Rickenbach et futur chef du département régulation à Villaroche et qu'il m'a communiquée lors d'une visite que je lui avait rendue en 1990 peu avant sa disparition.

Ce document est daté du 30 août 1945 mais, d'après Monsieur Grunert à qui je m'étais étonné d'une date aussi ancienne, pourrait être postérieur d'un an, l'habitude étant d'antidater les documents dans un but de protéger une prise ultérieure de brevet.

Ce document décrit la loi de régulation qui deviendra celle de l'ATAR. Y est mentionné que si le régime est maintenu constant, la température chambre sera constante à condition que le débit carburant (plus une valeur constante) reste proportionnel à l'élévation de pression dans le compresseur.

La nécessité de "réduire" la pression sortie compresseur n'avait pas encore été considérée mais l'adjonction de la constante qui deviendra le paramètre Co de la loi définitive était déjà prévue.

EMOUTON
2002

Cette loi est empirique et, voulant en trouver une justification plus scientifique, S. Decher a constaté que la température T_3 "dérivait" légèrement avec la température atmosphérique, mais que cette dérive pouvait être supprimée si, dans la formule, on réduisait d'environ 20% la valeur de la pression en sortie du compresseur. Finalement, pour maintenir constante la température T_3 , il fallait maintenir constant le régime de rotation, en faisant varier le débit carburant, et faire varier la section de tuyère de manière à satisfaire la relation :

$$C = C_0 + K(\beta P_2 - P_1) \quad C : \text{débit carburant}$$

Avec : C_0 : Constante représentative des "imbrulés" de la chambre de combustion

K : Constante

B : Coefficient de réduction de pression, de l'ordre de 0,8

P_2 : pression sortie compresseur

P_1 : Pression entrée compresseur.

L'intérêt principal de cette loi de régulation concernera les versions d'ATAR équipées de la post combustion. En effet, l'obstruction thermique de la post combustion agissant sur le moteur comme le ferait une refermeture de la tuyère, la loi de régulation, ne considérant pas la section de tuyère, l'ouvrira automatiquement lorsque la post combustion sera allumée.

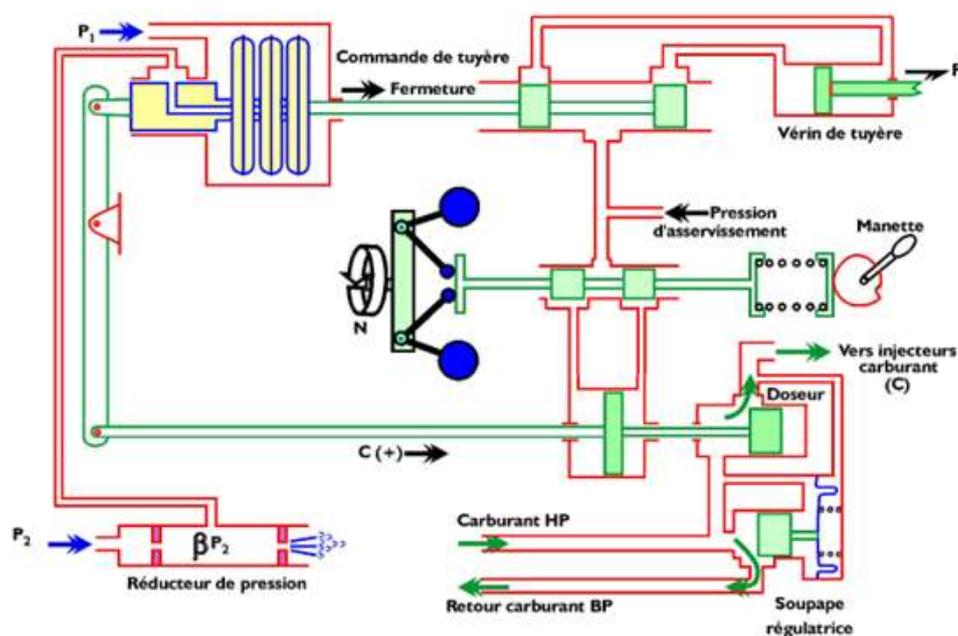


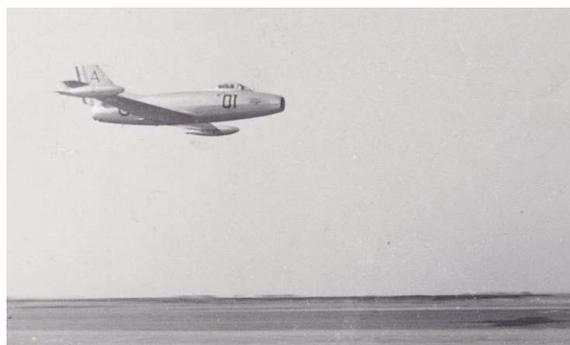
Schéma simplifié de la régulation à T_3 constante

Après mise au point sur le banc d'essais partiels de Bronzavia, les premiers essais du régulateur tachymétrique sur moteur commencèrent en Juillet 1949 puis les essais de la régulation complète, incluant la régulation de tuyère, en octobre de la même année.

A ce stade le moteur ne disposait pas encore d'une protection automatique et efficace contre l'extinction et le pompage. Seule une limitation du gradient de variation du débit carburant ($\Delta C/C$) était incluse dans la commande du doseur et cette protection dépendait essentiellement de la douceur avec laquelle le pilote manipulait sa manette.



MD-450 Ouragan " Atar 01 " (© AEVS)



MD-450 Ouragan " Atar 01 " en vol (© AEVS)

Ce furent les premiers essais en vol sur avion monomoteur qui forcèrent l'introduction d'une protection automatique et l'anecdote que m'a racontée Pierre Odeyer, le spécialiste régulation de la SNECMA attaché aux essais en vol, relate comment s'est fait (rapidement) ce changement. Les essais en vol du prototype Marcel Dassault MD 450 Ouragan n° 13 alias " Atar 01 " équipé du moteur ATAR 101 B0 n° 1012 commencèrent à Melun Villaroche le 5 décembre 1951 (1). L'avion était aux mains du colonel Rozanoff, le fameux pilote d'essais, dont le caractère franc et la parole rugueuse étaient bien connus. L'avion avait déjà essuyé plusieurs pompages et extinctions en altitude, mais lorsque le moteur s'est éteint en approche finale sur réduction de manette (sans doute trop brutale), et que l'atterrissage dût se faire en vol plané, il en a été trop pour notre célèbre pilote. Il imposa que Snecma trouve immédiatement une correction au problème. La proposition qui lui fut faite le rendit, paraît-il, fou de rage. Mr Borsdoff, le patron des essais en vol du groupe " O ", lui avait proposé d'installer une sorte d'amortisseur entre la manette et le régulateur du moteur de manière, par effet " dash-pot ", à " calmer " la nervosité de ses commandes. En une nuit (nécessité oblige), Mr Wilhem Jurish, un autre membre du groupe " O " imagina la solution qui allait être à l'origine du système dit de " double butée " et qui sera immédiatement essayé en vol sur l'Ouragan n° 14 alias " Atar 02 ", en septembre 1952, à la complète satisfaction cette fois ci du redoutable colonel. Ce système permet de limiter le débit carburant en valeur minimum (extinction) et en valeur maximum (pompage) proportionnellement à la pression de refoulement du compresseur.

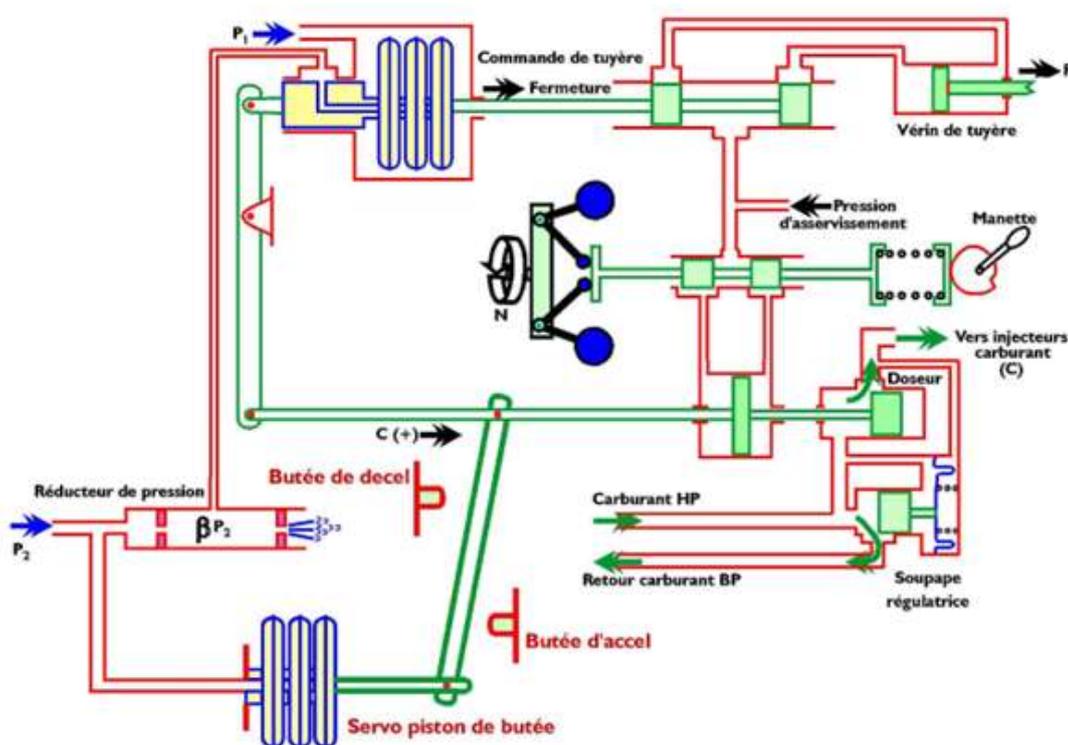


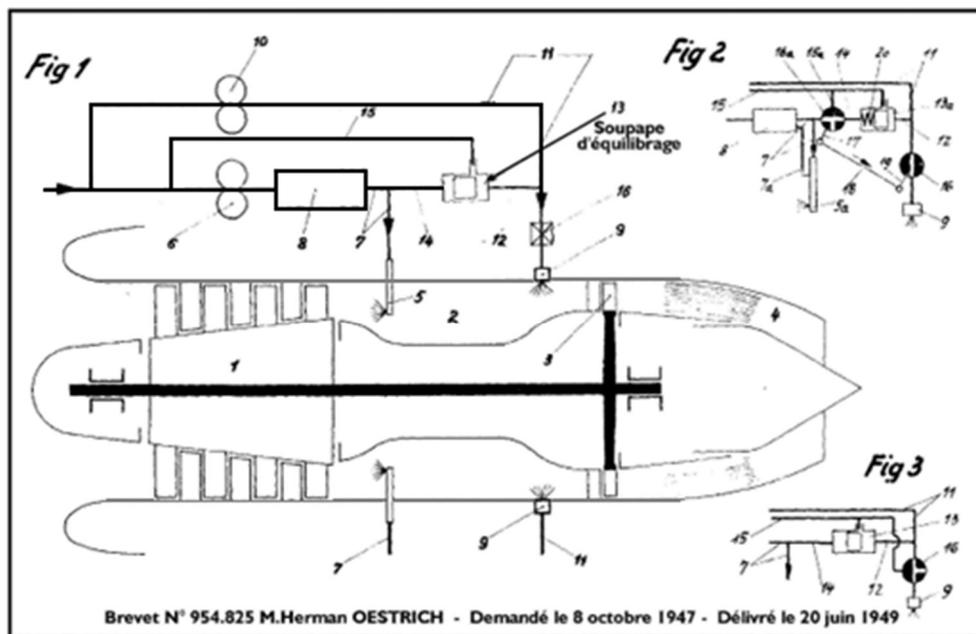
Schéma simplifié de la régulation avec double butée de l'ATAR 101

Ces trois dispositifs, la régulation tachymétrique, la régulation de tuyère et la protection contre le pompage et l'extinction, qui étaient en place dès le début des années 50, évolueront au cours du temps mais étaient toujours reconnaissables sur les derniers ATAR qui ont volé, ce qui est un signe indiscutable de la justesse des choix d'origine.

Ces trois dispositifs étaient protégés par des brevets, tous pris au nom d'Hermann Oestrich, qui s'était attribué la propriété de tous les brevets du groupe " O ". Un sentiment de frustration a dû s'en suivre et je pense que ce sentiment a dû peser lors du choix qu'ont dû faire les ingénieurs allemands, à qui était offert d'intégrer ou non la SNECMA, à la fin de leur contrat. Le brevet français de la régulation de l'ATAR 101 a été pris par Hermann Oestrich alors que le véritable inventeur, Siegfried Decher, dut attendre le début des années 1950 pour déposer ce brevet aux USA.

Dès la formation du groupe " O ", des études furent entreprises pour accroître momentanément la poussée de l'ATAR. L'ingestion d'eau et la post combustion furent envisagées et finalement c'est la post combustion

qui a été retenue. En 1944, Junkers en avaient déjà réalisé des premiers essais sur un Jumo 004. Hermann Oestrich, en 1947, a alors déposé un brevet décrivant un concept de régulation du débit carburant de post combustion basée sur le maintien d'une proportionnalité entre ce débit et le débit carburant injecté dans la chambre de combustion principale. Cette approche permettait de garantir la protection contre la surchauffe du canal de post combustion mais était sensible à la variation du coefficient de débit des rampes d'injection que peut causer la cokéfaction.

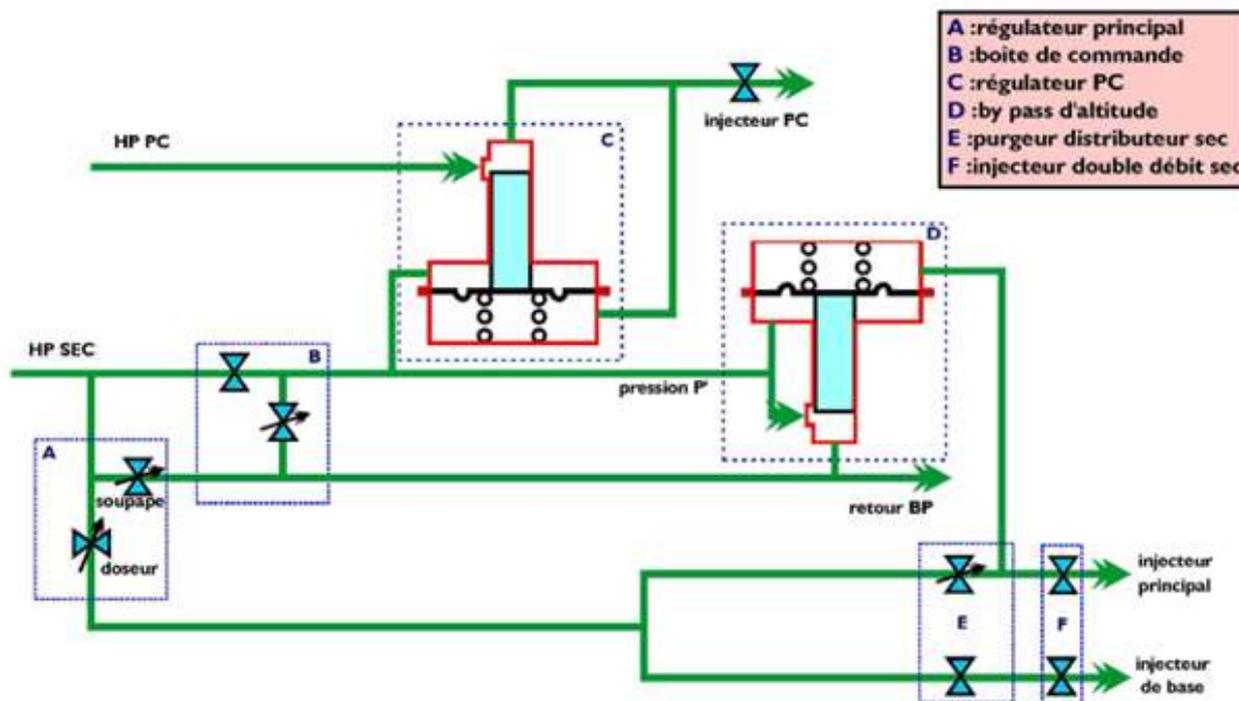


Brevet H. Oestrich de régulation du débit carburant de post combustion (1949)

On remarquera que l'injection du carburant de post combustion se faisait en amont de la turbine, concept trop risqué qui ne sera pas retenu.

Les premiers essais au sol de la post combustion (sur ATAR 101 V4) commencèrent fin 1951 suivis d'essais en vol sur le Dassault Mystère II-019.

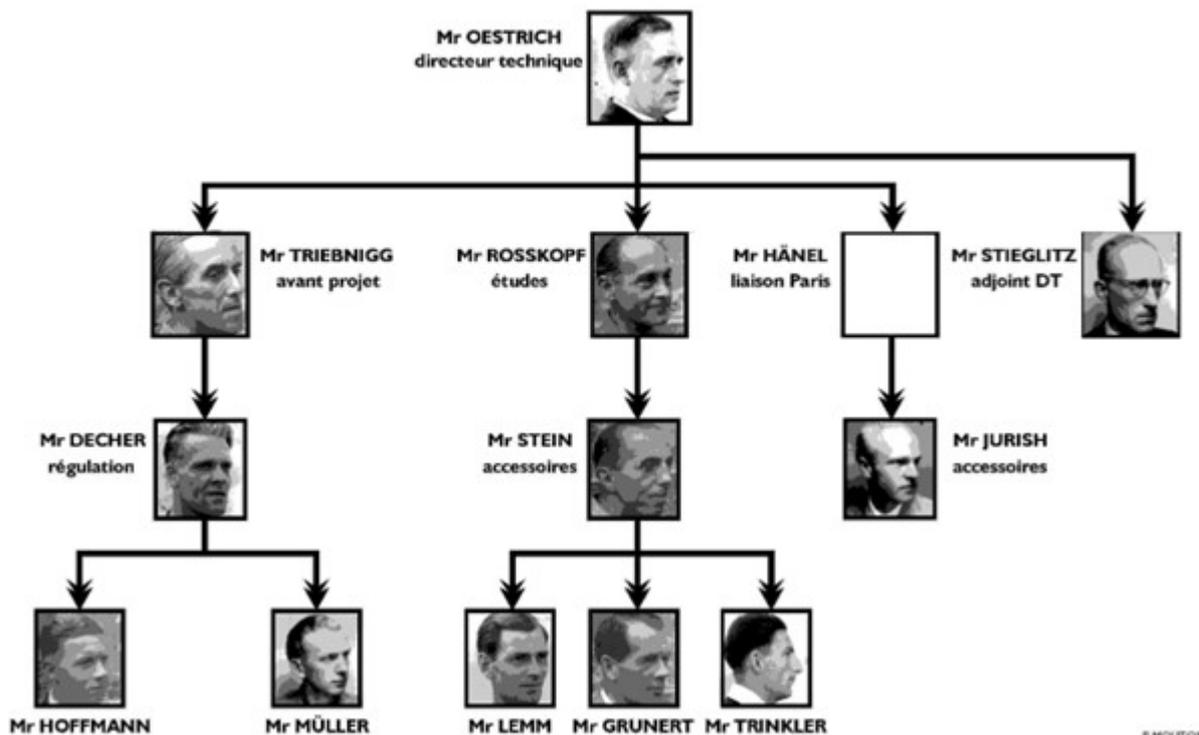
C'est à partir de ce brevet qu'a été défini le régulateur carburant PC de l'ATAR 101 G, premier ATAR à post combustion, qui a équipé en série le Super Mystère B2.



Régulateur de post combustion de l'ATAR 101 G

Le régulateur PC de l'ATAR 101 G est alimenté par une pompe de type centrifuge. Ce régulateur se comporte comme une restriction variable permettant de piloter la pression d'injection PC en fonction d'une pression de commande P' issue de la pression de sortie de la pompe principale (représentative de la pression d'injection " sec ") et modulée par " l'appareil de commande " (réglage de la charge PC) et par le " by-pass d'altitude " (correction de l'effet du purgeur distributeur " sec "). La présence du " by pass d'altitude " demande quelques explications supplémentaires. En effet entre le doseur de carburant " sec " et les injecteurs se trouve intercalé le purgeur distributeur qui agit comme une restriction variable tant qu'il n'a pas atteint sa pleine ouverture, c'est à dire lorsque la pression " plein gaz " de la pompe principale est faible, situation que l'on rencontre en altitude. Il en résulte qu'au-dessus de 30 000 ft (9 150 m) environ à égalité des pressions " pompe sec " et d'injection PC on n'obtient pas le même rapport des débits injectés suivant la valeur de la pression d'injection " sec ". C'est le rôle du " by pass d'altitude " de rétablir une proportionnalité constante des deux débits par action sur la pression de pilotage P' en fonction de la pression d'injection " sec ", prélevée sur le circuit d'injection de base.

C'est son système de régulation qui deviendra l'atout principal de vente de l'ATAR. C'est lui qui conduira l'Australie à préférer l'ATAR 9 C pour ses Mirage III et non à choisir un turboréacteur anglais comme c'était sa tradition. La tuyère à section variable, indispensable pour remédier aux difficultés de démarrage des turboréacteurs à compresseur axial de première génération et aussi aux imperfections de leur chambre de combustion, allait se révéler être un atout déterminant pour l'exportation des versions du moteur à post combustion. Ci-dessous est représenté l'organigramme de ceux qui ont créé ce système de régulation. J'ai bien connu et travaillé avec trois d'entre eux, Mrs Steiglitz, Grunert et Trinkler.



Organigramme de ceux qui, à Decize, ont créé la régulation de l'ATAR

Note de fin

- (1) En 1951, la Direction des Constructions Aéronautiques décide, en complément du Martin B-26 G " Marauder " banc volant de l'Atar 101, que les avions n° 13 et 14 de la présérie des MD-450 " Ouragan " soient modifiés et aménagés pour recevoir un Atar 101 B ou 101 C. Rebaptisés MD-450 / " Atar 01 " et " Atar 02 ", les deux monoréacteurs subsoniques mènent les essais en vol du réacteur entre mars 1953 et août 1955. Leur rôle étant d'élargir le champ d'expérience et d'identifier les problèmes d'utilisation du réacteur dans un domaine de vol élargi en altitude et en vitesse.

Intégration du groupe " O " à la SNECMA

Louis Jumelle, jeune ingénieur de Sup Aéro, avait été détaché à Rickenbach avec le grade de sous-lieutenant par la DTI. Sa fonction était de seconder le Général Delbegue, le Commandant Schneider et le Capitaine Mahoudeau (futur Directeur du centre de Villaroche) qui encadraient administrativement le groupe " O ". A Decize, il sera le premier Français à être intégré à l'équipe d'Hermann Oestrich, dans la section compresseur de " herr Fickert ".

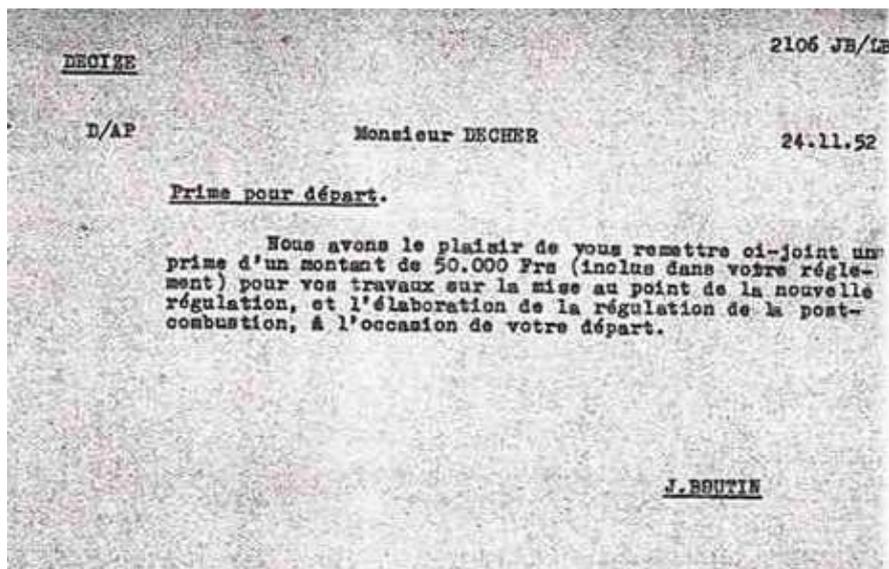
Le transfert du groupe " O " en France n'était initialement pas prévu et les ingénieurs allemands qui venaient de fuir l'occupation russe, se posaient alors beaucoup de questions sur la vie qui les attendait.

La municipalité de Decize était d'obédience communiste, comme beaucoup d'autres à l'époque et on m'a rapporté que Hans-Georg Münzberg, l'expert en thermodynamique du groupe " O ", aurait déclaré " Nous avons tout fait pour échapper aux Russes et nous nous retrouvons sous la coupe d'un ministre communiste (Charles Tillon) et dans un village dont le maire aussi était communiste. Cela nous effrayait un peu ". Fait du hasard, Georges Marchais était le permanent CGT du comité d'entreprise de Voisin ! L'ambiance allait cependant bien vite s'adoucir et Paul Martinat, arrivé à Decize à la fin 1946, rapporte que le groupe " O " organisait des bals avec les gens du village.

Dès son transfert à Decize en 1946, le groupe " O " s'est progressivement renforcé de personnel français, embauché sur place ou encore venant de la région parisienne, de la SNECMA ou, comme Mr Constant, de chez Rateau. La différence de langue a été un handicap pour ces nouveaux arrivants, et ce sont souvent des Alsaciens, comme A. Bodemer, qui facilitèrent le contact. Le tableau de correspondance " allemand - français " ci-dessous, qui a appartenu à Siegfried Decher, est un exemple des outils de communication qui furent mis en place par la Société des Aéroplanes Voisin.



Aide à la communication entre Allemands et Français du Groupe " O "



Prime de départ de Siegfried Decher

Puis les difficultés s'adoucirent et une bonne ambiance s'établit parmi le personnel de l'entreprise Voisin ainsi qu'avec la population locale.

En 1950, la SNECMA modifia son organisation en regroupant toutes ses activités " turbomachines " pour créer le Groupe Technique Turbomachines, avec l'indicatif " Y ", et auquel le groupe " O " fut rattaché, celui-ci continuant cependant à faire partie des établissements Voisin. En 1951 le contrat du Groupe " O ", signé en 1946, prit fin et le Groupe " O " fut intégré administrativement à la SNECMA. Alors quelques Allemands, comme S.Decher et W.Stein, choisirent de retourner au pays ou de partir aux USA. D'autres furent forcés de le faire car la SNECMA avait décidé de ne pas les maintenir. La grande majorité du personnel fut donc embauchée par la SNECMA, en restant encore pour deux ans à Decize, pour poursuivre le développement de l'ATAR. Ceux qui partirent volontairement et qui avaient réalisé les meilleurs travaux en furent récompensés d'une prime, comme le montre ci-dessous l'annonce de la prime que reçut S. Decher.

Fin 1952, ce qui restait du Groupe " O " de Rickenbach et des Français qui les avaient rejoints, furent déplacés vers la région parisienne. Deux groupes d'environ 80 personnes chacun furent constitués. L'un, comprenant le personnel de la " régulation ", fut directement transféré à Villaroche alors que l'autre sera dirigé vers l'établissement du boulevard Kellermann. Ce deuxième groupe sera transféré à Villaroche en octobre 1953.

C'est ainsi que, finalement, la SNECMA se constitua en un puissant outil de développement de turbomachine, avec Hermann Oestrich comme Directeur Technique. Les précédents programmes, comme celui du moteur Vulcain, du turbopropulseur TB-1000 et des pulsoréacteurs, que les bureaux d'études " français " de Kellermann et de Suresnes avaient en cours, furent abandonnés et tout l'effort fut reporté sur le développement de l'ATAR avec le succès que nous connaissons. L'intégration du groupe " O " à la SNECMA était terminée et, les années venant, la proportion d'allemands dans son personnel diminua progressivement pour s'annuler à la fin des années 1980.

Le développement de l'ATAR est un modèle de réussite. Son histoire a débuté en 1948 avec un moteur extrapolé d'un moteur de la guerre, pour se terminer, 30 ans plus tard, avec l'ATAR 9K50, qui a été sans aucun doute et à mes yeux, le turboréacteur " simple corps - simple flux " le plus élaboré au monde. Sans l'ATAR, Safran Aircraft Engines (SAE) d'aujourd'hui n'existerait pas.

Dispositifs de secours et d'aides au pilotage ATAR

En 1953, le personnel de Decize ayant été regroupé à Villaroche, la mise au point de la régulation principale et de celle de post combustion (PC) de l'ATAR 101 était quasiment terminée et aucun nouveau moteur n'était encore en développement. Le service " Avant-Projet Régulation", comprenant une dizaine d'ingénieurs et d'agents techniques, a donc pu se consacrer à de nouvelles études, complémentaires à celles de la régulation de base du moteur.

Les turboréacteurs ATAR ont été conçus pour équiper des avions de chasse. Ces avions sont le plus souvent monomoteur et une panne de leur moteur conduit à un atterrissage forcé, pouvant se terminer en catastrophe. Par ailleurs, les avions à ailes " delta ", comme le Durandal puis la série des Mirage III et IV avaient une caractéristique aérodynamique rendant très difficile le maintien d'une vitesse d'approche stabilisée, ce qui augmentait la charge de travail de du pilote. Ce sera pour limiter les conséquences de ces deux problèmes que de nouvelles études de régulation ont été menées.

La plupart des pannes conduisant à une perte de poussée du moteur affectent les circuits d'huile et de carburant, la turbomachine proprement dite, compresseur, chambre de combustion et turbine, n'en étant que rarement la cause.

Secours " panne huile "

L'ATAR n'a qu'un seul palier de butée, donc chauffant fortement, le rendant très sensible à un manque de lubrification. De nombreux cas de perte de pression d'huile sur ATAR 101 E (SO 4050 Vautour II) et 101 G (Super Mystère B2) ont conduit au début des années 1960 à l'étude d'un dispositif de lubrification de secours qui sera installé sur ATAR 8 et 9. En cas de perte de pression d'huile, le pilote devait enclencher un circuit indépendant de lubrification du palier 1, composé d'un petit réservoir d'huile contenu dans le réservoir principal et d'une petite électro pompe à engrenages, qui permettait d'éviter le grippage du palier et à l'avion de se poser sur le terrain le plus proche.

Secours " carburant "

Le risque de panne du circuit carburant, et donc de la perte de poussée, a conduit à la mise en place de dispositifs de secours de plus en plus sophistiqués. Tout d'abord dès qu'en juillet 1948 il reçut sa régulation " Decher ", l'ATAR 101 V, possédait déjà un moyen de contrôler le débit carburant en cas de panne du système de commande du doseur de carburant. La procédure de secours que devait appliquer le pilote avait été " héritée " de celle déjà en place sur le Junkers Jumo 004. En cas de perte de pression d'huile du circuit d'asservissement, le doseur s'ouvrait complètement sous l'effet d'un ressort de rappel et le débit injecté restait pilotable par le boisseau de l'appareil de commande. Ce boisseau, lié mécaniquement à la manette " pilote ", est placé en amont du régulateur de carburant. Normalement commandé en " tout ou rien ", il permet d'ouvrir et de fermer l'alimentation venant de la pompe à carburant, mais, entre ces deux positions extrêmes, il permettait aussi de moduler le débit. Cela demandait beaucoup de dextérité au pilote mais était possible.



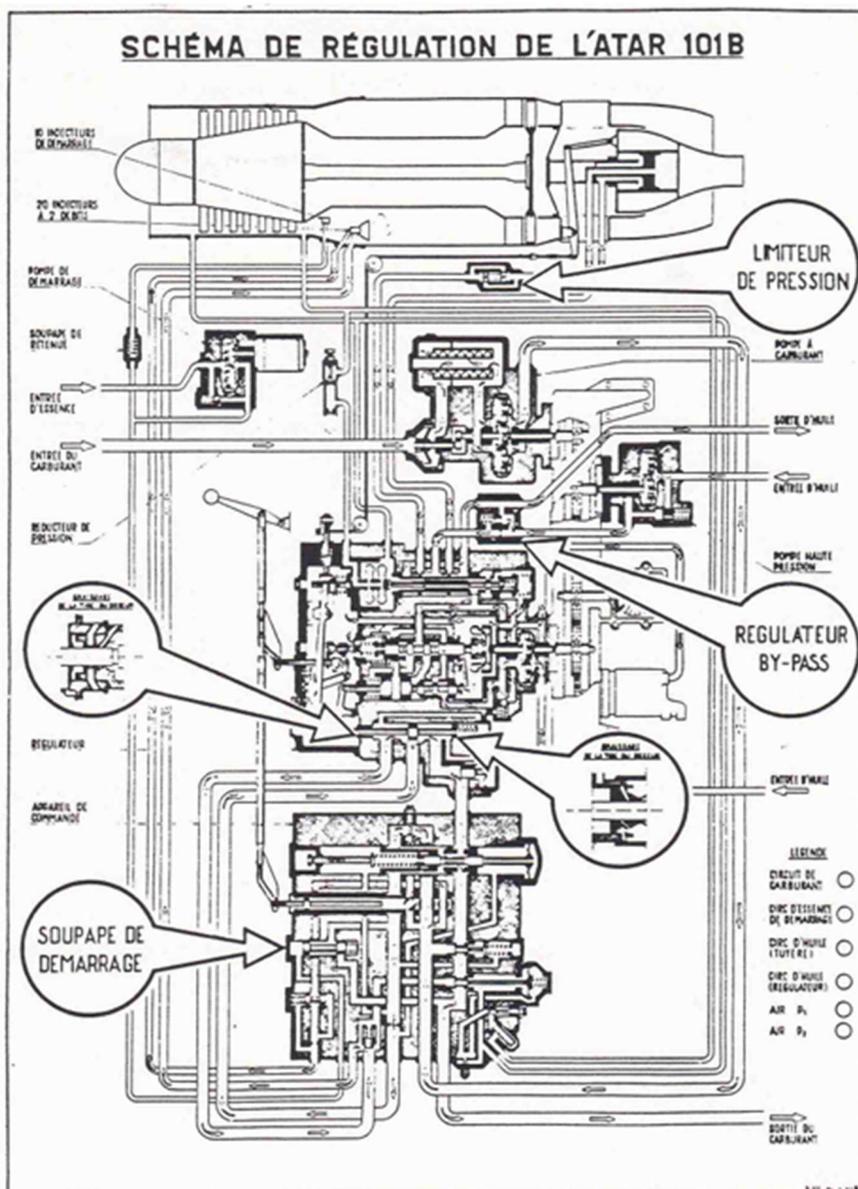
SE 212 01 " Durandal " III (F-ZWUC)



Super Mystère B4-01

Le SE 212-01 " Durandal " et les deux Super Mystère B4-01 et -02 ont été utilisés, entre 1958 et mai 1960, pour la mise au point du dispositif de régulation d'approche. Certains essais ont eu lieu en conditions IFR (Instrument Flying Rules).

Sur le schéma ci-dessous de la régulation de l'ATAR 101 B, on remarque l'appareil de commande, séparé du régulateur et contenant le boisseau commandé manuellement, et aussi, le circuit de démarrage à l'essence comme sur le BMW 003.



Appareil de commande et régulateur de l'ATAR 101 B

En plus du régulateur du débit carburant, la commande de tuyère pouvait aussi tomber en panne. Cependant les conséquences de cette panne étaient limitées de par la faible amplitude de variation que pouvait prendre la section de tuyère entre les deux butées internes du vérin de commande. En effet sur les moteurs non équipés de la post-combustion, les sections minimum et maximum de la tuyère étaient assez proches. De par cette configuration la température des gaz ne pouvait pas dépasser outre mesure sa valeur maximum permise et le moteur fournissait encore 70 à 80 % de poussée si sa tuyère s'ouvrait complètement.

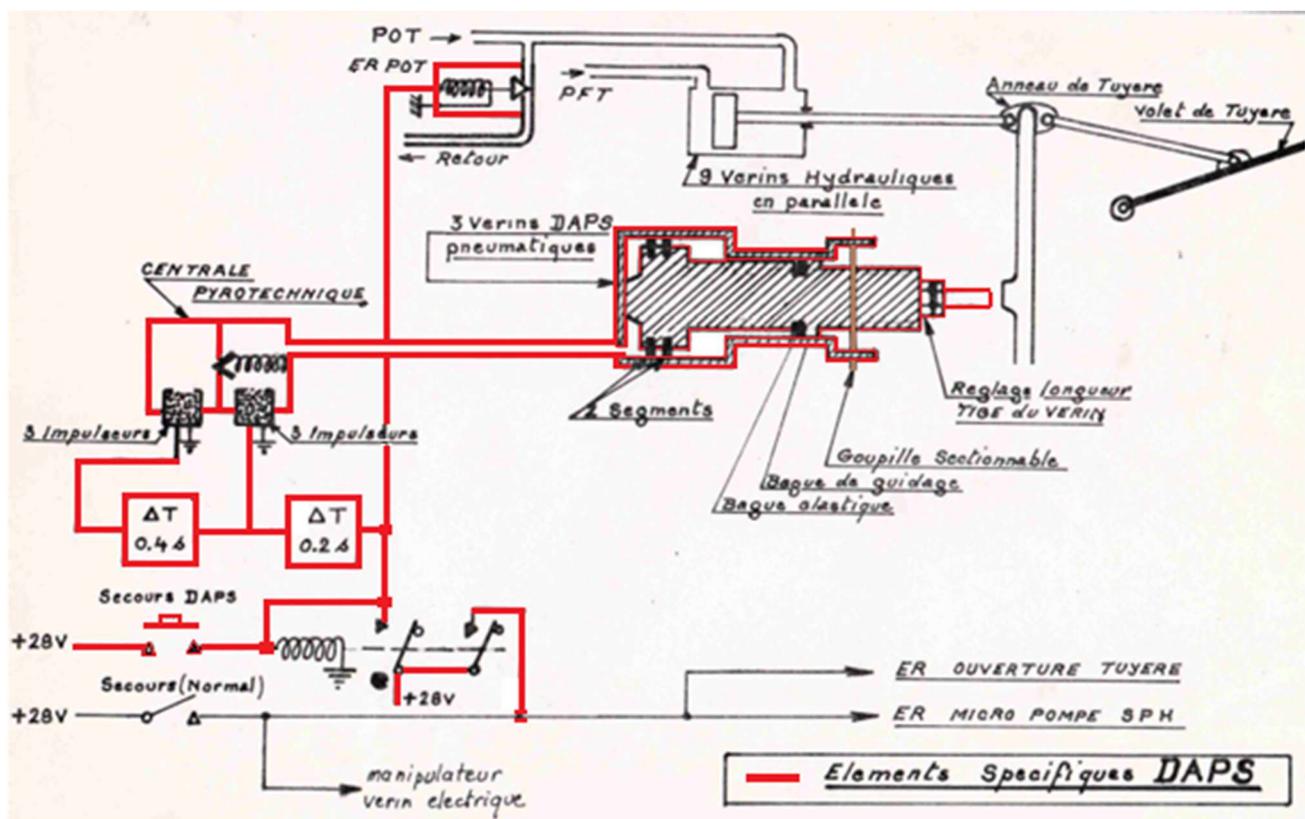
Ce ne sera que dans la deuxième moitié des années 1950 que l'étude d'autres dispositifs de secours fut reprise. En effet de nombreux cas de blocage de régime causés par la contamination de l'huile du régulateur tachymétrique des moteurs 101 E (SO 4050 Vautour II) et 101 G (Dassault Super Mystère B2) et le grippage de la commande du doseur avaient été observés. Ce nouveau dispositif de secours fut introduit sur les ATAR 8 et les ATAR 9B et 9C. Il était commandé par le pilote qui devait sélectionner l'ouverture de deux électrovannes, l'une qui mettait à l'air libre la pression d'air issue du réducteur de pression de la commande de tuyère et l'autre qui alimentait en huile sous pression un petit vérin hydraulique qui venait " enfoncer " le doseur jusqu'à une position correspondant à un débit carburant d'environ 2000 kg/h. La pression d'huile de commande provenait de la pompe à huile HP de tuyère. Le dispositif ne pouvait être enclenché qu'en dessous de

20 000 ft (6 100 m) pour éviter la survitesse. Ce dispositif sera modifié en 1965, sur les dernières versions des ATAR 9B et 9C, par le remplacement du vérin hydraulique de secours par un petit vérin électrique dont la position était " pilotable " par le pilote. Ce dispositif, qui complétait le secours " panne d'huile " du palier N°1, permettait de maintenir le moteur en fonctionnement pour tous les cas de pannes d'huile, mais, si la commande de la tuyère était affectée en s'ouvrant complètement, s'en suivait une perte de poussée qui pouvait être importante sur ces moteurs équipés de la post-combustion.

Secours " tuyère "

Sur l'ATAR 9K50, les dispositifs de secours ont alors été complétés par le DAPS, Dispositif d'Augmentation de Poussée en Secours, permettant au pilote de refermer partiellement la tuyère pour récupérer de la poussée.

Le DAPS comprenait trois vérins " pousoirs " avec verrouillage en position intermédiaire, dite de " secours ", vérins qui étaient alimentés en gaz chauds sous pression par une " centrale pyrotechnique ". Ces vérins venaient pousser l'anneau de commande des volets de tuyère jusqu'à une position intermédiaire. Un jeu d'électrovannes permettait par ailleurs d'éviter des contre pressions d'huile dans les vérins principaux ce qui auraient gêné le fonctionnement en secours. Bien évidemment le tir du " DAPS " ne pouvait se faire qu'une fois au cours du vol.



Ensemble du dispositif DAPS de l'ATAR 9K50

Finalement le dernier modèle de l'ATAR, le 9K50 du Mirage F1, possédait quatre dispositifs de secours de bien distincts :

- 1 - Un circuit d'huile autonome pour la lubrification du palier N° 1.
- 2 - Un ressort " anti-emballement " incorporé au régulateur principal assurant le rappel du doseur dans le sens fermeture en cas de chute de la pression d'huile d'asservissement. Ceci afin d'éviter la survitesse.
- 3 - Un vérin électrique installé sur le régulateur principal permettant au pilote d'ajuster le débit carburant pour obtenir la poussée désirée.
- 4 - Un dispositif d'augmentation de poussée par action sur la tuyère. Ce dispositif pyrotechnique permettait de refermer la tuyère dans une position intermédiaire en cas de perte de sa commande automatique.



SCHEMA DE REGULATION ATAR 09K50

D.A.V./M.C.F.

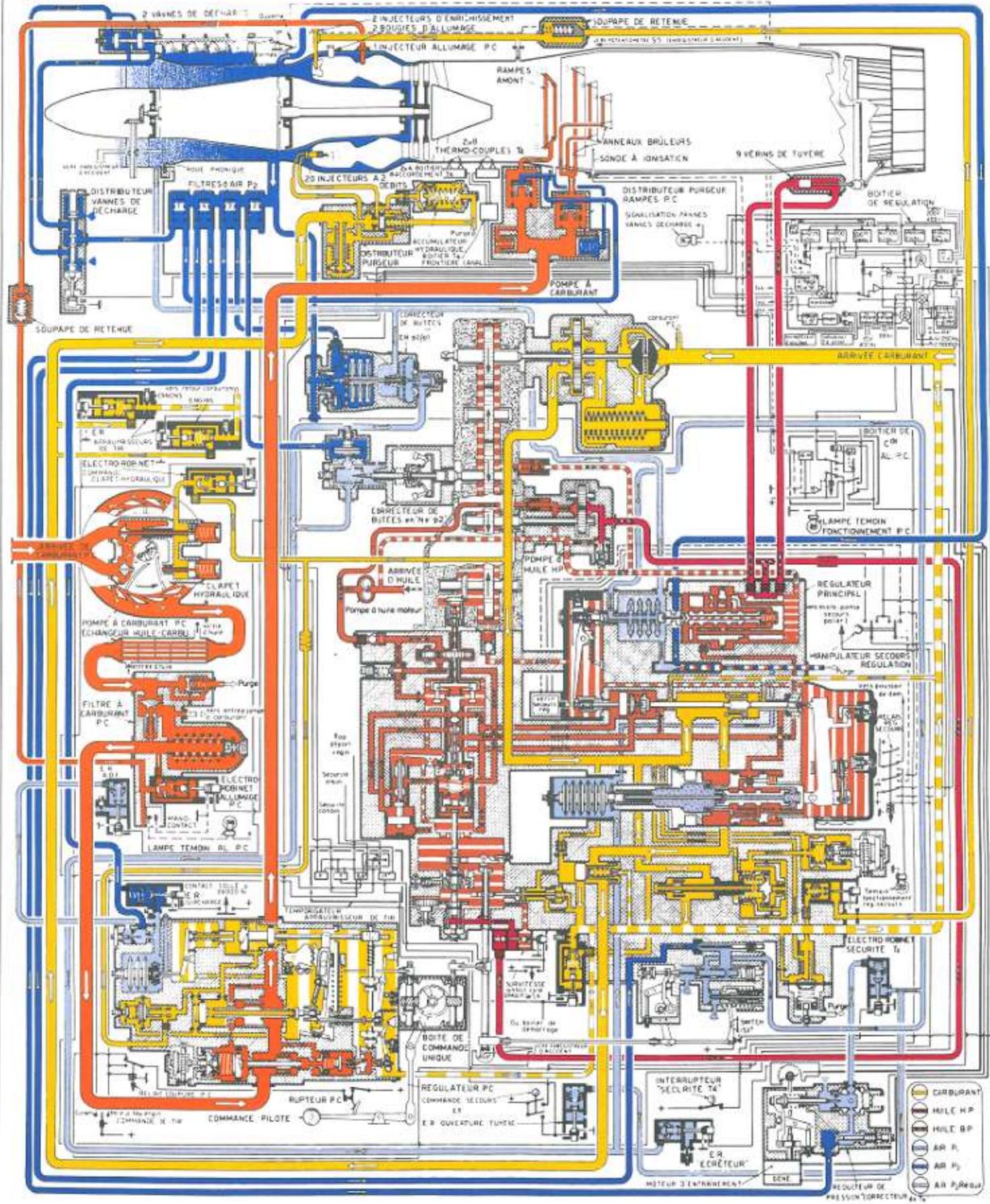


Schéma de régulation de l'ATAR 9K50

Le schéma ci-dessus de la régulation de l'ATAR 9K50, même sans le DAPS qui n'est pas représenté, peut se comparer à celui de l'ATAR 101 B. Cette comparaison montre bien l'énorme apport du secteur "régulation" de Villaroche qui a fait beaucoup au succès des Mirage.

Secours "Total"

Avant de quitter les dispositifs de secours ayant équipé les moteurs ATAR, on ne peut passer sous silence l'étude très originale d'un autre dispositif de secours connu sous le nom de "Secours Total". L'Armée de l'Air israélienne, qui possédait des Mirage III CJ équipés d'ATAR 9B, avait perdu un ou plusieurs (?) avions suite à rupture de la chaîne cinématique et perte d'entraînement de la pompe à carburant. L'idée est venue, je ne sais pas de qui, que, pour ce cas de panne, la turbopompe alimentant le régulateur de post combustion pourrait être utilisé en secours. On me confia en 1965 l'étude de l'avant-projet de ce dispositif.

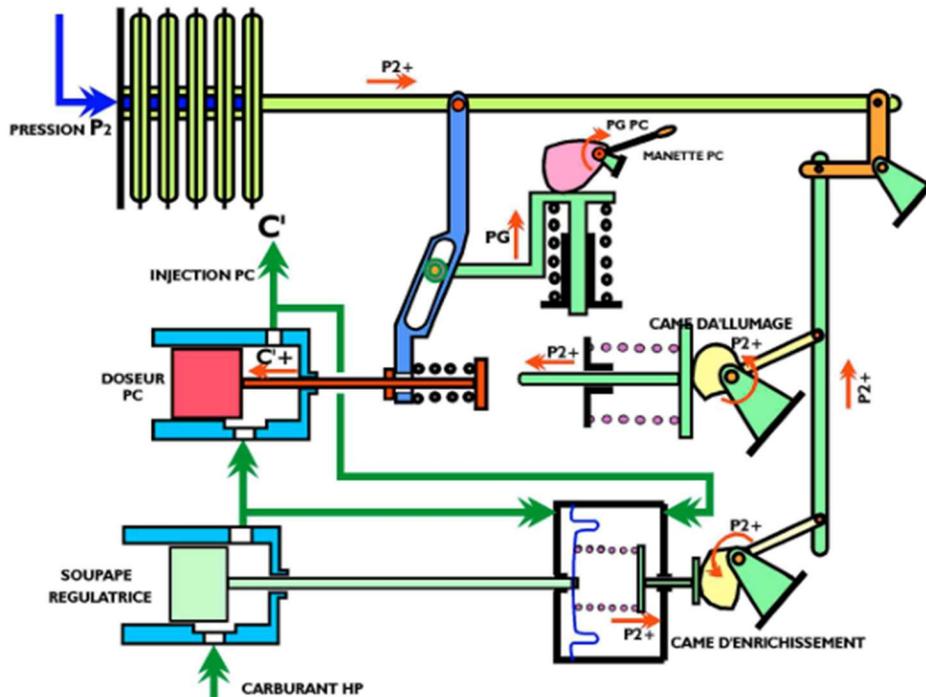


Schéma du régulateur de post-combustion de l'ATAR 9

Sur ATAR 9B, la post combustion est alimentée par une turbopompe et le régulateur PC n'a donc pas besoin d'entraînement mécanique. La régulation PC du moteur pouvait donc constituer la base de la redondance recherchée pour ce cas de panne. A part l'idée, tout restait à faire.

Il fallait donc imaginer le moyen de " commuter " la régulation de post combustion du moteur sur les injecteurs de la chambre de combustion principale. Cela n'était pas aussi simple qu'il pourrait paraître. En cas de rupture de chaîne cinématique le moteur s'éteint. Il faut donc le rallumer et pour cela utiliser une pompe entraînée par un moteur électrique. Il fallait aussi que l'apport de carburant provenant de la turbopompe soit progressif pour éviter l'extinction riche ou le pompage du moteur, d'où l'idée de développer un " transiteur ". Il fallait enfin trouver de la place pour loger le système. Cette activité m'a pris plus de 6 mois, à concevoir un " transiteur ", à dimensionner la pompe électrique et lui trouver une place dans la cellule pleine comme un œuf du Mirage III CJ. Je me revois encore à Argenteuil sur la chaîne Dassault des Mirage, en train d'ouvrir toutes les portes de visite de l'avion dans le but de trouver une place pour mon électropompe. Je l'ai enfin trouvée. J'ai terminé l'avant-projet qui a été envoyé en Israël, puis je n'en ai plus entendu parler, jusqu'en 1972 alors que je démarrais mon activité sur le programme CFM56. Mr Jacob avait été affecté à ma petite équipe et il m'apprit qu'il revenait d'Israël où il avait participé, au titre de l'assistance SNECMA, aux essais en vol d'un Mirage III CJ équipé d'un secours total. Je suppose que mon avant-projet n'avait pas été oublié par tout le monde et que les Israéliens en avaient continué eux-mêmes le développement pour l'amener au stade des essais en vol ! Je ne sais pas si, finalement, les avions israéliens ont été équipés de ce dispositif.

Dassault Mirage III CJ en phase d'atterrissage
 (@ DR)



Régulation d'approche

Voyons maintenant comment, et sans doute pour la première fois au monde, le système de régulation d'un moteur a inclus un dispositif étant essentiellement destiné à aider le pilote à piloter son avion. Il s'agit de la régulation d'approche des Mirage III et IV équipés d'ATAR 9.

Les Mirage III et IV produits par Marcel Dassault sont des avions à aile delta qui, en approche et à faible vitesse indiquée (de l'ordre de 180 kts), prennent une position très cabrée, qui génère une très forte traînée. Dans cette configuration à forte incidence, appelée de " second régime ", avec le moteur fournissant une poussée constante, la vitesse de l'avion devient instable. Soumis à une perturbation qui tend à l'accélérer, l'avion ne revient pas à sa vitesse initiale, mais au contraire va continuer à accélérer vers une vitesse stable dite de " premier régime ". Ou, s'il ralentit, il va s'enfoncer et décrocher si le pilote tente de rétablir la trajectoire. Cette caractéristique explique les nombreux accidents au décollage des pionniers de l'aviation qui cabraient leur avion dès qu'il quittait le sol. Le vol en " second régime " conduit le pilote à manipuler continuellement sa manette de puissance pour maintenir un taux de descente relativement constante et surtout éviter le décrochage.



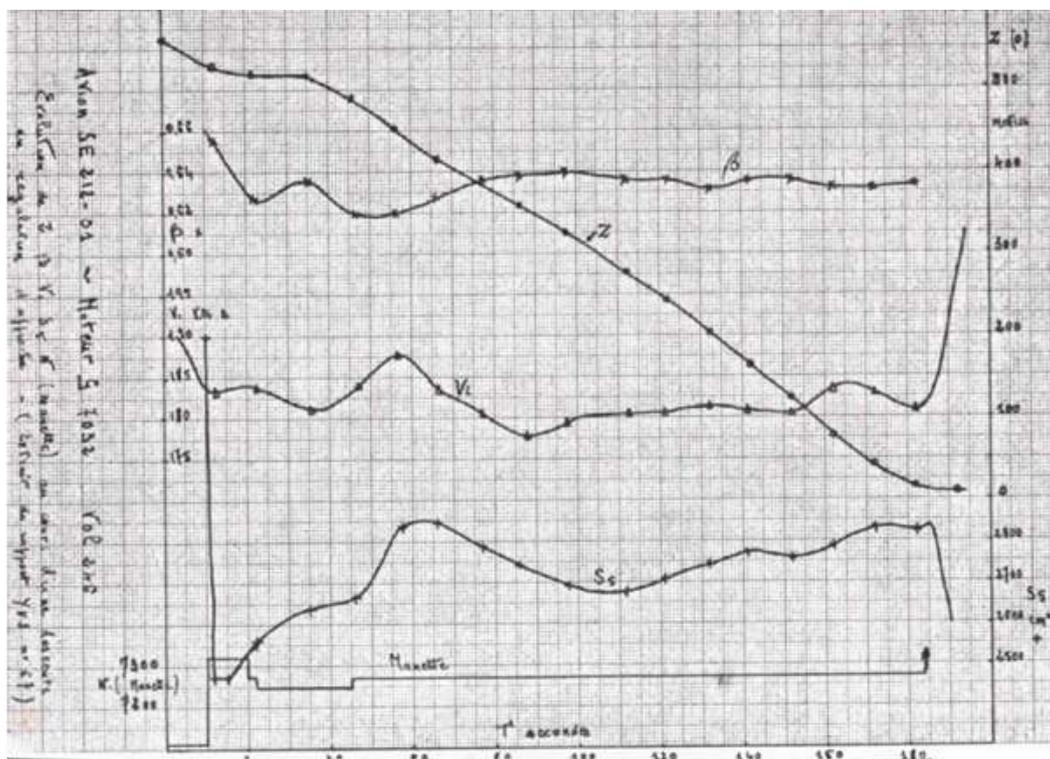
Descente d'un SE-212 Durandal 01 (ATAR 101 G2 n° 7032) sans régulation d'approche - Vol n° 246 Octobre 1959

L'enregistrement ci-dessus montre une descente classique d'un avion à aile delta et les fréquentes manipulations de la manette de puissance par le pilote, nécessaires pour stabiliser le taux de descente.

C'est pour dégager le pilote de cette contrainte que la régulation d'approche a été étudiée et installée sur les ATAR 9 B/C et 9K (Mirage III et IV) mais n'aura pas à l'être sur les avions à ailes droites (Etendard IV et Mirage F1). La fonction de la régulation d'approche était d'asservir automatiquement la poussée du moteur au maintien d'une vitesse stable et prédéterminée de l'avion.

A mon arrivée en septembre 1959 au service " Avant-projet régulation " de la SNECMA (YLR1), service qu'avait créé Siegfried Decher du groupe " O ", deux projets de régulation d'approche étaient déjà en cours d'étude. L'un conduit par M. Lierman, l'ingénieur qui m'avait pris en charge, modulant la poussée en faisant varier la consigne de vitesse de rotation du moteur et l'autre, par M. Guérin, en agissant sur la pression d'air de la capsule du régulateur de tuyère pour en faire varier la section. M. Lierman m'avait alors délégué la mise au point du modulateur de consigne du régulateur tachymétrique. Un choix entre les deux concepts devait se faire et c'est celui agissant sur la tuyère qui gagna et qui fut installé sur Mirage.

Le principe du régulateur d'approche par action sur la tuyère fut vérifié en vol sur avion SE 212-01 " Durandal " équipé de l'ATAR 101 G2.



Descente d'un SE-212 Durandal 01 (ATAR 101 G2 n° 7032) avec régulation d'approche - Vol n° 246 Octobre 1959

L'enregistrement ci-dessus a été fait au cours du même vol que le précédent et montre bien l'effet stabilisateur du système qui ne demande plus aucune action de la part du pilote.

Le régulateur définitif destiné aux Mirage III et IV, équipé de capsules métalliques et non plus d'une membrane trop fragile en néoprène, a alors été défini. Il se composait d'un boîtier raccordé à une sonde anémométrique Pitot, délivrant la pression statique et la pression totale du vol, et d'un réducteur de pression à deux orifices alimentés par la pression de sortie du compresseur.

Le pilote en enclenchant le régulateur d'approche isolait le réducteur de pression principal de la commande de tuyère qui se trouvait remplacé par le réducteur de pression du régulateur d'approche. Le gonflement d'une capsule sensible à la différence des pressions issues de la sonde Pitot faisait varier la section de l'orifice d'alimentation du réducteur de pression d'approche et donc la section de tuyère et enfin la poussée du moteur. Lorsque la vitesse de vol diminuait la poussée augmentait et inversement. La variation de la poussée en fonction de la vitesse de vol était suffisamment importante pour que l'équilibre de la poussée et de la traînée de l'avion se fasse à une vitesse relativement constante, ce qui était le but recherché. Dans les années 1990, alors que j'animais le secteur " sécurité des vols " de Snecma, j'ai eu dans mon équipe Jean Marie Ramé, un ancien pilote de Mirage III et IV. Il m'avait avoué toute l'appréhension qu'il avait à enclencher la régulation d'approche et à confier, aveuglément, à un automatisme le soin de régler la poussée du moteur dans la phase de vol très critique qu'était l'approche finale. Aujourd'hui les pilotes sont devenus bien plus confiants, leur rôle étant bien plus de surveiller le fonctionnement des automatismes que de piloter les avions.

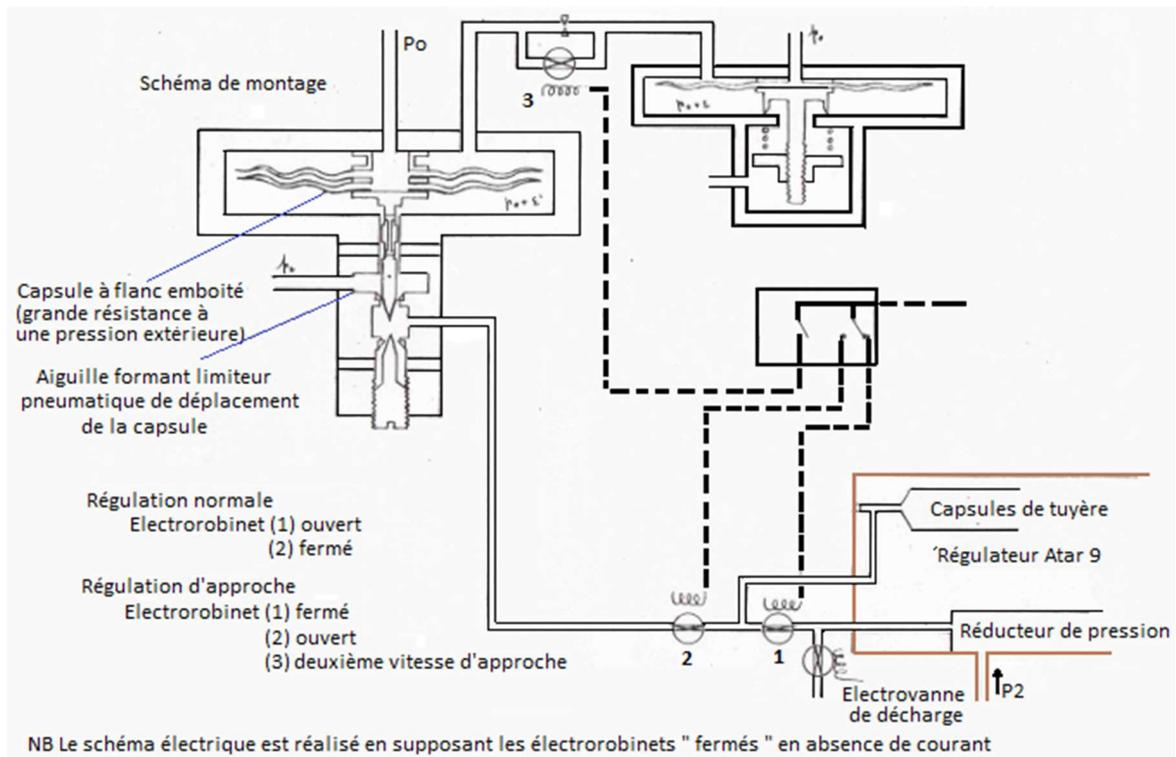


Schéma du dispositif de régulation d'approche par action sur la tuyère

Le système de régulation de l'ATAR 9K50 a sans doute été le plus élaboré de l'ère des régulations hydromécaniques.

L'ATAR et l'électronique - Le correcteur T4

Jusqu'en 1959, les dispositifs de régulation des turboréacteurs étaient tous de type " hydromécanique ", c'est à dire fonctionnant à partir d'un fluide sous pression (huile, air ou carburant) agissant, entre autres, sur des capsules, des pistons, des leviers ou modifiant la section d'orifices. La température de l'air traversant le moteur, qui est un paramètre très important de son fonctionnement, ne pouvait pas être mesurée autrement que par la dilatation qu'elle provoquait, donc avec un retard lié à l'inertie thermique qui était préjudiciable aux performances dynamiques des systèmes. C'est pour cela que l'ATAR n'a jamais pu (ou su) utiliser la température d'entrée du moteur comme paramètre de régulation, ce qui a gêné le développement de ses contrôleurs d'accélération et de décélération. Seule une mesure électrique par sonde à résistance ou thermocouple aurait pu fournir une solution à ce problème mais le bas niveau de la puissance produite aurait demandé un traitement électronique qui, à l'époque, n'était pas permis par l'environnement des moteurs. Il semblerait cependant, qu'avant l'arrivée des transistors, quelques moteurs russes se seraient aventurés à utiliser des amplificateurs électroniques à lampes pour leur régulation.

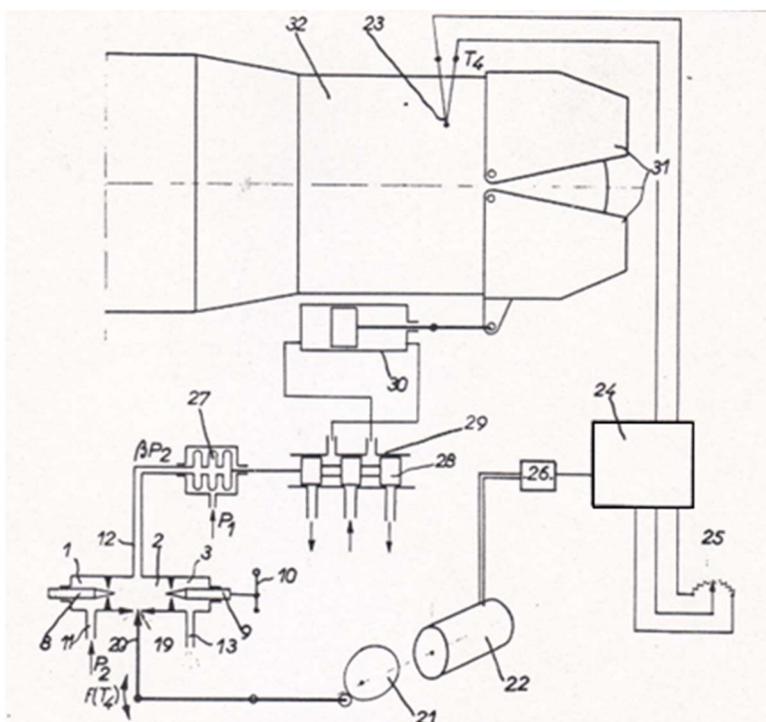
La loi de régulation de l'ATAR permet de maintenir la température d'entrée dans la turbine à sa valeur maximum permise sans avoir à la mesurer, ce qui a contribué notablement au succès des versions à post combustion du moteur. Malheureusement, l'augmentation de l'altitude et de la vitesse de vol des avions a conduit ce type de régulation à devenir de plus en plus imprécis. La variation du rendement de la chambre de combustion avec l'altitude est devenue plus difficile à prendre en compte. D'autre part l'échauffement du carburant et de l'huile lors de vols supersoniques de longue durée causait une dilatation des leviers rendant les mécanismes imprécis. C'est Monsieur Steiglitz, un ancien du groupe " O " et chef du département régulation de la SNECMA, qui, en 1957, a eu l'idée de réduire l'effet de ces défauts par une correction de la loi de régulation utilisant la mesure directe, par thermocouples, de la température derrière la turbine. En effet, à régime de rotation constant, cette température, mesurable, suit fidèlement celle (T3) d'entrée dans la turbine.

Monsieur Steiglitz proposait que cette correction agisse, en plus ou en moins, sur la pression envoyée dans les capsules du régulateur de tuyère de manière à en faire varier la section pour rendre la température mesurée derrière la turbine (T4) égale à une valeur de consigne. C'est donc en agissant par une boucle d'asservissement sur la commande de tuyère, ce que les spécialistes appellent un " trim ", que la température maximum d'entrée turbine pouvait être rendue constante. Le dispositif comprend une batterie de thermocouples chromel-alumel implantés derrière la turbine dont l'effet Peltier génère une tension électrique. Cette tension est amplifiée

puis est comparée à une tension de consigne générée par un potentiomètre. La différence entre ces deux tensions sert à faire tourner un petit moteur électrique entraînant une came sur laquelle vient prendre appui une aiguille.

Cette aiguille règle l'ouverture vers l'échappement d'un orifice situé entre les deux orifices du réducteur de pression de la commande de tuyère. La tuyère prend donc une vitesse d'ouverture ou de fermeture proportionnelle à l'écart entre la température mesurée par les thermocouples et celle de la consigne. La position d'ouverture de la tuyère se stabilise lorsque les deux tensions deviennent égales.

En 1957, la SNECMA déposa, au nom de Mr Steiglitz, une demande de brevet de ce dispositif qui sera nommé Correcteur T4, et engagea immédiatement son étude.



Croquis accompagnant le brevet de Mr Steiglitz

Mr Lemm, qui était lui aussi un ancien du groupe " O " et qui appartenait au service Avant Projets Régulation, commença à " bricoler " de ses propres mains un prototype pour mise au point en laboratoire avant de passer aux essais de principe sur moteur. L'emploi du terme " bricoler " dans ce cas a beaucoup de sens. L'amplificateur était à lampes et le réducteur du moteur d'asservissement avait été construit par Monsieur Lemm lui-même, à partir d'un vieux réveil acheté " aux puces ".

Lorsque je suis arrivé au service " Avant Projets Régulation ", en septembre 1959, un amplificateur magnétique avait déjà été commandé, mais pas encore livré, à la Société Brion Leroux. Ce type d'amplificateur n'est plus utilisé aujourd'hui mais, en 1960, on pensait qu'il était le seul type à pouvoir supporter l'environnement thermique et vibratoire d'un turboréacteur. D'ailleurs la première version de l'Olympus 593 de Concorde a utilisé, elle aussi, des amplificateurs magnétiques. Et pourtant, à la fin des années 1950, les transistors étaient déjà connus et utilisés dans les petits postes de radio portatifs, mais personne n'avait encore osé les utiliser pour la régulation des turboréacteurs. Rappelons pour mémoire ce qu'est un amplificateur magnétique. C'est un transformateur constitué d'un tore construit dans un matériau magnétique au cycle d'hystérésis presque vertical sur lequel deux bobines sont enroulées. Une bobine est alimentée par un alternateur et mise en série avec une diode (pour redresser le courant) et avec une résistance de charge, aux bornes de laquelle la tension amplifiée de sortie sera obtenue. L'autre bobine est alimentée par le courant continu d'un signal de commande. Le signal de commande permet de saturer plus ou moins le tore magnétique ce qui fait varier le courant moyen dans la résistance de charge.

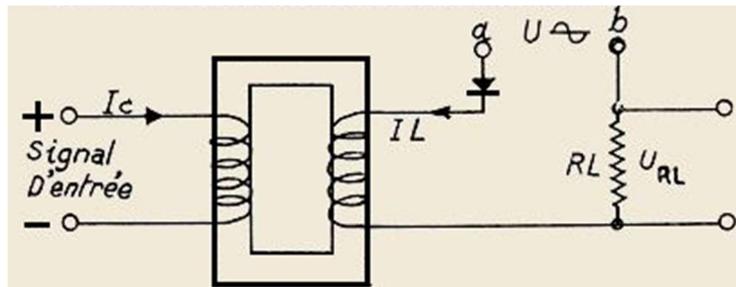


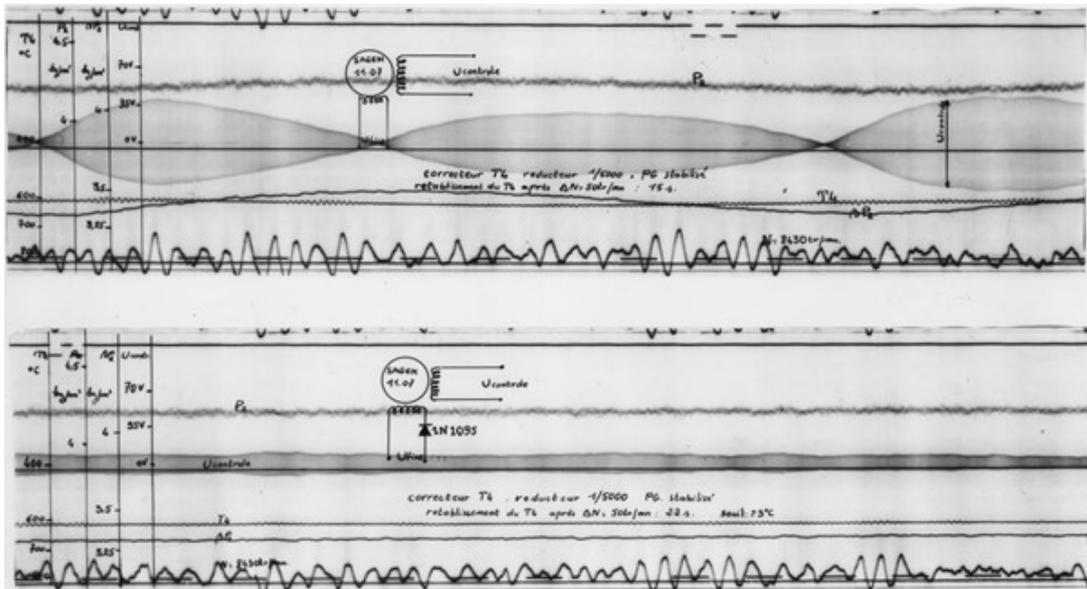
Schéma du principe de fonctionnement d'un amplificateur magnétique

Peu de temps avant mon arrivée à Villaroche, Monsieur Lemm avait démissionné pour partir en Egypte où le Colonel Nasser avait des ambitions aéronautiques pour son pays. Mr Lierman, l'ingénieur dont je dépendais, avait alors repris le développement du système. Trois mois plus tard, c'est Mr Lierman, qui, à son tour, quittait la SNECMA et j'ai alors hérité, petit agent technique avec moins de trois mois d'ancienneté que j'étais, de la responsabilité du développement du correcteur T4. Après avoir réalisé des vérifications au laboratoire, j'ai estimé que le système était prêt pour essais sur moteur, essais qui se sont déroulés sur un ATAR 9D, première version de l'ATAR 9K du Mirage IV.

Les essais sur moteur ont montré immédiatement que le système était instable, mais qu'il ne divergeait pas, se stabilisant en oscillation limite.

Manifestement cette instabilité était le résultat d'une interaction entre la boucle de base de la régulation de tuyère et de la boucle du correcteur T4. Le système ne profitait pas de l'amortissement par contre-réaction dérivée produite par une génératrice tachymétrique que l'on trouve sur la plupart des servomécanismes de ce type. Par chance, lors d'une réunion chez Brion Leroux où ce risque d'instabilité avait été abordé, un remède m'en avait été indiqué. Le servomoteur utilisé était un petit moteur diphasé, c'est à dire dont le stator comportait deux enroulements, l'un alimenté en courant alternatif et, à 90°, et un autre dont l'alimentation se faisait sous tension variable. Il m'avait été indiqué qu'un amortissement par courant de Foucault pouvait être obtenu en plaçant une diode en série sur ce second enroulement.

Je me revois encore, en 1960, dans la cabine du banc d'essais, un fer à souder à la main, en train d'installer une diode sur l'alimentation de la phase " mobile " du moteur électrique, alors que l'ATAR 9, en fonctionnement à pleine post combustion, faisait des bonds sous l'effet des forts à-coups de poussée. Je ne pense pas que ce genre de manipulation serait encore autorisé aujourd'hui ! Le résultat fut miraculeux, le système s'est stabilisé comme le montre les enregistrements ci-dessus.

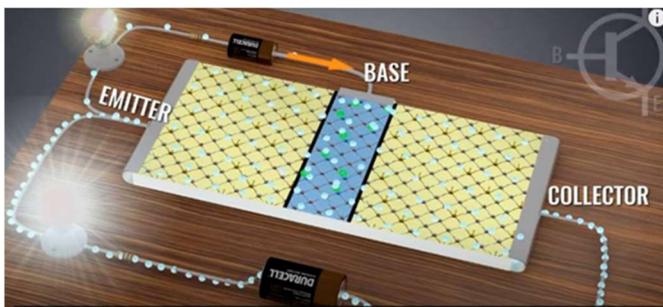


Premiers essais moteur du correcteur de température T4 - Correction d'une oscillation limite

Ces essais avaient validé le concept et c'est sur ce premier succès que je suis parti, pour 27 mois, faire mon service militaire de " maintien de l'ordre " en Algérie. Le développement a alors été repris par un jeune ingénieur, nouvellement embauché, Monsieur Roy.

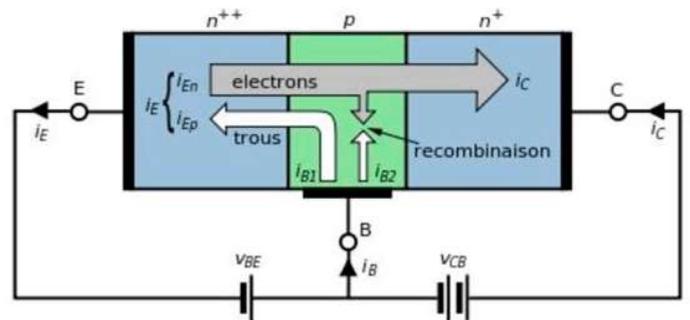
En juillet 1962, revenu à la SNECMA où je pensais retrouver " mon " correcteur T4, j'ai eu la tristesse de constater qu'il ne m'avait pas attendu et que le projet avait fortement évolué. Ma surprise fut surtout de voir que l'amplificateur magnétique avait été remplacé par un amplificateur à transistors et que c'était Elecma, la filiale électronique nouvellement créée de la SNECMA, qui en était devenu le fournisseur. En trois ans, toute la technologie des systèmes de régulation des moteurs d'avion avait été révolutionnée par les transistors !

Rappelons tout d'abord ce qu'est un transistor. C'est un composant électronique composé de deux types de semi-conducteurs, matériaux possédant les caractéristiques électriques d'un isolant, mais dans lesquels il est encore possible que des électrons puissent " s'échapper " et créer un courant électrique. En d'autres termes, la conductivité électrique d'un semi-conducteur est intermédiaire entre celle des métaux et celle des isolants. Cette conductivité électrique peut être contrôlée par " dopage ", en introduisant une petite quantité d'impuretés dans le matériau afin qu'il contienne soit un excès d'électrons soit un déficit. Si le dopage augmente la densité d'électrons, il s'agira d'un dopage de type N et de type P dans le cas contraire. Deux semi-conducteurs dopés l'un de type N et l'autre de type P peuvent être mis en contact afin de créer un ensemble, permettant de contrôler la direction et la quantité de courant qui le traverse.



Constitution d'un transistor.

Si vous pouvez augmenter le courant de base dans le collecteur, le courant augmentera proportionnellement.

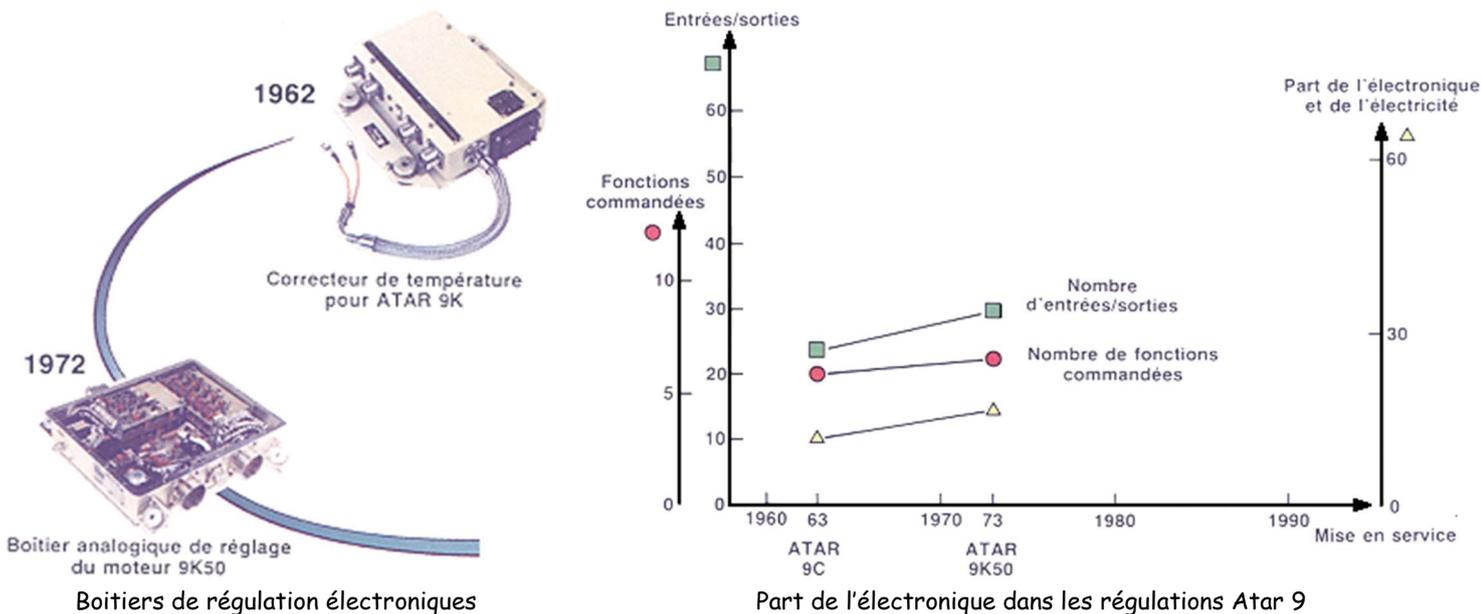


Circulation du courant dans un transistor.

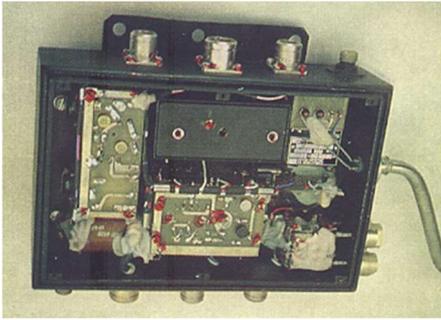
Les figures ci-dessus expliquent le fonctionnement d'un transistor de type NPN pour lequel les tensions V_{BE} et V_{CB} sont positives. Le courant I_B entre donc dans la base. Dans ce type de transistor, l'émetteur, relié à la première zone N, se trouve polarisé à une tension inférieure à celle de la base, reliée à la zone P. La diode émetteur/base se trouve donc polarisée en direct, et du courant (injection d'électrons) circule de l'émetteur vers la base. Pour sa part, la jonction base/collecteur est polarisée à l'opposé, ce qui signifie que le potentiel du collecteur est bien supérieur à celui de la base. Les électrons, qui ont pour la plupart diffusé à travers la

zone P jusqu'à la zone de jonction base/collecteur sont recueillis par le collecteur. Pratiquement tout le courant issu de l'émetteur se retrouve dans le collecteur. Ce courant est une fonction exponentielle de la tension base/émetteur. Une très petite variation de cette tension induit une grande variation du courant. C'est comme cela que l'amplification du courant de base est réalisée.

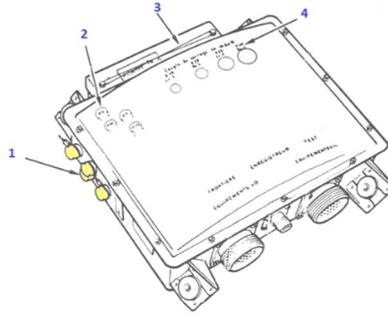
Le prototype de l'amplificateur à transistors réalisé par Elecma a été l'œuvre d'un électronicien de talent, Mr Balliguet. Les composants électroniques disponibles à cette époque étaient très rudimentaires et limités aux transistors au silicium, aux diodes, aux résistances et aux énormes condensateurs "propylènes". Ces composants étaient montés entre deux plaques en verre époxy séparées par des colonnettes. Il était fait bon usage de Redorsil et de Silastène à tous les endroits où les vibrations ou l'humidité pouvaient poser problème. Les condensateurs en particulier étaient un souci. Les condensateurs "céramique" n'existaient pas, pas plus que les condensateurs "tantale" et il fallait se contenter d'énormes condensateurs "propylène". Les problèmes de dérive posés par ces composants rudimentaires fonctionnant dans un environnement à haute température étaient continuels. La réalisation du "chopper" bas niveau traitant les signaux des thermocouples, utilisant les composants discrets de cette époque à une température de 150°C, doit être considérée, à elle seule, comme une prouesse technique remarquable. Le correcteur T4 Elecma de l'Atar 9K, appelé CT 108, sortira en série à partir de 1964 et sera modernisé en 1982. Il représente une "première" en matière d'électronique "moteur".



Avec le correcteur T4 va apparaître aussi un nouveau mode de panne, l'interférence électromagnétique par des sources "extérieures", qui va conduire la SNECMA à la mise en place de pratiques de conception extrêmement strictes (œuvre de Roland Puillet) pour la réalisation des câblages électriques. Les premières pannes apparurent sur les Mirages III CZ Sud-Africains (avec Z pour Zoulous !). Ces problèmes atteignirent leur apogée avec le Mirage F1 dont les anecdotes les plus curieuses couraient dans tout Villaroche. On apprenait que le moteur "prenait" 10 °C de T4 lorsque le pilote parlait dans son micro ou encore que le moteur "réagissait" lorsque l'avion passait devant le radar de contrôle de l'aérodrome de Villaroche. Ces phénomènes, causés par un "parasitage" externe sur le boîtier du Correcteur T4, avaient pour origine les émissions VHF et UHF. Jusqu'à ce jour la conception des systèmes électroniques ne considérait pas ce type de "parasitage" et on n'en mesurait pas la tolérance des boîtiers. Le boîtier TV 815 du Correcteur T4 de l'ATAR 9K50, nous appris à nous méfier de l'environnement électromagnétique, en particulier de celui véhiculé par les harnais électriques. C'est de cette époque que date la pratique systématique du "double blindage" sur tous les harnais électriques de régulation des moteurs SNECMA.



Correcteur CT 4 (CT 108) - Atar 9K



Boitier de régulation TV815 - Atar 9K50

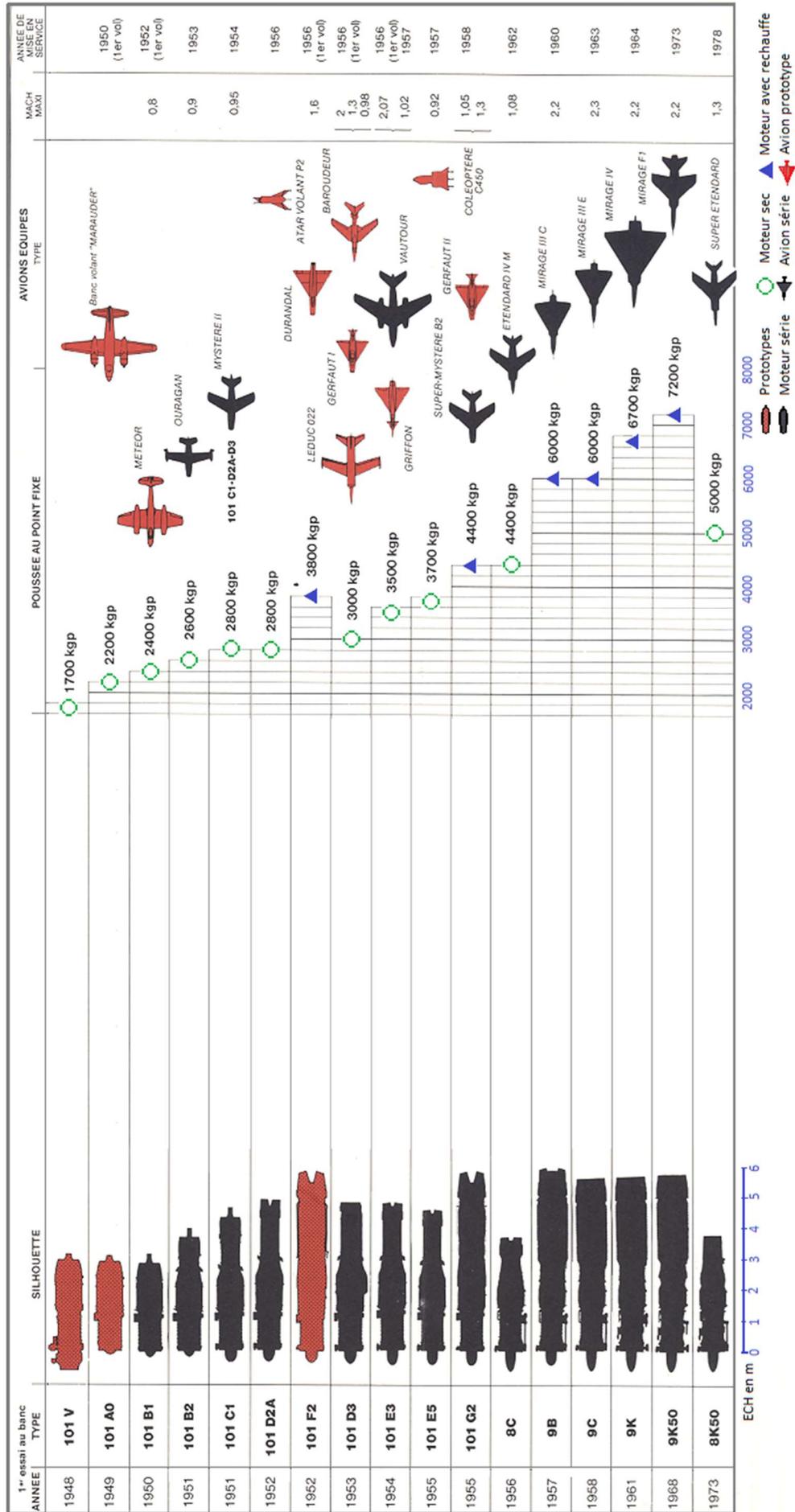
1. Vis de réglages
2. Indentification des vis de réglage
3. Bornier des deux lignes de températures T4
4. Indentification des bornes et couple de serrage des écrous

Le Correcteur T4 a constitué l'entrée de la SNECMA dans le nouveau monde électronique de la régulation des turboréacteurs. Les ingénieurs allemands qui étaient restés à la SNECMA après la dissolution du groupe " O " en ont été les précurseurs au niveau mondial.

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



Caractéristiques des turboréacteurs ATAR



Caractéristiques des turboréacteurs ATAR 101, 8 et 9