

GENÈSE D'UN AVION DE LÉGENDE

LE BREGUET 14

Après avoir présenté la saga des avions Blériot de 1900 à 1914 (« Pégase » numéros 54, 66 et 67), Jean Devaux et Michel Marani traitent cette fois des étapes préliminaires à une réalisation tout aussi légendaire : celle du Breguet 14. Cet appareil apparu en 1917 sera l'outil polyvalent de notre Armée pour des missions aussi diverses que la reconnaissance, le bombardement, les raids à longue distance. Dernière mission de guerre, il va transporter sous le couvert de flammes blanches le parlementaire allemand porteur des conditions d'armistice, et première mission de paix, il apportera le courrier et les journaux aux habitants des régions récemment libérées. La période qui va suivre lui permettra d'ajouter à ses qualités guerrières des emplois aussi variés que l'évacuation sanitaire, les transports civils de courrier, de fret et de passagers, et même certaines tâches agricoles. Sous toutes ces formes, le Breguet 14 servira en de nombreux pays.

Dans une première partie, les auteurs décrivent l'état de l'aviation française et de son environnement durant l'année 1916. Cette année là, les constructeurs vont étudier l'appareil performant et pratique, capable de répondre aux besoins exprimés par l'Armée, avec l'objectif d'une construction en grande série selon des méthodes modernes. Les problèmes de résistance des matériaux et de l'évolution des moteurs sont évoqués, ainsi que les étapes de l'étude d'un premier spécimen, le Breguet « AV ».

La seconde partie, consacrée à l'année 1917, décrira la réalisation de l'appareil définitif de démonstration et les diverses réactions à son apparition, puis les multiples essais qui donneront naissance aux deux versions tant attendues par les escadrilles du front : les Breguet 14 A2 et B2.

PREMIÈRE PARTIE : 1916, L'ANNÉE DE LA CONCEPTION

SITUATION DES MATÉRIELS D'AVIATION AU PRINTEMPS DE 1916 (AVIONS DE CORPS D'ARMÉE ET DE BOMBARDEMENT)

La Section technique de l'Aéronautique, récemment créée, édite des tableaux périodiques de situation des

appareils « en service à l'avant » et « en réception ou en essai ». Les tableaux suivants, extraits des situa-

tions au 5 avril 1916 donnent la liste des avions de corps d'armée et de bombardement. Les codes officiels du Service des fabrications, absents (voir « Pégase » n° 51), sont ajoutés dans les commentaires lorsque c'est possible.

1. Les appareils « en service à l'avant » :

MARQUE, TYPE	ÉQUIPAGE	MOTEUR, PUISSANCE	SURFACE (m ²)	POIDS TOTAL (kg)	DONT CHARGE TOTALE (kg)
Breguet BLM	2	Renault 220	70,50	2 142	800
Breguet BAM	2	Salmson A9 230		2 250	800
Caudron G3	2	Le Rhône 80	29,20	736	290
Caudron G4	2	2 × Le Rhône 80	43,50	1 235	500
M. Farman 1914	2	Renault 80	52,15	950	325
M. Farman 1914 Happe	2	Renault 80	52,15	1 095	450
M. Farman 1914	2	Renault 130	52	1 155	375
Farman (frères) F 40	2	Renault 130	48,90	1 105	375
Nieuport	2	Le Rhône 80	18	660	250
Nieuport	2	Clerget 110	23	820	300
REP-Caproni	2	1 × Salmson P9 150 2 × Le Rhône 80	100	2 900	1 000
Voisin LAS	2	Salmson P9 150	49,65	1 350	400

1. Photo MA 35006 (Breguet 10): Breguet SN3. Vainqueur du Concours des avions puissants d'octobre 1915, c'est le plus fin des avions à moteur arrière de Louis Breguet. Le capotage de la nacelle abrite bien l'équipage, éclairé par de grands panneaux vitrés, mais la visibilité du pilote, placé à l'arrière, reste réduite à l'atterrissage. Les casiers à bombes sont carénés, ainsi que les roues principales. Les réservoirs sont placés dans la voilure pour éviter l'incendie en cas de perforation. La maquette de la mitrailleuse est montée sur un support spécial Breguet supposé faciliter le tir vers l'arrière.



2. Photo Breguet 92: une des tentatives de réduction de l'angle mort des avions à moteur arrière, ici un Breguet type V, issu du SN3, servant à des essais d'armement. La partie supérieure arrière est défendue par une mitrailleuse Hotchkiss sur tourelle surélevée, le mitrailleur devant se tenir debout. Pour couvrir le secteur inférieur, on a installé des supports pour le tireur et son arme entre les jambes de la roue avant. L'inconfort de la position est d'autant plus évident que le tir doit éviter le train d'atterrissage et le cercle balayé par l'hélice. L'emploi diurne de ce genre d'appareils est condamné à bref délai.



Ce tableau est assez théorique, car certains appareils sont encore en évaluation assez loin du front, ou n'existent encore qu'à peu d'exemplaires (Caproni, Farman F 40, Breguet BAM).

— Avions de corps d'armée : ces biplaces dont les rôles essentiels sont la reconnaissance et le réglage de l'artillerie, sont représentés par les Caudron G3 et G4, les Maurice Farman type 1914, les Nieuport « 18 mètres » et « 23 mètres » (types X et XII). Les Caudron, à l'exception de quelques versions spéciales du G4, sont peu ou pas défendables vers l'arrière, ainsi que les lents Maurice Farman. Le Nieuport XII, bien défendu vers l'arrière par l'un des premiers supports d'arme orientables, remplace peu à peu le Nieuport X dont le moteur est un peu faible.

— Avions de bombardement : Michelin achève la construction commencée dix mois plus tôt des 100 Breguet-Michelin (BLM, type II). Des accidents occasionnés par une mauvaise mise en œuvre ont exigé le retour en usine de plus de la moitié des appareils. En février, seulement 22 BLM sont en état de vol au front, et on leur

reproche, comme aux Farman, d'être indéfendables vers l'arrière. Faute de mieux, on emploie aussi avec un certain succès le Caudron G4 avec une faible charge de bombes. Les Maurice Farman type Happe (série 11 bis BO) du nom du commandant du Groupe de Bombardement n° 4, volent en surcharge dans des condi-

tions difficiles. Le Caproni, construit sous licence en France par Robert Esnault-Pelterie, n'existe qu'en très petit nombre (7 en février). Quant au Voisin (LAS, type III), les difficultés rencontrées avec son moteur Salmson (Canton-Unné) le feront rapidement condamner pour les missions de bombardement.

2. Les appareils « en réception ou en essai » :

Plus théorique encore que le précédent, ce tableau recense des appareils qui n'ont pas encore volé, ou en cours de mise au point. Les chiffres, lorsqu'ils sont précisés, n'ont qu'une valeur indicative, et ne sont souvent que les spécifications des programmes. Une moitié de ces appareils provient en effet des deux concours successifs d'avions de bombardement organisés à la fin de 1915 : Breguet « Gamma » (type V), vainqueur du premier concours, Caudron R4, qui fut fatal à Gaston Caudron et à son équipage, déjà converti en appareil de corps d'armée après d'importants renforcements de structure ; puis quelques multimoteurs du second concours, Breguet trimoteur (type XI), DNF trimoteur (surnommé « Do Not Fly » en l'attente d'un hypothétique envol), Morane S bimoteur (type X), considéré comme vainqueur de ce concours, SPAD bimoteur. Aucun de ces appareils ne sera construit en série dans sa version de bombardement, à l'exception du Breguet type V.

Le nouveau Voisin LC (type VII), qui devrait succéder au Voisin LAS de bombardement, est retardé par l'adaptation d'un moteur Renault à la place du Salmson, écarté, et par l'installation des réservoirs de carburant hors de la nacelle. Restent des appareils moins lourds, dont le Nieuport-Hispano (type XIV) sur lequel beaucoup d'espoirs sont fondés, mais qui sera un échec après une trop longue mise au point ; le Morane P à ailerons (type XXI), proposé avec une arme fixe pour le pilote, sera par contre bientôt mis en service, comme appareil de corps d'armée.

LES IDÉES DU GRAND QUARTIER GÉNÉRAL

Quels sont les événements qui ont amené cette situation ? Tout d'abord la politique officielle au début des hostilités, car on pensait que la guerre serait courte, et qu'elle ne nécessiterait pas d'étudier d'autres appareils que les quatre types sélectionnés à l'automne 1914 (Maurice

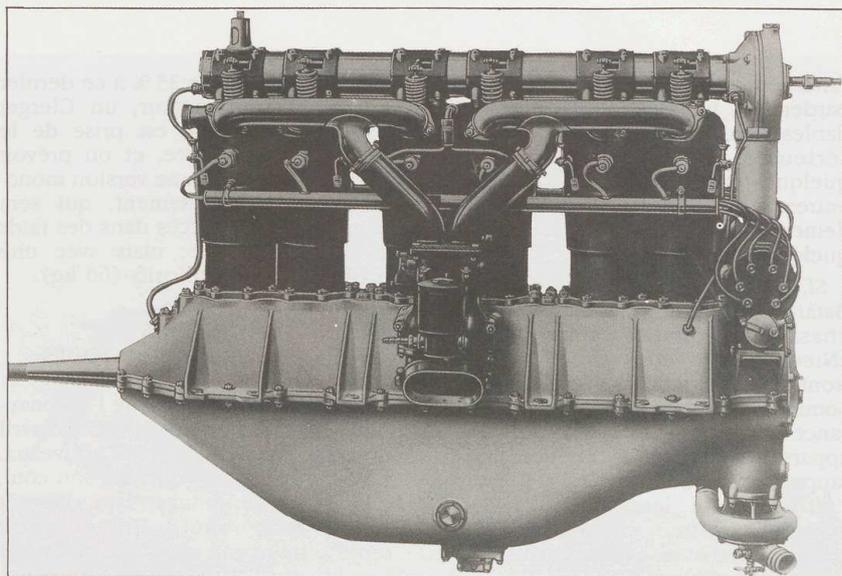
Farman, Caudron, Voisin, Morane), puis le déménagement imposé des usines et des bureaux d'étude devant l'avance allemande sur Paris, conjointement avec la trop lente reconstitution d'une main-d'œuvre qualifiée.

En 1915, prévoyant de lancer de grandes offensives, le Grand Quartier Général réclamait une force de bombardement capable d'effectuer des raids de plus en plus éloignés du front ; pour cela il possédait déjà le Voisin, mais comptait sur un appareil plus puissant : le Breguet-Michelin, offert à la France et construit par l'usine de Clermont-Ferrand à 100 exemplaires. Dans les deux cas, c'est la faillite du moteur Salmson qui fut la cause principale de l'échec ou du retard, alors que cette société construisait les meilleurs moteurs à refroidissement par eau en 1914. La main-d'œuvre partie sur le front et le manque d'équipements fiables, provenant avant-guerre de fournisseurs allemands, expliquent la baisse de

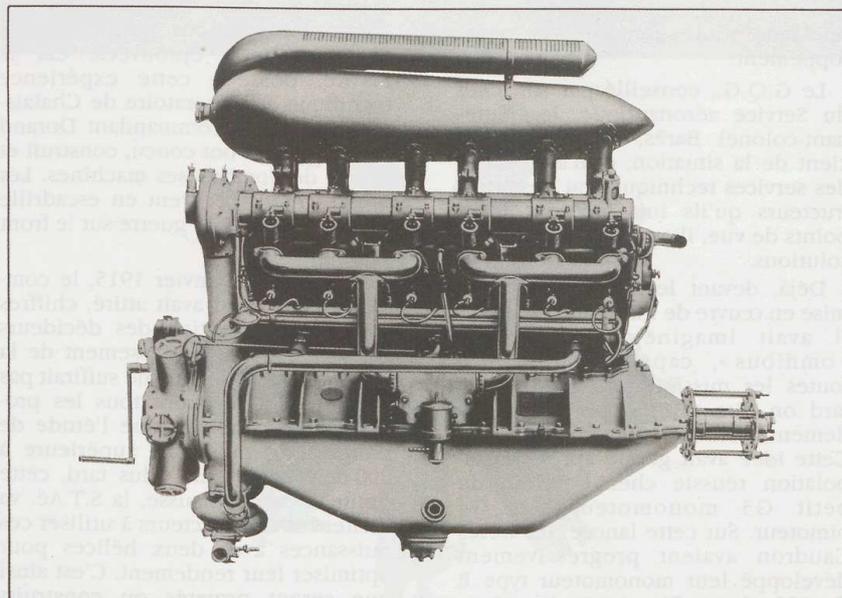
MARQUE, TYPE	ÉQUIPAGE	MOTEUR, PUISSANCE	SURFACE (m ²)	POIDS TOTAL (kg)	DONT CHARGE TOTALE (kg)
Breguet Gamma	2	Renault 220	60	2 027	677
Breguet trimoteur	4	3 × Renault 220	105	4 350	1 250
Caudron R4 combat	3	2 × Renault 130	63,16	2 337	620
DNF trimoteur	4	3 × Renault 220	123,68	4 700	1 700
Morane parasol	2	Le Rhône 110	18,25	730	300
Morane bimoteur	3	2 × Renault 220	100	3 772	1 200
Nieuport biplace	2	Hispano 150		1 030	350
SPAD bimoteur	3	2 × Renault 220	87,40	3 601	1 200
Voisin LC	2	Renault 150	(*)	(*)	350
Voisin LC	2	Salmson P9 150	(*)	(*)	370

(*) Cellule en transformation.

3. Moteur Renault à 6 cylindres en ligne, 125 x 150 mm, refroidi par eau, construit pendant l'hiver 1914-1915. Il s'écarte totalement des précédentes fabrications de la firme. Basé sur la technique du moteur Mercedes de mêmes dimensions, il groupe les cylindres fondus par deux dans une chemise en tôle d'acier soudée à l'autogène. La distribution est assurée par un arbre à cames en tête, avec renvoi d'angle et arbre vertical à l'arrière du moteur. Un carburateur à double corps alimente les cylindres, par groupe de trois. L'allumage est effectué par deux magnétos arrière entraînées perpendiculairement au vilebrequin.



4. Moteur Renault, 12 cylindres en V à 50°, 125 x 150 mm, premières séries de 1915. Chez Renault, on a pressenti les possibilités de développement du six cylindres, un peu lourd, mais fiable et robuste; l'idée d'assembler deux bancs sur le même vilebrequin est rapidement exécutée. Pour garder la compacité d'origine, un banc de cylindres comporte des bielles attelées aux bielles maîtresses de l'autre banc, disposition mécanique à souligner. Ce « double Mercedes » est en 1915 un moteur qui débute déjà avec 200 ch, mais qui terminera la guerre en délivrant 340 ch à pleine puissance.



qualité de ses moteurs; les Voisin, équipés des 130/140 ch « M9 » puis « P9 » furent menacés par des incendies en vol. Quant aux premiers Breguet BUM de l'Escadre Michelin, leur moteur « 2.M7 » de 200 ch donnèrent tant de soucis qu'il fallut « improviser », comme nous le verrons plus loin, le montage d'un tout nouveau moteur Renault.

Devant ces difficultés, le G.Q.G. avait pris l'initiative d'envoyer une mission en Espagne, où l'on disait qu'un nouveau moteur léger refroidi par l'eau promettait merveilles: l'Hispano-Suiza 140/150 ch. Tout un programme d'aviation fut basé sur lui pour le printemps 1916, mais il y avait loin entre les succès d'un prototype sur un banc d'essai espagnol et sa sortie en série chez les motoristes français; le programme n'aboutit pas.

Le tournant aéronautique de ce début de 1916 est créé par la Bataille de Verdun. La grande offensive alle-

mande oblige en effet à reléguer au second plan bien des préoccupations, et donne la plus haute priorité à la gestion aérienne de ce front que l'on défend de pied ferme; la surveillance permanente des lignes et l'interdiction de cette surveillance à l'ennemi sont vitales pour conserver les positions tenues. Toutes les forces sont alors mises en œuvre pour permettre à nos avions de corps d'armée de se défendre efficacement au combat, en les assistant au besoin par des appareils monoplans munis d'armes fixes, et capables, par leurs performances et leur maniabilité, d'interdire l'espace aux appareils ennemis. C'est ainsi que le G.Q.G. admet enfin la nécessité d'une certaine aviation de chasse à laquelle il se refusait de croire jusqu'alors.

La constitution d'une force aérienne stratégique, capable de bombarder la Ruhr de jour, est donc

un peu retardée, bien qu'à l'issue des concours d'avions de bombardement, la décision ait été prise de faire construire le Breguet « Gamma » (type V), et curieusement, seulement une version améliorée du Breguet-Michelin type II, le type IV, dont Michelin a offert la construction de 200 nouveaux exemplaires « à prix coûtant ». Si le BM IV va bientôt équiper nos groupes de bombardement de jour, le Breguet V, trop sophistiqué, subira des retards dus à la réticence de la S.T.Aé., et ne sera mis en service que chez nos alliés dans sa version de bombardement.

Pendant ce temps l'ennemi a pris des dispositions pour se défendre contre les raids effectués de jour, et en particulier dispose d'une bonne artillerie antiaérienne. Ses monoplaces armés de mitrailleuses synchronisées et ses biplaces équipés d'armes sur tourelle sont des adver-

saires efficaces. Nos avions de bombardement, lents et lourds, indéfendables vers l'arrière, vont subir de sérieuses pertes au cours des quelques raids de grande envergure entrepris en 1916. La fin du bombardement de jour sera décidée pour quelque temps.

Si, grâce aux enseignements de la Bataille de Verdun, des matériels de chasse de qualité apparaissent (Nieuport « 15 mètres » type XVII), le front dispose lors de l'offensive de la Somme, d'escadrilles de reconnaissance et de bombardement dont les appareils sont à peine améliorés par rapport à ceux de la fin de 1915 ; mais l'efficacité de leurs missions est assurée par une excellente couverture de chasse. Seule, la mise en service du triplace Caudron R4 « de combat », puissamment armé, sera une innovation susceptible de développement.

Le G.Q.G., conseillé par son chef du Service aéronautique, le lieutenant-colonel Barès, est bien conscient de la situation, et n'attend pas des services techniques ou des constructeurs qu'ils lui imposent leurs points de vue, il envisage ses propres solutions.

Déjà, devant les difficultés de la mise en œuvre de l'Escadre Michelin, il avait imaginé l'appareil dit « omnibus », capable d'effectuer toutes les missions (vingt ans plus tard on dira « BCR », pour Bombardement, Chasse, Reconnaissance). Cette idée avait germé après l'extrapolation réussie chez Caudron du petit G3 monomoteur, en G4 bimoteur. Sur cette lancée, les frères Caudron avaient progressivement développé leur monomoteur type R de 130 ch en bimoteurs, jusqu'aux types les plus puissants R4 et R5 (respectivement 260 et 440 ch), mais ces appareils durent être abandonnés ou réétudiés, à cause de leur fragilité. D'autres appareils, prévus à partir du même programme (tel le bimoteur Nieuport) furent ainsi éliminés en cours de construction ou d'essais.

Autre idée novatrice évoquée en 1916, la possibilité d'adapter un monoplace rapide au bombardement en piqué, solution envisagée pour le prochain SPAD-Hispano (bientôt SPAD VII de chasse), mais non réalisée. Le problème de l'appareil de corps d'armée, apte au combat par son agilité, son armement et ses performances restant posé, le G.Q.G. trouve la réponse avec l'apparition d'un nouveau biplace anglais : le Sopwith « 1 1/2 Strutter », dont les performances sont un peu meilleures que celles des Nieuport XII et XII bis, mais surtout avec une charge

utile supérieure de 23 % à ce dernier avec le même moteur, un Clerget 130 ch. La décision est prise de le construire en France, et on prévoit déjà l'utilisation d'une version monoplace de bombardement, qui sera employée avec succès dans des raids à longue distance, mais avec une faible charge d'explosifs (60 kg).

LES IDÉES DES SERVICES TECHNIQUES

La Section technique de l'Aéronautique, chargée depuis le mois d'avril de la gestion des matériels nouveaux, ne reste pas inactive, et de son côté, dirigée par le commandant (bientôt lieutenant-colonel) Dorand, elle tente d'intervenir dans les décisions prises aux plus hauts niveaux, mettant en garde ses interlocuteurs contre les solutions trop éloignées des techniques éprouvées. Car la S.T.Aé. possède cette expérience technique au Laboratoire de Chalais-Meudon, où le commandant Dorand et ses équipes ont conçu, construit et essayé de nombreuses machines. Les plus récentes vécurent en escadrille le premier hiver de guerre sur le front de l'Est.

Déjà, depuis janvier 1915, le commandant Dorand avait attiré, chiffres à l'appui, l'attention des décideurs sur le fait que l'accroissement de la puissance des moteurs ne suffirait pas à lui seul à résoudre tous les problèmes, et concluait que l'étude de moteurs de puissance supérieure à 200 ch. était inutile. Plus tard, cette limite revue en hausse, la S.T.Aé. va inciter les constructeurs à utiliser ces puissances avec deux hélices pour optimiser leur rendement. C'est ainsi que seront projetés ou construits d'étonnants triplaces de corps d'armée, tels le Morane « X » (type alphabétique), ou le Salmson-Moineau type I (chiffre romain). Leur moteur, placé au centre du fuselage, entraîne deux hélices situées dans la voilure ; ils seront bien vite abandonnés, ou... vendus à nos alliés.

Probablement peu consulté durant l'été 1915 lors de l'organisation du premier concours d'avions puissants, le commandant Dorand n'allait pas ménager ses critiques après les résultats assez décevants de ce concours, où l'on avait été jusqu'à employer des puissances supérieures à 400 ch par appareil !... Pour étayer ses argumentations, la S.T.Aé. s'est basée sur une formule de calcul d'un coefficient de construction définissant la sécurité, A, où P₁ est le poids du planeur, c'est-à-dire le poids à vide de la structure sans le poids du moteur, Π est le poids total :

$$A = \frac{P_1}{\Pi^{3/2}}$$

L'application de cette formule aux appareils en service ou en essai fait ressortir que si les avions remarquables autrefois pour leur solidité atteignaient le chiffre de 0,017, les appareils courants comme le Maurice Farman type 1914 ou le Morane parasol parviennent tout juste à 0,012, et que les avions les plus récents tombent à des niveaux inférieurs à 0,010, comme les Breguet-Michelin en service, et tous les avions des concours de 1915, tels les Caudron R4 (moins de 0,008) et R5 (0,004).

Tout en convenant que « ... en temps de guerre, on peut prendre certains risques », le lieutenant-colonel Dorand estime avec sagesse que le facteur de solidité doit être maintenu à un certain niveau (autour de 0,010). Cette constatation aura un large effet sur la réduction des charges utiles des uns, et l'abandon final des autres, tout au moins dans leur conception d'origine.

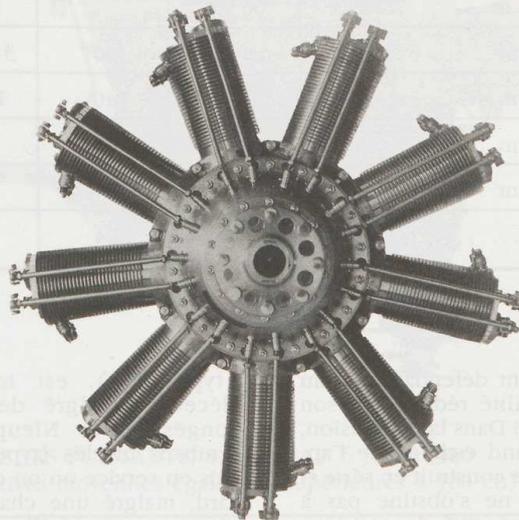
La Section technique, largement occupée par son objectif de conseil et de contrôle de la construction aéronautique, continue cependant à déborder ce cadre en étudiant de très près ses propres solutions aux problèmes posés. C'est ainsi que l'équipe du lieutenant-colonel Dorand, composée entre autres de MM. Lepère et Toussaint, a étudié un hydravion en collaboration avec Tellier, et divers appareils reflétant leurs philosophies, dont un développement du Dorand de 1914, proposé au ministère de la guerre. Profitant de l'expérience acquise au front avec le DO.1, ce biplace étudié en mars et avril 1915 abandonne le moteur Anzani en étoile fixe pour deux solutions projetées « ... soit deux moteurs 100 HP Mercedes, soit un moteur 200 HP. La première solution est réalisable immédiatement, la seconde dans un avenir peu éloigné... ». Bien que le nom du moteur de 200 ch ne soit pas divulgué, on peut le deviner à partir des quelques références à l'industrie automobile figurant dans le texte : c'est probablement le moteur Bugatti, dont la sortie ne sera effective sur avion que trois ans plus tard !

Le choix de moteurs à refroidissement par eau et à cylindres en ligne est évidemment dicté par les considérations de diminution de la traînée engendrée par les moteurs en étoile. Basées sur les calculs et les idées de ses auteurs, les performances attendues de ce projet permettent de le présenter comme un appareil de bombardement bien défendu par un

5. Photo S.T.Aé : Sopwith « 1 1/2 Strutter » produit en France chez Hanriot début 1917 (type 1). Les Sopwith des escadrilles anglaises, arrivés en France au printemps de 1916, sont peu à peu dotés à l'avant d'une arme fixe. Ils disposent aussi d'autres avantages réclamés par le programme de juin pour la classe A : tenue de route sans effort constant sur le manche par un empennage horizontal à incidence variable, et « frein à air » (deux volets à l'emplanture de l'aile basse) pour atterrir à faible vitesse. Le « Sop » va séduire les aviateurs français, qui apprécieront ces avions légers et bien défendus.



6. Photo MA 9454 : moteur Clerget de 130 ch, rapidement substitué au 110 ch de l'appareil anglais d'origine. C'est un moteur robuste qui donne satisfaction aux utilisateurs avec une consommation sensiblement plus faible que celle du 110 ch. Le moteur Le Rhône de 110 ch, un peu plus léger, est alors réservé aux Nieuport de chasse, avant la mise en service des nouveaux SPAD. A la fin de 1916, le Sopwith sera évalué avec ce moteur, les performances de l'appareil seront un peu inférieures à la version à moteur Clerget.



armement arrière grâce à son moteur avant, comme sur le DO.1. L'appareil, en son état, n'est cependant pas accepté, car si au plus haut niveau on est persuadé qu'il faut en arriver à cette formule, on compte logiquement sur les bureaux d'étude civils pour la proposer.

LES IDÉES DES CONSTRUCTEURS

Après l'abandon de la politique « des quatre types d'avions » du général Bernard, les constructeurs avaient repris en 1915 leur liberté, soit en étudiant des appareils tentant de répondre aux programmes d'aviation établis par le ministère de la guerre, soit au contraire en présentant des appareils de leur propre initiative, le plus souvent réalisés à partir de projets ou de dispositifs conçus avant-guerre.

Cette liberté allait cependant subir la pression progressive de la Section technique, soucieuse de promouvoir ses idées, ses méthodes de calcul et ses contrôles. La liberté disparaîtra de nouveau durant l'été 1916, lorsque les appareils étant choisis, les constructeurs seront alors « invités » à construire des Sopwith ou des A.R. ! Les situations paradoxales ne manqueront pas, et l'on verra par exemple l'ingénieur Canton, chez Salmson, mettre en place la production parallèle des Sopwith et des moteurs... Clerget. Inutile de préciser l'amertume des bureaux d'étude, et leur tentation (compréhensible) de développer (plus ou moins en cachette des services officiels) leurs propres idées.

Un seul constructeur continue néanmoins en 1916 ses efforts pour produire son avion à moteur avant : c'est Paul Schmitt, qui eut quelques

succès en 1914 avec un gros appareil de 160 ch. Tout au long de 1915, il persévéra pour en faire un appareil livrable à l'armée, notamment en installant des moteurs plus fiables que le Gnome d'origine, et se présenta au concours des avions puissants avec deux avions, l'un équipé du moteur Renault de 220 ch, l'autre du Salmson A9 de puissance comparable. Le Schmitt à moteur Renault fut le seul avec le Breguet SN3 à réussir les épreuves, mais juste aux limites des spécifications. La philosophie de l'appareil s'appuyait sur une vieille idée de Paul Schmitt : la voilure à incidence variable, qui nécessitait un dispositif mécanique lourd et encombrant.

Les commentaires de la Section technique à l'issue du concours sont aussi mitigés pour le Schmitt que pour le Breguet, reprochant à ce dernier son moteur arrière qui le

TABLEAU DES AVIONS NOUVEAUX BIPLACES (11 juillet 1916)

CARACTÉRISTIQUES ET PERFORMANCES	SCHMITT BOMBARD.	NIEUPOINT BOMBARD.	BREGUET V BOMBARD.	BRE. M. IV BOMBARD.	SOPWITH	NIEUPOINT HAUB. FUS.	NIEUPOINT
Moteur, puissance en chevaux/ tours-minute	Renault 245/1 300	Renault 245/1 300	Renault 245/1 300	Renault 245/1 300	Clerget 130/1 275	Clerget 130/1 275	Hispano 150/1 550
Poids total	1 973	1 897	2 071	2 109	926	875	1 030
Poids au cheval	8,06	7,55	8,50	8,60	7,10	6,70	6,90
Surface	59,65	47,70	58,70	66,70	32	22	30
Poids au m ²	33,10	39,66	35,30	31,70	29	39,70	34,40
Poids combustible	300	240	300	300	120	107	120
Poids utile	375	325	377	377	280	218	230
Montée à 2 000 m	18'38"	16'37"	22'	21'20"	11'	10'30"	17'30"
à 3 000 m	33'52"	30'15"	51'	41'	18'50"	20'	34'
à 4 000 m	66'30"				31'30"		
Plafond théorique	4 500	4 500	3 800	4 000	5 100	4 700	4 000
Vitesse à 2 000 m	127,10	140	130	130	156	147	138
à 3 000 m	125	135	124	122	152	143	129
à 4 000 m					140/1 250		
Heures de vol	5	4	5	5	3	2,45	3

rend difficilement défendable, et au Schmitt sa visibilité réduite par son moteur à l'avant ! Dans la conclusion, cependant, Dorand estime que l'appareil pourra être construit en série si le constructeur ne s'obstine pas à conserver le dispositif de variation d'incidence, parfaitement inutile... C'est la voie qui sera choisie par Paul Schmitt, mais comme il n'a construit jusque-là que des prototypes, bien des efforts seront nécessaires pour que les premiers appareils commandés parviennent aux escadrilles. Ils seront alors déjà dépassés, et leur abandon inéluctable.

Le tableau ci-dessus résume assez bien la situation de l'été 1916, en comparant pour le bombardement les deux appareils Breguet à moteur arrière, allégés, avec les avions à moteur avant dont on espère la mise au point rapide : le Paul Schmitt (type VI puis VII) et le Nieuport-Renault (type XV). Ce dernier sera finalement abandonné après avoir essayé divers emplacements de ses radiateurs.

Parmi les avions de corps d'armée, le Nieuport à moteur Hispano-Suiza

(type XIV), est toujours aussi décevant malgré des essais prolongés, et le Nieuport-Clerget à haubans fuselés (type XII bis) sera mis en service un ou deux mois plus tard, malgré une charge utile inférieure aux spécifications du programme en cours.

L'élément important de ce tableau est l'apparition du Sopwith, dont les essais de l'appareil de construction anglaise en avril ont révélé les possibilités, confirmées par une évaluation au front en juillet. Le premier modèle de construction française ne sera essayé qu'en octobre, et les premières mises en service (type I) en novembre. Au regard des chiffres, on peut penser que le choix du G.Q.G. ne manque pas de réalisme, et qu'en l'attente des conceptions nationales à venir, l'armée pourra faire du bon travail avec cet appareil. Ce qui sera fait, après un démarrage industriel un peu laborieux de la version de corps d'armée, et en « économisant » le poids du passager, pour obtenir quelques exemplaires d'un bombardier monoplace qui se rendra célèbre par ses raids à longue distance.

Il semble que l'inertie inhérente à l'importante production des usines Farman soit un des éléments déterminants du lancement de « l'avion de la Section technique ». Cherchant à produire plus d'appareils, les frères Farman s'étaient associés en 1915 pour mettre en commun leurs moyens de production en construisant le F-40, version améliorée du Maurice Farman type 1914. La production bat son plein en 1916, avec un chiffre de plus de 200 appareils en juin, et si dès le mois d'août un Farman « tractif » est aux essais, la mise au point demandera du temps. Les commandes en cours sont encore importantes à cette date, et le G.Q.G. ne veut plus de ces avions...

C'est alors que la Section technique propose de nouveau son propre avion. Réétudié il est dessiné cette fois autour d'un moteur Renault qui encombre les magasins, car il a été produit en grande série pour équiper les Farman à moteur arrière que l'on abandonne. C'est un « V8 » à refroidissement par eau, à surface frontale réduite par ses deux bancs de cylindres à 50°. Sa puissance, qui va être portée à 180 ch, permet d'en-

7. Photo MA 35009 (Ph. Breguet 216) : A.R. de type I construit chez Breguet au début de 1917, en cours d'évaluation de performances. Une version de type II sera réalisée un peu plus tard, avec une voilure redessinée, une recherche générale de la finesse, et une puissance accrue par l'emploi des moteurs Renault de 190 ch ou Lorraine de 240 ch. Avion de transition dépassé par ses puissants concurrents de 1917, son utilisation sera réservée en 1918 aux fronts les moins « chauds », et après quelques modifications, les A.R. seront versés aux écoles françaises et américaines.



8. Photo : moteur Renault, 8 cylindres en V à 50°, développé à partir du moteur à 12 cylindres sur demande des services techniques. Le premier modèle, de 150 ch, devait remplacer les Renault 130 ch, 12 cylindres à ailettes, équipant les Farman. Lorsque ce moteur sortira, les Farman seront déjà pratiquement condamnés. C'est autour de cette version dite de 170 ch que la Section technique dessine son « AR ». Une version de 190 ch, poussée à 200, sera utilisée sur A.R. et Voisin, elle sera aussi essayée sur SPAD de chasse pour pallier à une éventuelle défaillance de l'Hispano de même puissance.

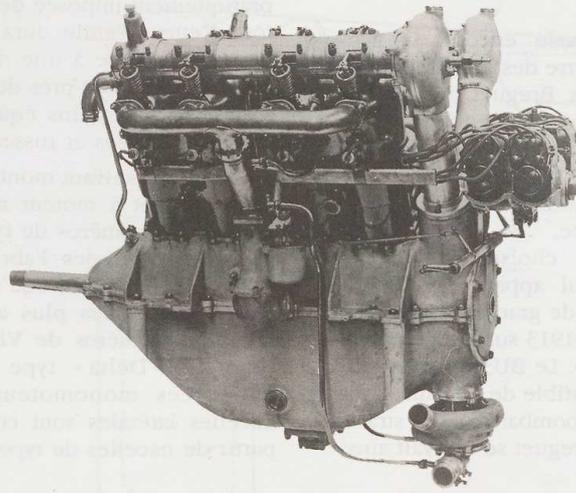


TABLEAU COMPARATIF DES MOTEURS PUISSANTS, S.T.A.é., AU 6 JUI 1916
(Extrait concernant les puissances effectives moyennes égales ou supérieures à 180 ch)

MOTEUR, TYPE	PUISSANCE EFFECTIVE/ tours-minutes	CONSOMM. AU CH/HEURE (kg)	POIDS TOTAL DU MOTEUR (kg)	POIDS AU CHEVAL (kg)	ALÉSAGE, COURSE (mm)	DISPOSITION DES CYLINDRES (*)
Anzani 200	210/1 200	0,312	371,500	1,769	105 x 150	E 20, air
Renault 150	186/1 400	0,271	376	2,021	125 x 150	V 8, 50°, eau
Renault 220	250/1 300	0,247	566,100	2,264	125 x 150	V 12, 50°, eau
Hispano 200	207/2 030	0,241			120 x 130	V 8, 90°, eau
Peugeot 200	210/1 190	0,233	550,500	2,620	100 x 180	V 8, 90°, eau
Panhard 220	248/1 330	0,256	642,500	2,690	115 x 170	V 12, 60°, eau
Salmson A9	232/1 260	0,244	534,500	2,303	140 x 170	E 9, eau
Bugatti	200/1 550	0,293	448,900	2,244	120 x 160	L 8, eau

(*) Cylindres, E en étoile, V en V, L en ligne ; nombre ; angle du V ; mode de refroidissement.

Commentaires :

Anzani : moteur refroidi par l'air, ne semble pas employé à cause de sa forte consommation.

Hispano et Bugatti : en cours de mise au point.

visager des performances intéressantes. Le sérieux de la conception (en bois) de l'appareil de la Section technique est tel que le coefficient fatidique A, à peine inférieur à 0,010, reste satisfaisant. Il est modestement nommé A.R., « Avion Renault » (ou, selon d'autres sources, « Avant-Renault »), pour bien marquer que ni la S.T.Aé., ni le lieutenant-colonel Dorand n'ont vocation à construire des avions. L'idée est cette fois acceptée, et on va demander à plu-

sieurs constructeurs de « bien vouloir » construire des A.R. : Renault, Breguet, Farman... Chez Salmson, l'ingénieur Canton, obligé de construire des Sopwith et des moteurs Clerget, va étudier un moteur plus compétitif autour duquel il dessinera discrètement sa propre solution : un « gros Sopwith » ! D'autres concepteurs élaboreront des appareils basés sur ces mêmes idées.

Les appareils construits en 1916 chez Breguet, types V et VI issus du SN3 du concours sont bien vite mis en cause par la Section technique, qui pense assez justement que l'appareil reste fragile avec sa charge de 800 kg, comme le BM IV construit chez Michelin ; aussi un certain allègement est-il réalisé, en admettant une réduction de la charge utile de 800 à 677 kg, aux dépens des projectiles et de l'autonomie. Quelques exemplaires des types V et VI sont construits en version « avion-canon », et un marché de transformation est passé pour livrer le solde de la commande initiale avec un train renforcé à deux roues avant : le type XII, dernier des Breguet de bombardement à moteur arrière, dont l'utilisation sera très limitée.

SITUATION DE LA SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS LOUIS BREGUET EN 1916

LES AVIONS À MOTEUR ARRIÈRE

Plus paradoxale encore, la production de guerre des établissements Breguet : Louis Breguet, promoteur depuis plus de cinq années d'une formule d'avenir, l'avion à moteur avant, s'était vu obligé de construire des Voisin à moteur arrière en 1915. Mieux encore, la commission Michelin avait choisi cette même année son seul appareil à moteur arrière, l'avion de grande exploration BU3 conçu en 1913 sur la théorie du « balcon avant ». Le BU3 étant le seul appareil susceptible de devenir le fer de lance du bombardement stratégique, Louis Breguet se trouvait ainsi

engagé dans le développement inattendu d'une formule qui lui avait été pratiquement imposée deux ans plus tôt ! Cette formule aura cependant donné naissance à une douzaine de types, construits à près de 600 exemplaires dont certains équiperont les armées anglaises et russes.

Le tableau suivant montre les appareils Breguet à moteur arrière dans l'ordre des numéros de type affectés par le Service des Fabrications de l'Aviation (S.F.A.) jusqu'au type XI (les appareils les plus anciens ont reçu des numéros de VII à X). Le timoteur « Delta » type XI figure parmi ces monomoteurs car ses nacelles latérales sont construites à partir de nacelles de types V.

ÉTUDE D'UN APPAREIL À MOTEUR AVANT

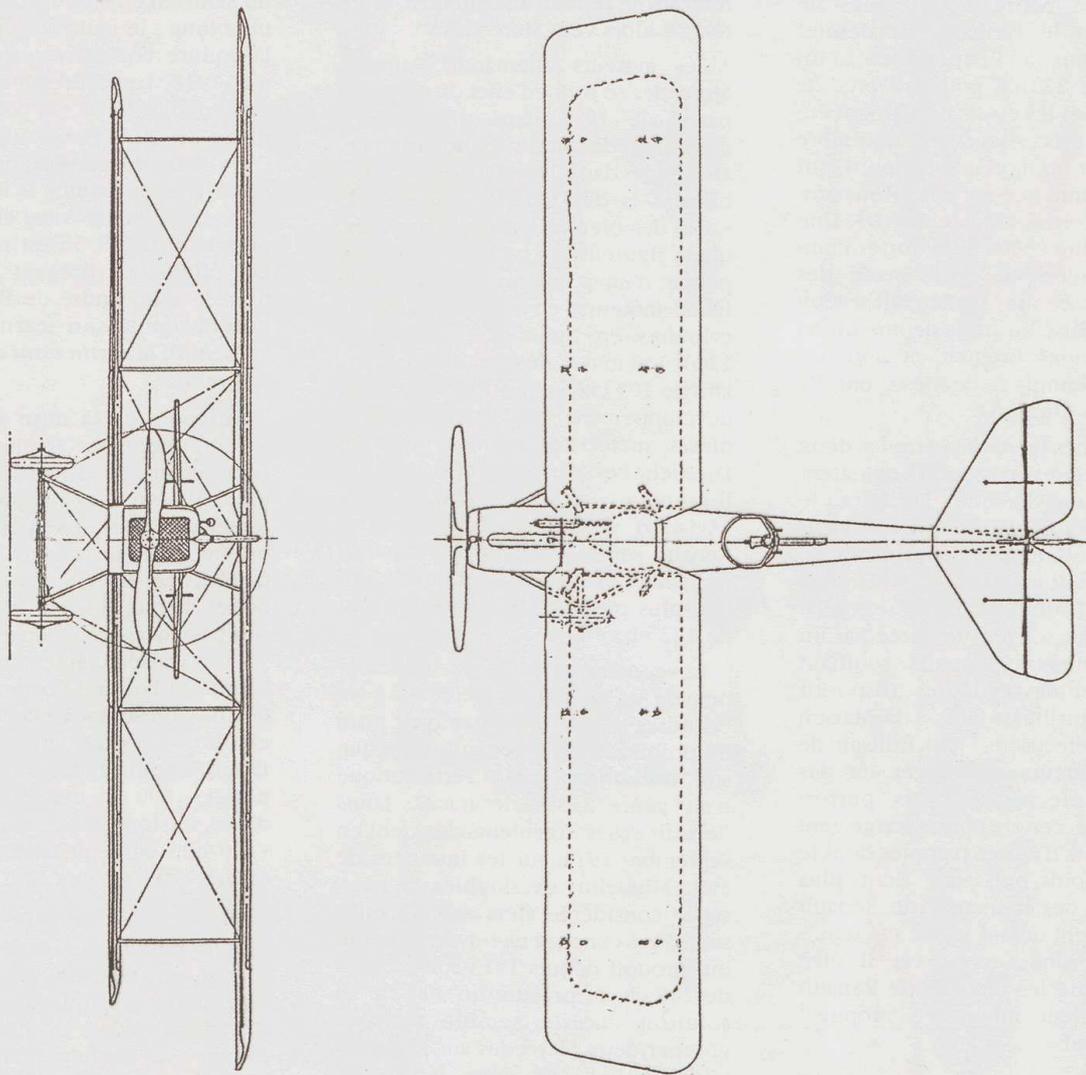
1. Le choix du moteur

Durant l'été 1916 le catalogue des moteurs est peu garni, si l'on souhaite une consommation raisonnable et des possibilités de développement capables de faire face à l'amélioration des performances réclamées par une guerre qui s'éternise. Dans la gamme des 250 à 300 ch, seuls deux moteurs

TYPE	NOM (*)	MOTEUR, PUISSANCE	CONSTRUCTEURS	EMPLOI
I	BLC	Renault 220	Breguet	Chasse
II	BLM	Renault 220	Breguet, Michelin	Bombardement BM
III	BAM	Salmson A9 230	Breguet	Bombardement BM
IV	BM IV	Renault 250	Michelin	BM amélioré
V	Gamma	Renault 250	Breguet, Darracq	Avion de Concours (**)
VI	Gamma	Salmson A9 230	Breguet	Avion de Concours (**)
VII	BUC	Salmson 2.M7 220	Breguet	Chasse
VIII	BC	Sunbeam 200	Breguet	Chasse
IX	BAC ?	Salmson A9 230	Breguet	Chasse
X	BUM	Salmson 2.M7 220	Breguet, Michelin	Bombardement, École
XI	Delta	3 x Renault 220	Breguet	Bombardement, Combat
XII	BR XII	Renault 250	Breguet	Bombardement, Canon

(*) Appellations du bureau d'étude à différentes époques.

(**) Appareils issus du Concours des Avions Puissants, Bombardement ou Canon.



BREGUET AV (Projet)

© 1993 WILLIAM A. WYLAM
ALL RIGHTS RESERVED

Projet Breguet AV, dessin de William Wylam : le « bleu » original date probablement de mai 1916. Il ne précise pas comment sont réalisés le gauchissement et le baubanage de vol, mais montre le train d'atterrissage renforcé. Le réservoir d'essence semble placé entre les deux sièges, disposition médiocre pour la visibilité du pilote. Le gouvernail de direction est compensé. Seules dimensions indiquées, longueur (sans l'hélice) : 8 m, hauteur : 3,15 m, et l'envergure de sa voilure sans dièdre ni flèche, aile supérieure : 14,25 m, inférieure : 12,45 m. Sa surface, calculée, doit être un peu inférieure à 44 m².

peuvent se mettre sur les rangs : le Renault et le Panhard. Ce dernier constructeur a l'expérience d'un moteur de 220 ch poussé à près de 250 ch, dont les essais de 50 h ont été effectués avec succès en décembre 1915. C'est un moteur trop lourd, qui n'a été monté que sur des avions prototypes (Voisin, Morane, SPAD). Une version dite 300 ch à forte compression n'en est qu'au stade des essais. Par contre, le Renault est un moteur utilisé au front depuis un an sur les avions Breguet, et dont les quelques ennuis de jeunesse ont été peu à peu éliminés.

Les bonnes relations entre les deux Louis (Breguet et Renault) ne datent pas de cette époque. En effet, le premier aéroplane Breguet à avoir quitté le sol en 1909 était tiré par un moteur à huit cylindres en V refroidis par air de Louis Renault. Le refroidissement était souvent renforcé par un ou plusieurs ventilateurs soufflant l'air autour des cylindres, dispositif que l'on attribuait alors à la Maison Breguet (électricité) qui utilisait de tels ventilateurs centrifuges sur des moteurs électriques. Les performances de cette époque exigeaient des moteurs d'autres marques dont le rapport poids/puissance était plus favorable, des montages de Renault 70 ch avaient quand même été tentés en 1912, sans succès, car il était constaté que les moteurs de Renault fonctionnaient mieux en propulsif qu'en tractif.

Au début de la guerre, Louis Renault fabrique couramment des moteurs refroidis par l'air de 70 à 100 ch qui équipent les Maurice Farman, ils sont rapidement insuffisants. Un 130 ch, dit « à ailettes », à 12 cylindres en V refroidis par air est conçu sous la pression d'utilisateurs qui voudraient proscrire l'emploi du radiateur à eau, trop vulnérable sur le front. Monté sur les nouveaux Farman 40 choisis par l'armée, il donne bien des soucis, les derniers cylindres de chaque rangée sont mal refroidis, le ventilateur est insuffisant. Le refroidissement par eau serait plus efficace, bien que les radiateurs soient fragiles aux projectiles. Dès l'ouverture des hostilités avec l'Allemagne, on ne peut que constater une certaine carence dans ce type de moteur. Si l'on élimine le Salmson, dont la résistance frontale est jugée trop importante, aucun moteur

français ne répond aux attentes, on se tourne alors vers Mercedes !

Les moteurs allemands Daimler-Mercedes se sont en effet distingués à partir de 1913 dans des records d'aviation de durée et de distance, ainsi que dans les courses automobiles. A la déclaration de guerre, la saisie des biens allemands parmi lesquels figurent les brevets Mercedes, permet d'envisager la construction de leurs moteurs en service, des six cylindres en ligne. L'un d'eux, un 120 x 140 mm d'alésage et de course, affiche 105 ch. Sa construction et son développement vont être confiés à divers motoristes comme Lorraine Dietrich, Berliet, Clément-Bayard, où il prendra le nom de « moteur A.M. » (Aviation Militaire). Pour sa part, Renault semble plus intéressé par le dernier Mercedes d'avant-guerre, un peu plus puissant, un 125 x 150 mm de 122 ch.

La construction et le développement de ce moteur Mercedes à six cylindres ne semblent pas avoir posé de problème chez Renault, bien que son utilisation dans l'aéronautique n'ait guère laissé de traces. Louis Renault et ses ingénieurs décident en septembre 1914, sur les instances de MM. Michelin, de doubler la puissance considérée alors comme suffisante, en concurrence avec Salmson qui produit depuis 1913 son « 2.M7 » de 200 ch, et projette un 300 ch. La solution choisie semble simple : grouper deux Mercedes sur le même vilebrequin ! Les deux bancs de cylindres sont montés sous un angle de 50°, permettant d'adapter le moteur à des fuselages assez fins. Le nouveau Renault (on l'appellera souvent le « Renault-Mercedes » ou le « Mercedes » tout court) se présente comme un double moteur, avec deux alimentations et deux allumages séparés. Sa puissance est de 200 ch, le moteur numéro 1 passe avec succès un essai de 10 heures en février 1915, 50 exemplaires sont commandés aussitôt.

L'armée ne cache pas son inquiétude après les premiers déboires du Salmson 2.M7, elle exige de Louis Breguet que son BU3, devenu BUM pour Michelin (U = Salmson, Canton-Unné), soit rapidement réétudié pour recevoir un Renault. Ce n'est pas une mince affaire, car le centre de gravité du moteur est situé plus haut que celui

du Salmson en étoile, et le moteur est plus long ; le centrage, la nacelle et la voilure doivent être revus. Le 17 mai 1915, Louis Breguet décolle de Villacoublay le BR 56, premier exemplaire des BLM (L = Louis Renault !). C'est une adaptation rustique, sur laquelle a été montée le Renault n° 1, mais il faut faire vite, et sept jours plus tard, le BR 56 est réceptionné. Les pilotes de Breguet l'essaient à tour de rôle, André de Bailliencourt notera dans son carnet de vol « ... 2 juin, le matin essai du Renault : pas mal... ».

Au cours de la mise au point, le 9 août, une panne amène Hecfeuille (un ancien de l'escadrille BR 17, pilote d'essai chez Breguet après son retour du front), à se poser en catastrophe dans un champ récemment fauché. Le BR 56 capote sur des bottes de blé. Hecfeuille est tué avec son passager. Après réparation, le BR 56 est vraisemblablement envoyé à Clermont-Ferrand comme modèle des modifications à effectuer dans la chaîne de production Michelin. D'autres commandes du moteur sont passées, 200 en mai et juin, et 400 d'une version un peu améliorée dite « 220 ch » en septembre. Le Renault « Mercedes » est lancé...

Dès le début de 1916, des améliorations portant sur l'allégement des pièces en mouvement ont permis d'atteindre une puissance réelle de 245 ch au régime de 1 300 tours par minute. La Section technique était restée réservée devant cette augmentation de puissance progressive qui lui semblait difficilement utilisable sur les appareils courants. Elle avait alors réclamé une version réduite à huit cylindres de la même formule que son aîné, dite « 150 ch ». En juillet 1916, Louis Renault fait étudier — toujours sur les instances de la S.T.Aé. — une version avec double sortie de son 220 ch pour faire tourner deux hélices, mais en même temps étudie l'emploi de l'aluminium pour les pistons. En août, le V8 comme le V12 interrompent leur essai de 50 h, pour la même cause : le défoncement des nouveaux pistons en aluminium. Le V12, annoncé comme un « 250 ch poussé » doit en donner 275 à 1 400 tours et probablement plus si l'on peut augmenter le régime. Louis Breguet suit attentivement ces développements, et en tient compte dans ses calculs d'éva-



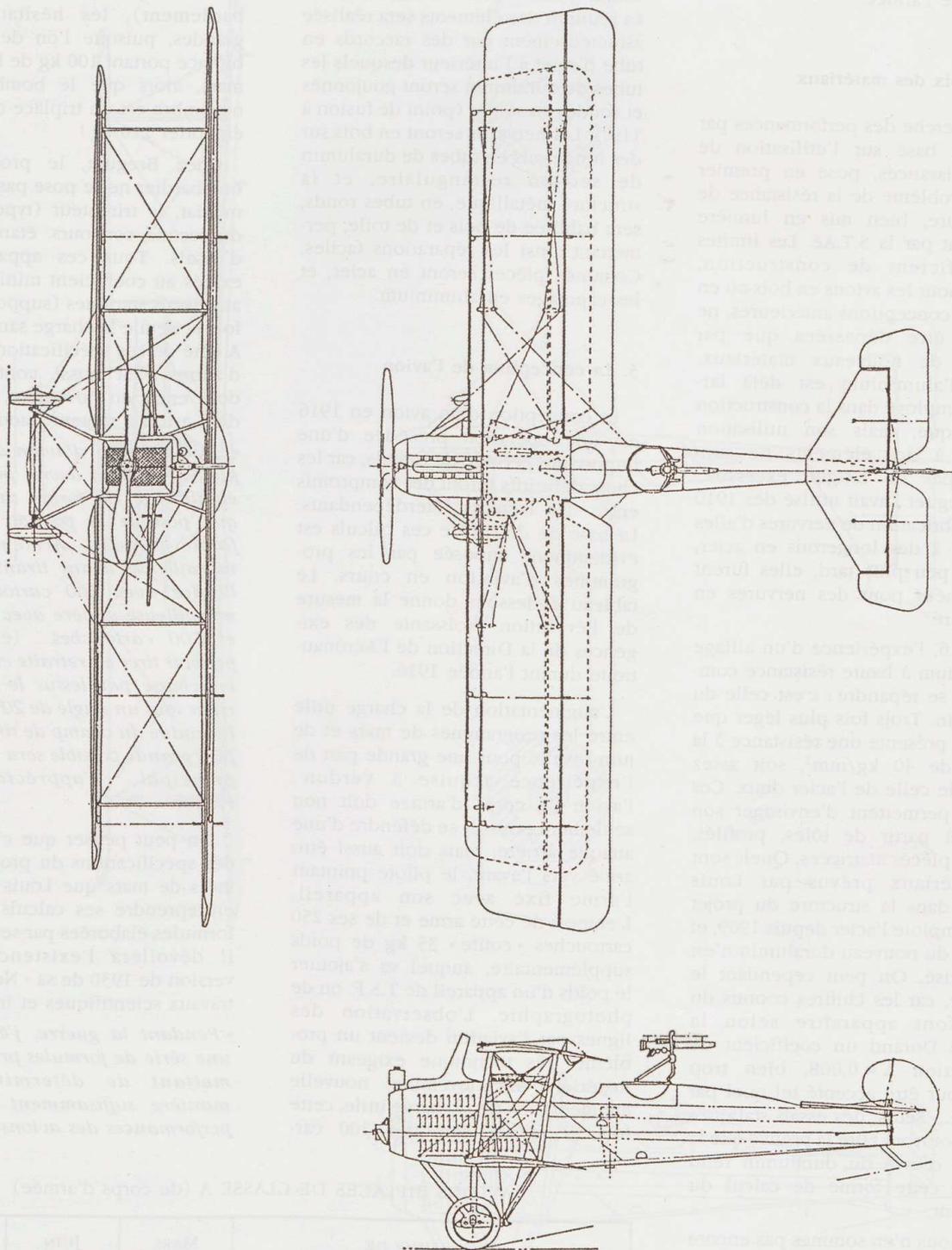
Le 25 juin 1917, le capitaine Mézergues, accompagné de son mitrailleur Miclet, accomplit son 100^e bombardement sur Breguet 14. Son appareil est attaqué à différentes reprises par des chasseurs allemands. Mézergues est touché aux reins puis à la tête, près de l'œil ; son mitrailleur qui prend sa part du combat, est tué à son poste. Mézergues, ne pouvant plus continuer à se battre, s'échappe en piquant brutalement vers nos lignes qu'il espère atteindre. Il parvient tout juste à survoler les lignes allemandes, à très basse altitude, et touche le sol à 600 m de nos propres lignes qu'il parviendra à rejoindre miraculeusement. Il survivra à ses blessures.

- 662 - Avions BR A n° 1 n°^{mat} = 1 n°^{pos} série

Date	Pilote	Helice	h°	n°	N ^o de tours H ^o par minute	Charge	Observations	Durée du vol
17.11.16	—	—	—	—	—	—	Capé aux essais	—
17.11.16		Baurière	1666	37395	1190		Essai du moteur. temp ^o eau au bout de 5' de marche 85° à l'arrêt ralenti.	
17.11.16		"	"	"	1810		Essai du moteur. ralenti 80° vérification incidence des ailes.	
17.11.16		Blatin	34	1	1160		Essai du moteur. temp ^o eau au bout de 10' de marche 97° ^o filtres à nettoyer.	
18.11.16		"	33	2	1230		Essai du moteur au bout de 9' temp ^o eau 94° suspension de 2 volets lateraux du volet - remise en marche parti 75° 88° au bout de 6' 93° au bout de 15' 96° temp ^o eau " 8' - 76° " " 13' - 100° à g. 9' à d.	
20.11.16		"	"	"				
21.11.16	M. Louis	"	"	"			Essai de maniabilité.	5'
23.11.16	M. Louis	"	"	"			Essai fait à monter essai en air Essai de maniabilité. penche à gauche. donner incidence au plan fixe du diabolo.	6'
25.11.16	M. Louis	"	"	"			Essai de maniabilité. monte 500° donner incidence. plan fixe du diabolo.	10'
27.11.16	M. Louis	"	"	"	1220	1350	Essai de maniabilité. Charge 130 kg monté 1000° - 3'	26'
29.11.16	M. Louis	"	94	1	1225		Vol acc - 15.6 à l'arrêt sans les ailerons de 11° Essai de vitesse. passage J.G. à recommencer. gonie par le bioullant vol. acc. 1400	10
30.11.16	M. Louis	"	"	"	1225		Essai de vitesse. vol acc. - 1500 1 ^o passage H ^o 600 en 1' 31" = 181 } 173.5 2 ^o " " 1.40 = 166 } 3 ^o passage " 1.20 = 206 } 185.1 1.41 = 164 } Moy gen. 179 km. à l'heure.	

Fac-similé du livre d'essai de l'Usine Breguet à la page des premiers vols
du Breguet 14, piloté par Louis Breguet

Page extraite du livre de Pierre Faure « Trente ans au service de l'Aviation, Louis Breguet ». Cette reproduction de la page du livre d'essai ne concerne pas le Breguet 14 comme indiqué, mais son prédécesseur, l'AV1. Ce document nous apprend que l'appareil a reçu (certainement a posteriori) un numéro matricule logiquement attribué par le SFA après la réception officielle, ce qui est loin d'être le cas de l'AV1 en novembre 1916! Lors de l'essai de vitesse du 29 novembre, le passager de M. Louis, « R.G. » est Robert Girardet, mécanicien, metteur au point des appareils en essais.



BREGUET AV (Projet, modifié)

© 1993 WILLIAM A. WYLAM
ALL RIGHTS RESERVED

Projet AV modifié, dessin de William Wylam : la voilure, décalée en recul, favorise la visibilité. Le réservoir est situé devant le pilote, et les équipements entre les sièges (ici, un appareil photographique en pointillés). La structure du fuselage, rehaussée, accroît le champ de tir du passager vers l'avant. Certains détails sont suggérés (capotage, volets automatiques, gauchissement, haubanage). Surface portée à 49 m^2 par la corde de l'aile basse, accrue, et un petit plan carénant l'essieu des roues. Envergure estimée : 14,25 m, longueur proche de 8,60 m. Les gouvernes de direction et de profondeur, agrandies, sont compensées.

luation de l'avion répondant aux besoins de l'armée.

2. Le choix des matériaux

La recherche des performances par un choix basé sur l'utilisation de fortes puissances, pose en premier lieu le problème de la résistance de la structure, bien mis en lumière auparavant par la S.T.Aé. Les limites du coefficient de construction, valables pour les avions en bois ou en acier des conceptions antérieures, ne peuvent être dépassées que par l'emploi de nouveaux matériaux. Certes, l'aluminium est déjà largement employé dans la construction aéronautique, mais son utilisation réservée à des éléments ne supportant pas de fatigue excessive. Louis Breguet l'avait utilisé dès 1910 dans la fabrication de nervures d'ailes associées à des longerons en acier, mais un peu plus tard, elles furent abandonnées pour des nervures en bois ajouré.

En 1916, l'expérience d'un alliage d'aluminium à haute résistance commence à se répandre : c'est celle du Duralumin. Trois fois plus léger que l'acier, il présente une résistance à la rupture de 40 kg/mm², soit assez voisine de celle de l'acier doux. Ces qualités permettent d'envisager son emploi à partir de tôles, profilés, tubes ou pièces matricées. Quels sont les matériaux prévus par Louis Breguet dans la structure du projet AV ? Il emploie l'acier depuis 1909, et l'emploi du nouveau duralumin n'est pas précisé. On peut cependant le supposer, car les chiffres connus du projet font apparaître selon la méthode Dorand un coefficient de construction $A = 0,008$, bien trop faible pour être accepté tel quel par la S.T.Aé... Seuls, des essais statiques réussis pourront faire la preuve que la mise en œuvre du duralumin rend caduque cette forme de calcul du coefficient.

Mais nous n'en sommes pas encore là, et le premier problème qui se pose avec le nouvel alliage, c'est l'assemblage des divers éléments, comme l'explique la notice d'entretien à l'usage des mécaniciens « ... Le Duralumin est un alliage d'aluminium trempé qui fond à 650°. Il faut donc éviter de le chauffer ; ce métal se travaille toujours à froid.

Éviter également les peintures ordinaires qui attaquent le Duralumin ». La réunion des éléments sera réalisée astucieusement par des raccords en tube d'acier à l'intérieur desquels les tubes de duralumin seront goujonnés et soudés au soufre (point de fusion à 119°). Les nervures seront en bois sur des longerons en tubes de duralumin de section rectangulaire, et la structure métallique, en tubes ronds, sera habillée de bois et de toile, permettant ainsi les réparations faciles. Certaines pièces seront en acier, et les capotages en aluminium.

3. La conception de l'avion

La conception d'un avion en 1916 est une opération précédée d'une importante période de calculs, car les choix définitifs seront des compromis entre des facteurs interdépendants. La base de départ de ces calculs est évidemment imposée par les programmes d'aviation en cours. Le tableau ci-dessous donne la mesure de l'évolution croissante des exigences de la Direction de l'Aéronautique durant l'année 1916.

L'augmentation de la charge utile entre les programmes de mars et de juin résulte pour une grande part de l'expérience acquise à Verdun : l'avion de corps d'armée doit non seulement pouvoir se défendre d'une attaque arrière, mais doit aussi être armé vers l'avant, le pilote pointant l'arme fixe avec son appareil. L'emport de cette arme et de ses 250 cartouches « coûte » 35 kg de poids supplémentaire, auquel va s'ajouter le poids d'un appareil de T.S.F. ou de photographie. L'observation des lignes par l'aviation devient un problème très technique exigeant du matériel... En novembre, nouvelle augmentation de la charge utile, cette fois, il faudra emporter 500 car-

touches pour la mitrailleuse avant. Pour les avions de la classe D (bombardement), les hésitations sont grandes, puisque l'on demande un biplace portant 100 kg de bombes en mars, alors que le bombardier de novembre est un triplace qui doit en emporter 210 kg !

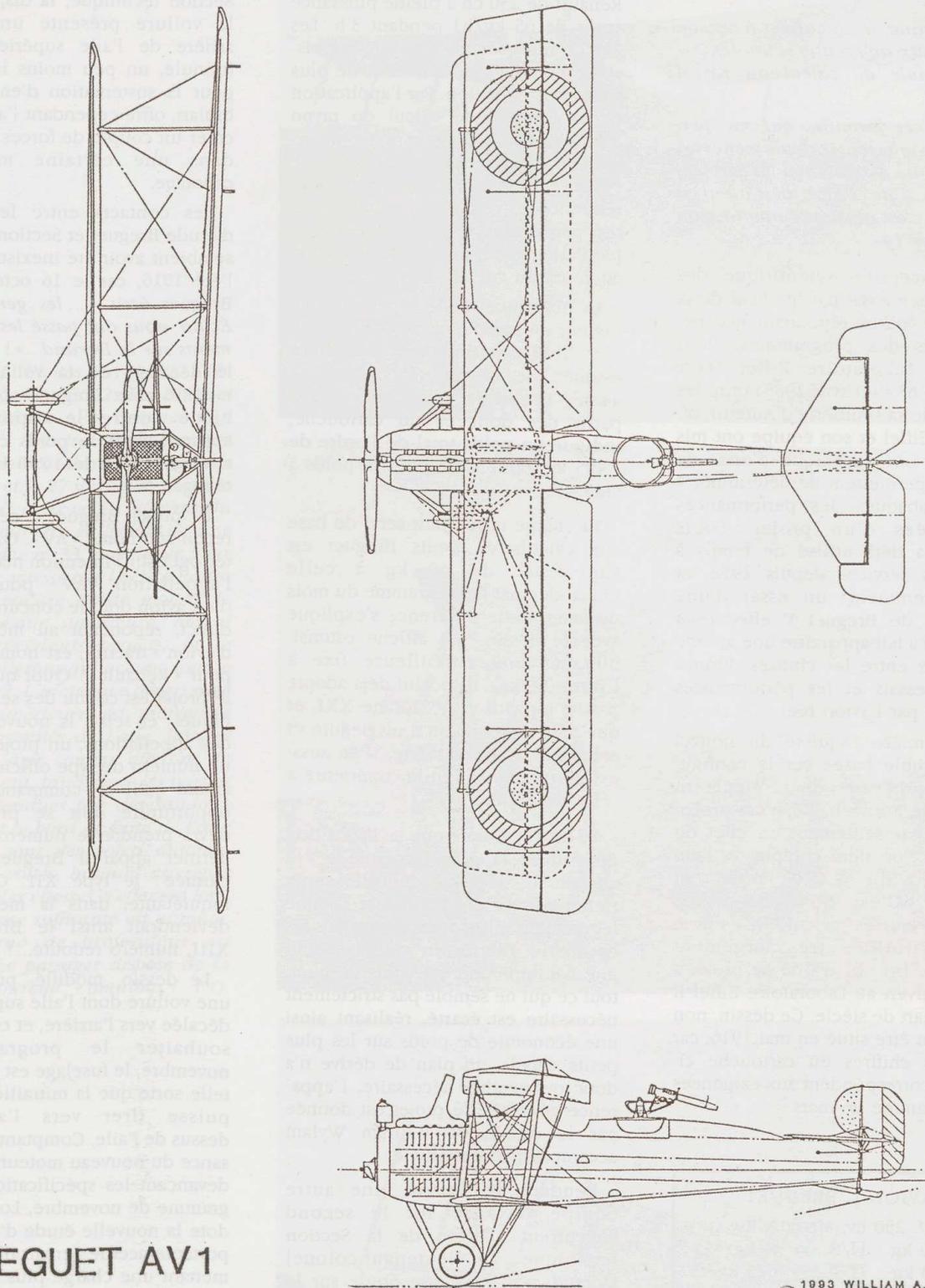
Chez Breguet, le problème du bombardier ne se pose pas dans l'immédiat, le trimoteur (type XI), issu du second concours, étant en cours d'essais. Tous ces appareils sont exigés au coefficient minimal de 4,5 aux essais statiques (supporter quatre fois et demie la charge sans rupture). A côté de ces spécifications, il en est d'autres tout aussi contraignantes, dont enfin en novembre, l'exigence d'un avion à moteur tractif :

« ... Ce type (A) d'avion destiné aux pilotes moyens devra posséder un équilibrage de forme aussi parfait que possible et pouvoir atterrir à faible vitesse... Armement : une mitrailleuse avant tirant à travers l'hélice avec 500 cartouches, une mitrailleuse arrière avec sa tourelle et 500 cartouches... (elle) devra pouvoir tirer en retraite et également en chasse par-dessus le plan supérieur sous un angle de 20° ; d'ailleurs l'étendue du champ de tir qui sera la plus grande possible sera un élément principal d'appréciation de l'avion ».

On peut penser que c'est à partir des spécifications du programme du mois de mars que Louis Breguet va entreprendre ses calculs, selon des formules élaborées par ses soins dont il dévoilera l'existence dans la version de 1930 de sa « Notice sur les travaux scientifiques et industriels » : « Pendant la guerre, j'établis toute une série de formules pratiques permettant de déterminer d'une manière suffisamment précise les performances des avions en projet :

AVIONS BIPLACES DE CLASSE A (de corps d'armée)

PROGRAMME DE	MARS	JUIN	NOVEMBRE
Vitesse à 2 000 m km/h	130	130	150
Montée 2 000 m mn	17	15	15
Charge utile kg	230	288	310
Combustible h	3	3	3



BREGUET AV1

© 1993 WILLIAM A. WYLAM
 ALL RIGHTS RESERVED

Trois vues de l'AV1 : ce dessin de Bill Wylam est réalisé à partir des trois photographies représentées plus loin et de la seule dimension connue de l'appareil, la surface de la voilure : 50 m². Les autres dimensions sont estimées à 14,36 m pour l'envergure et 8,80 m pour la longueur. Les volets automatiques sont montrés en position de vol. La disposition de la voilure et les cordes respectives des ailes sont extrapolées de celles de la maquette essayée en soufflerie, et illustrées dans le livre du Laboratoire Eiffel.

a. Formule de calcul des plafonds...

b. Formule de calcul des temps de montée aux différentes altitudes...

c. Formule de calcul du rayon d'action...

Ce sont ces formules qui me permirent de m'orienter résolument vers une formule d'avion que les Services techniques de l'État hésitaient à adopter; c'est ainsi que naquit mon avion type 14».

La conception scientifique des avions passe aussi par le choix de la meilleure voilure répondant aux spécifications des programmes. Pour cela, le Laboratoire Eiffel (voir « Pégase » n° 49 d'avril 1988) offre les services de sa soufflerie d'Auteuil, où Gustave Eiffel et son équipe ont mis au point une technique d'essai de modèles permettant de déterminer à l'aide d'abaques, les performances escomptées d'un projet. Louis Breguet a déjà utilisé de temps à autre ces services depuis 1912, et plus récemment, un essai d'une maquette de Breguet V effectué *a posteriori* a fait apparaître une grande similitude entre les chiffres donnés par ces essais et les performances obtenues par l'avion réel.

La première esquisse du nouvel avion semble basée sur la configuration générale du concurrent d'alors : le Sopwith. Ce n'est probablement pas seulement un effet du hasard si l'on tient compte de l'engouement du G.Q.G. pour cet appareil. C'est donc un « gros Sopwith » qui est calculé, mais avec des possibilités très largement étendues. Un « bleu » de ce projet a été découvert au Laboratoire Eiffel il y a un quart de siècle. Ce dessin, non daté, peut être situé en mai 1916, car quelques chiffres du cartouche ci-dessous correspondent aux exigences du programme de mars :

AVION L. BREGUET

TYPE AV. 250 cv. MOTEUR RENAULT
PU. 270 kg $\Pi/S = 34 \text{ kg/Mq.}$
PC. 180 kg $\Pi/P_0 = 5,25 \text{ kg/cv}$

où PU est le poids utile, PC le poids du carburant, Π le poids total, S la surface, et P_0 la puissance du moteur. Le poids de carburant ne correspond

pas à la consommation du moteur Renault de 250 ch à pleine puissance (près de 65 kg/h) pendant 3 h. Les 250 ch indiqués ne sont que la puissance nominale d'un moteur de plus forte consommation. Par l'application de sa formule de calcul du rayon d'action, Louis Breguet a pu déterminer la diminution progressive de cette consommation par une réduction correspondante du régime, les performances étant maintenues par l'allègement progressif de l'avion au cours du vol.

La puissance réelle espérée de ce moteur en cours d'étude doit être de 285 ch. Elle est déduite de la surface estimée de la voilure, proche de 44 m². Le même calcul, effectué à partir des données du cartouche, indique un poids total de l'ordre de 1 495 kg, dont 1 045 pour le poids à vide.

La charge utile ayant servi de base aux calculs de Louis Breguet est supérieure de 40 kg à celle demandée par le programme du mois de mars. Cette différence s'explique avec le dessin, qui affiche ostensiblement une mitrailleuse fixe à l'avant (35 kg), dispositif déjà adopté par le Sopwith et le Morane XXI, et que le programme du mois de juin va exiger. Mais à cette date, il va aussi exiger une charge utile supérieure à celle du projet...

Le dessin montre que la disposition de voilure la plus favorable a été choisie, le décalage de l'aile supérieure vers l'avant est révélé comme légèrement plus avantageux par les essais du Laboratoire Eiffel. Selon une habitude chère à Louis Breguet, tout ce qui ne semble pas strictement nécessaire est écarté, réalisant ainsi une économie de poids sur les plus petits détails, un plan de dérive n'a donc pas semblé nécessaire. L'apparence générale du projet est donnée par le dessin de William Wylam accompagnant cet article.

Pendant ce temps, une autre équipe travaille sur le second concurrent : l'avion de la Section technique. Le lieutenant-colonel Dorand avait basé son étude sur le « petit » moteur Renault à huit cylindres, dont les essais en cours avec des pistons en aluminium permettraient d'espérer 190 ch à 1 450 t/mn. Comme sur les avions Dorand de 1914, et plus récemment sur les

bimoteurs « Letord » conçus par la Section technique, la disposition de la voilure présente un décalage arrière de l'aile supérieure. Cette formule, un peu moins intéressante pour la sustentation d'ensemble du biplan, offre cependant l'avantage de créer un couple de forces s'opposant dans une certaine mesure au capotage.

Les contacts entre les bureaux d'étude Breguet et Section technique semblent avoir été inexistantes durant l'été 1916, car le 16 octobre, Louis Breguet écrit « ... les gens d'Hélice Éclair nous ont passé les renseignements sur le Dorand... » ! Cependant le décalage de la voilure va être modifié chez Breguet, solution probable contre le capotage d'un appareil dont le poids croissant va atteindre près de 1 200 kg à l'atterrissage.

Le projet Breguet à cette époque reçoit son nom : « AV ». On peut s'interroger sur l'intention malicieuse de l'appellation « AV » pour « Avant » d'un avion dont le concurrent le plus direct, répondant au même critère d'avion « tractif », est nommé « AR »... pour « Renault » ! Quoi qu'il en soit, le projet est connu des services techniques, et selon la nouvelle gestion des appellations, un projet ne reçoit un numéro de type officiel que pour autant qu'il est commandé. Si cette opportunité doit se présenter, il devra prendre le numéro suivant le dernier appareil Breguet reçu par l'armée : le type XII. Opportunité inquiétante, dans la mesure où il deviendrait ainsi le Breguet type XIII, numéro redouté... !

Le dessin, modifié, prévoit donc une voilure dont l'aile supérieure est décalée vers l'arrière, et comme va le souhaiter le programme de novembre, le fuselage est surélevé de telle sorte que la mitrailleuse arrière puisse tirer vers l'avant, au-dessus de l'aile. Comptant sur la puissance du nouveau moteur Renault, et devant les spécifications du programme de novembre, Louis Breguet dote la nouvelle étude d'une surface portante accrue (environ 5 m²), permettant une charge plus importante. Est-ce à ce moment que la voilure prévoit des ailerons automatiques ? C'est d'autant plus vraisemblable que le programme insiste particulièrement sur les facilités d'atterrissage.

9, 10 et 11, Photos MA 34700 (Pb. Breguet 98), MA 35012 (Pb. Breguet 100), MA 35016 (Pb. Breguet 99). Breguet AV1 : ces trois photographies inédites montrent des détails signalés entre le 18 et le 27 novembre dans le livre d'essai : deux volets latéraux du capot sont ouverts, et l'hélice est une Ratier blindée n° 33, remplacée pour les essais de vitesse par l'hélice Ratier n° 34. La voilure droite montre le dièdre de l'aile supérieure, absent sur les précédents projets, et le système d'ailerons qui occupe tout le bord de fuite. L'incidence progressive de l'aile supérieure est provoquée par les extrémités de l'aile, laissées libres pour agir comme ailerons de gauchissement, tandis que les parties centrales, tendues par des sandows comme tout le bord de fuite de l'aile inférieure, sont des volets automatiques. Ces volets, braqués au repos ou aux faibles vitesses, s'effacent lorsqu'une vitesse suffisante est atteinte. La gouverne de profondeur est agrandie. Le passager dispose de la nouvelle tourelle « omnibus » T.O. 1 bis.

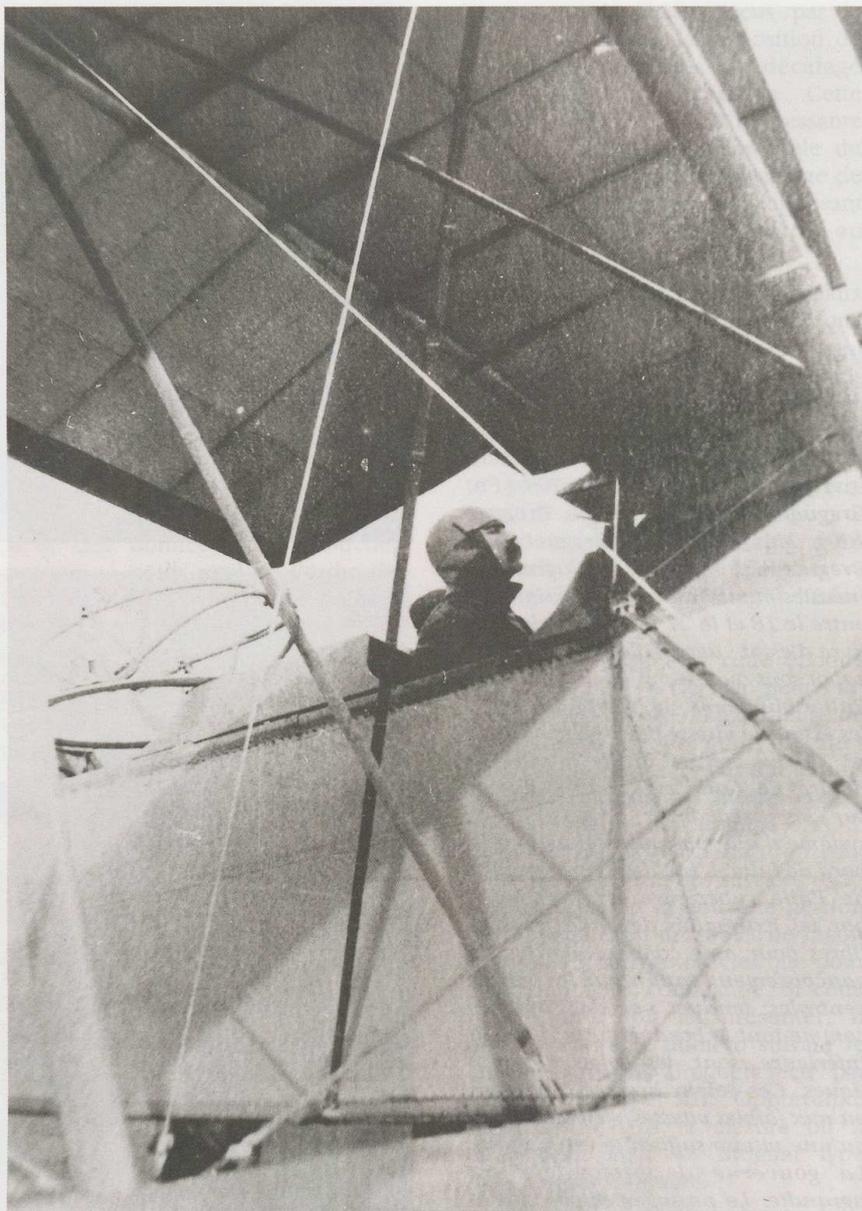


12. Photo collection Girardet (non datée): Louis Breguet au poste de pilotage de l'AV1.

Les débuts de l'escadre Michelin avaient été très instructifs sur ce plan. La plupart de ses pilotes avaient fait leur apprentissage sur monoplans Blériot qui facilitaient l'atterrissage par vent de travers grâce à leurs roues orientables. Nombre d'accidents survenus à l'escadre avaient été causés par des « dérapages » fauchant latéralement les immenses jambes des Breguet-Michelin. D'autre part, les aménagements de fortune des terrains d'aviation au gré des déplacements du front ne pardonnaient guère les atterrissages trop durs avec les lourdes et fragiles machines.

L'étude de structures de train d'atterrissage plus résistantes est primordiale, aussi le projet AV prévoit-il un train renforcé. Une étude du Laboratoire Eiffel, non datée, montre les résultats d'essai d'une voilure légèrement décalée vers l'arrière, munie de volets automatiques tout au long de l'envergure des deux ailes, c'est l'autre solution de Louis Breguet à ces problèmes d'atterrissage.

La voilure à deux régimes de vol n'est pas nouvelle pour Louis Breguet. Ses premiers appareils avaient des ailes à longeron unique, sur lequel les nervures pouvaient prendre des inclinaisons variables selon les « rafales », contrôlées par des ressorts et aux déplacements limités par des butées ou des



haubans. Cette disposition avait dû être abandonnée en 1914, le puissance accrue des moteurs rendant son pilotage délicat.

Le problème de la vitesse d'atterrissage à l'ordre du jour, l'idée de volets automatiques s'effaçant en plein vol et offrant un supplément de sustentation aux faibles vitesses est en 1916 très en avance sur son époque. Bien entendu, cela pose quelques problèmes, en particulier le poids de la voilure. Mais quelques « économies » ont été réalisées sur le poids à vide, en partie dues à l'allègement du moteur Renault (environ 15 kg).

L'ingénieur Marcel Vuillierme est chargé des calculs de la structure. Employé par Breguet depuis 1911, il connaît bien toutes les ficelles du métier et les goûts du patron, « Monsieur Louis » comme on l'appelle pour le distinguer de « Monsieur Jacques », qui a repris ses activités au côté de son frère à Vélizy depuis son retour du front en 1915. Dans une ultime mise au point du projet, la voilure est agrandie d'un mètre carré, l'aile supérieure prend du dièdre, les renforts du train d'atterrissage sont améliorés, le fuselage un peu allongé, et la gouverne de direction modifiée. C'est sous cette forme que

la construction est lancée, probablement en octobre.

Monté avec la dernière version disponible du moteur Renault, l'AV dispose d'une puissance de 263 ch. C'est bien en dessous des prévisions, mais cette puissance lui confère déjà une charge au cheval relativement faible : 5,80 kg contre 7,10 pour le Sopwith et 6,70 pour le Nieuport de cette catégorie. La charge au m² a été réduite pour faciliter le pilotage de l'appareil au plus grand nombre de pilotes. Prévue à 34 kg/m² sur le projet initial, elle est maintenant de 30,50 kg, ce qui est la plus faible charge des appareils nouveaux de juillet, à l'exception du Sopwith, qui reste compétitif avec 29 kg.

Cependant, on entend dire que le concurrent de la S.T.Aé. n'est chargé qu'à 25 kg... Il faudra améliorer l'AV, et Louis Breguet a déjà entrepris les calculs d'un second appareil de poids sensiblement comparable, mais en tablant sur une dizaine de chevaux supplémentaires. Le dessin d'ensemble est très largement revu. Ce sera l'AV n° 2. Confiant dans ses nouveaux calculs, il prévoit de passer une

commande à Ratier. La maison Ratier fournit ses hélices à Breguet depuis l'avant-guerre, mais fabrique aussi, comme quelques autres sous-traitants, des pièces en bois destinées à ses avions, le montage s'effectuant à Vélizy. Cette étonnante commande informelle des premiers jours de novembre concerne des éléments pour... 50 appareils !

Vendredi 17 novembre 1916 : l'AV n° 1 est roulé hors de son hangar, il va passer aux essais. Nous en connaissons les détails par le facsimilé de la première page du livre d'essai. Il faut tout d'abord faire tourner le moteur dans son capotage type automobile qui incorpore les radiateurs dans le nez, autour du moyeu de l'hélice. Dès la mise en marche, le moteur chauffe, il faudra revoir le ralenti, et un peu plus tard faciliter l'échappement de l'air du capot.

Quatre jours plus tard, le 21, Monsieur Louis décolle l'appareil pour un court essai de maniabilité. Ce vol révèle que l'essieu en duralumin est incapable de supporter un choc un peu dur à l'atterrissage ; il faudra le monter en acier. Le 30, aux essais de

vitesse, le moteur étant poussé à 1 500 tours, la moyenne obtenue est de 179 km à l'heure !

Marcel Vullierme a raconté une quarantaine d'années après les événements, le premier vol du Breguet AV à André de Bailliencourt. Bien qu'il ne soit pas précisé sur le livre d'essai qu'un passager était à la place arrière le 21 novembre, l'anecdote est assez significative pour être citée. Laissons parler Vullierme :

« Au moment de mettre les gaz, Louis Breguet me dit :

« - Vous êtes sûr de vos calculs ?

« - Parfaitement, cela tiendra bien.

« - Eh bien, montez avec moi !

« Ensuite, pour tout éprouver, Louis Breguet parcourt le terrain de long en large sans cependant mettre toute la puissance.

« Finalement, en me penchant en avant, par un geste du doigt je lui suggère :

« - Eh bien, décollez !...

« Et effectivement, tout se passe bien,

« mais à l'atterrissage, Louis Breguet

« étant habitué aux amortisseurs

« oléo-pneumatiques [de ses avions à

« moteur arrière], l'appareil rebondit

« plusieurs fois. Aussitôt arrêté, je

« saute et vais tâter les haubans et les

« câbles, puis je fais mon rapport :

« - Rien n'a bougé !

« Si pourtant, l'essieu en duralumin était faussé... »

Les tableaux de la S.T.Aé. donnant la situation des appareils au 1^{er} janvier 1917, font état des performances obtenues en décembre. Ils ignorent délibérément le nouveau Breguet, mais nous l'avons ajouté ci-contre à ses deux concurrents pour comparaison :

Ces biplaces sont des appareils en essais, à l'exception du Sopwith de construction française (type I), qui vient d'être mis en service depuis novembre. Les chiffres connus du Breguet AVI ont été complétés de la charge utile demandée par le programme : 310 kg, laissant un poids de combustible pour 3 h de vol plus réaliste que celui de l'AV d'origine.

Pudiquement, l'AR de la S.T.Aé. n'a pas été nommé précisément, mais simplement référencé « Renault à hélice tractive »...

(La suite paraîtra dans le prochain numéro)

BIPLACES DE CATÉGORIE A EN DÉCEMBRE 1916

CARACTÉRISTIQUES	BREGUET AVI	SOPWITH FRANÇAIS	RENAULT HÉLICE TRACT.
Moteur, puissance en ch/t-mn .	Renault 263/1 350	Clerget 130/1 250	Renault 180/1 450
Poids total kg	1 525	939	1 250
Poids au cheval kg	5,80	7,20	7
Surface m ²	50	32	50
Poids au m ² kg	30,50	29	25
Poids combustible kg	200	120	140
Poids utile kg	310	280	300
Poids à vide kg	1 015	539	810
Montée à 2 000 m		10'50"	13'
à 3 000 m		20'50"	22'10"
Plafond théorique m		5 000	5 700
Vitesse au sol km/h	179	153	
à 2 000 m		150	138
à 3 000 m		147	132
Heures de vol	3	2,45	2,45

GENÈSE D'UN AVION DE LÉGENDE

LE BREGUET 14

Dans cette seconde partie de la genèse du Breguet 14, la réussite technique de l'AV n° 2 est mise en évidence. Conçu au départ pour répondre au besoin immédiat d'un appareil d'observation, son potentiel de développement est tel que le nouveau Breguet 14 va devenir l'outil essentiel du bombardement aérien. Une nouvelle doctrine de notre aviation de combat va naître de son emploi.

Cependant, des problèmes freinent encore son évolution, en particulier l'attente des 300 chevaux au régime nominal promis par le moteur Renault depuis un an. Non négligeables, aussi, les difficultés habituelles de mise en place d'une production industrielle soumise aux aléas des modifications de prototypes. Cette production atteindra le chiffre de dix-sept Breguet 14 par jour un an plus tard, toutes versions confondues.

SECONDE PARTIE : 1917, L'ANNÉE DE LA RÉALISATION

SITUATION DE LA SOCIÉTÉ
DES ÉTABLISSEMENTS BREGUET
DURANT L'HIVER 1916-1917

1. - La construction du concurrent

Dès ses premiers vols effectués en septembre 1916, et sans attendre que l'appareil soit essayé par des pilotes du front, l'AR, « l'avion de la Section technique », avait été commandé le 4 octobre à 650 exemplaires. Le 1^{er} novembre la commande était portée à 725, puis modifiée en 1 435 au 1^{er} janvier 1917 ! On n'avait jamais constaté une telle hâte lorsqu'il s'agissait de commander un appareil de conception privée...

Letord étant occupé à construire les bimoteurs triplaces de la Section technique, les marchés d'avions AR sont répartis chez les autres aviateurs dont les appareils n'ont pas été retenus, et qui n'ont pas été déjà invités à construire des Sopwith : Farman (frères), Niepce et Fetterer, Renault et Breguet reçoivent des commandes d'AR.

Les établissements Breguet vont mettre en œuvre l'outillage nécessaire et les gabarits de montage pour 100 avions AR, chiffre confirmé officiellement par une convention exigeant la livraison de ces appareils avant le 1^{er} avril 1917. Dès le mois de décembre 1916, les contacts sont pris entre Breguet et son sous-traitant habituel, Ratier, et, en février suivant, une première commande d'éléments en bois pour 50 AR lui est passée. Les premiers exemplaires montés seront



Hiver 1916/1917, Louis Breguet au poste de pilotage de l'AV2. Photo coll. Pierre Breguet.

Photo Breguet 109: le fuselage en bois de l'AR, l'avion de la Section technique, dont la commande a été passée aux établissements Breguet, est placé pour comparaison devant le fuselage métallique de l'AV2 en cours de montage. Les avantages de la construction à partir de tubes de duralumin assemblés par des raccords en acier sont mis en évidence.

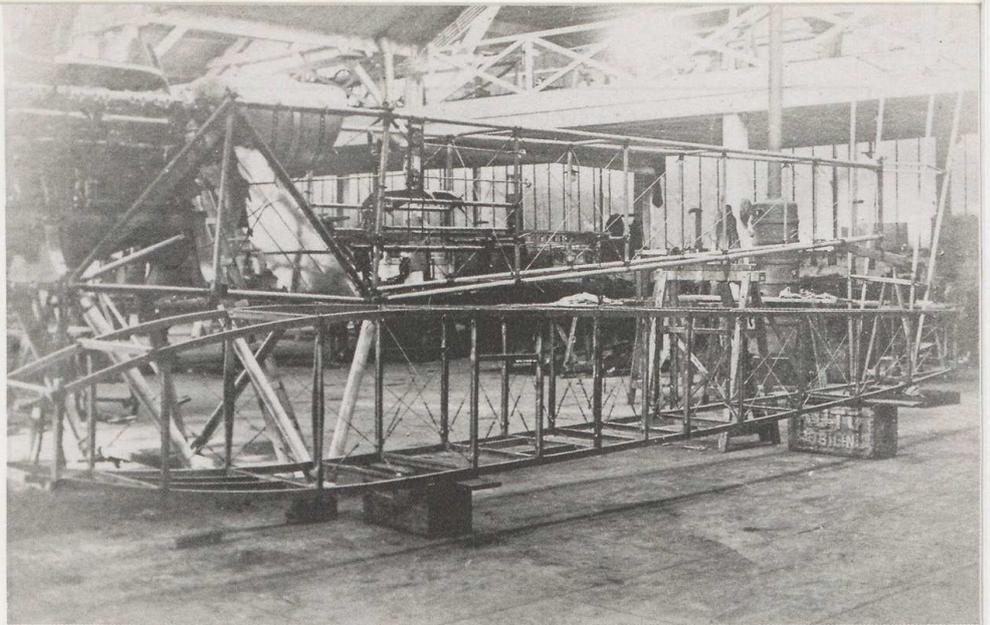


Photo Breguet: montage de l'AV2 en cours d'achèvement dans son atelier. La photographie, prise sous un angle inhabituel, montre bien le plan de dérive en quart de cercle particulier à l'AV2, et son implantation oblique à gauche de l'axe de l'appareil, pour compenser les effets du couple d'hélice. On distingue à l'arrière-plan l'extrémité de la voilure d'un Breguet XII à moteur arrière en cours d'aménagement.

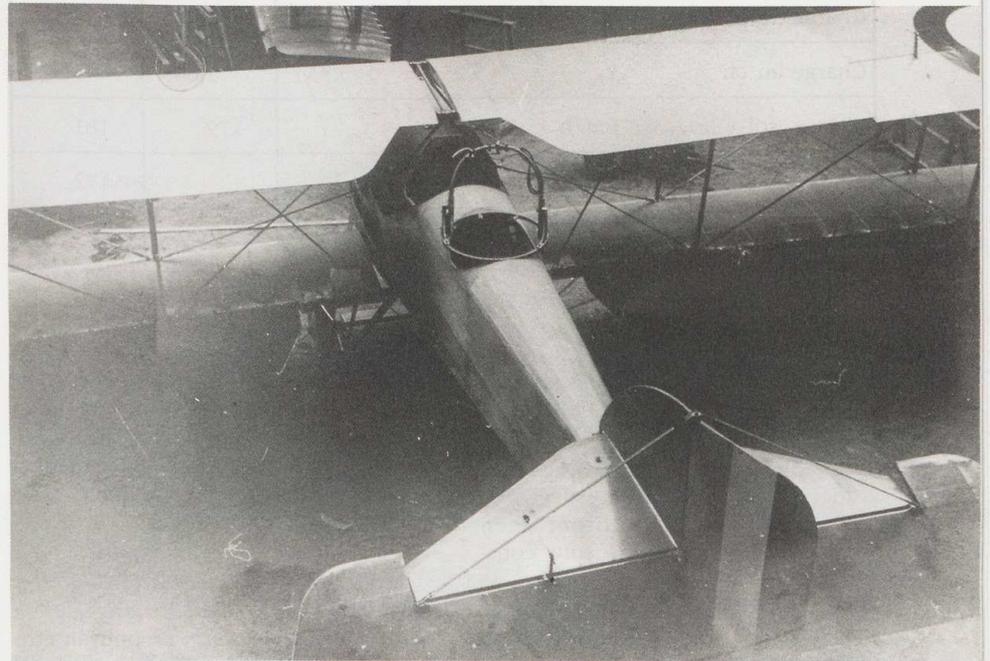


Photo Breguet 178: les essais statiques de l'AV2. Le chargement au coefficient 6,5 vient d'être achevé. La voilure à longerons en duralumin supporte vaillamment la charge de sacs de sable d'un poids total de près de huit tonnes. Le fuselage est incliné vers l'arrière pour tenir compte des efforts de traînée subis par la voilure.



TABLEAU DE L'ÉVOLUTION DU PROJET BREGUET AV EN 1916

	Projet AV	AV modifié	AV n° 1	AV n° 2
Puissance ch	285 ?	285 ?	263	272/1370
Surface m ²	44 ?	49	50	52
Envergure m	14,25	14,25 ?	14,36 ?	14,36
Longueur m	8	8,60 ?	8,80 ?	8,90
Poids à vide kg	1 045 ?	1 010 ?	1 015	1 020
Charge totale kg	450	510	510	510
Poids total kg	1 495 ?	1 520 ?	1 525	1 530
Charge au m ² kg	34	31	30,5	29,42
Charge au ch kg	5,25	5,33 ?	5,80	5,62
Vitesse, sol km/h			179	181
à 2 000 m				172
à 5 000 m				165

Les chiffres suivis d'un « ? » sont des caractéristiques estimées.

réceptionnés sous l'appellation « AR type I », et immatriculés à partir du numéro 2001.

Le montage des AR chez Breguet va avancer assez lentement: les premiers exemplaires sortiront bien après la date limite. Ils sont construits dans les anciens hangars de Vélizy où quelques derniers types XII sont en cours d'aménagement ou en réparation. Dans un coin d'un de ces hangars, on poursuit cependant activement la construction d'éléments pour appareils AV...

2. Le Breguet AV 2

Si les premières performances atteintes au cours des vols de l'AV n°1 étaient encourageantes, elles ne couvraient pas toutes les spécifications du programme de novembre 1916 pour les appareils de corps d'armée. Louis Breguet en était d'autant plus conscient que ses calculs l'avaient révélé bien avant les essais, lorsque le nouveau moteur Renault disponible n'avait pu délivrer que 263 chevaux. Une nouvelle étude

avait alors été entreprise sur les bases d'un moteur Renault donnant cette fois au moins 275 ch, et d'une nouvelle voilure abaissant la charge au mètre carré pour la rapprocher de celle de l'AR.

Le nouveau projet devait fatalement accepter quelques compromis, car l'abaissement de la charge au mètre carré ne pouvait être réalisé qu'en augmentant la surface. Pour compenser ce supplément de poids, le dispositif d'ailerons automatiques de l'aile supérieure est supprimé, et la rehausse de fuselage réduite.

Il est significatif de constater que dans les échanges de correspondances entre Ratier et les établissements Breguet, la « troisième voilure AV » est déjà citée avant les premiers vols de l'AV 1, dont on sait qu'il est muni de la deuxième forme de voilure. C'est la preuve que dès le mois d'octobre, Louis Breguet avait déjà envisagé de passer à l'AV 2 sans plus attendre.

Pendant les vols d'essais de l'AV 1, l'étude de l'AV 2 va prendre en

compte diverses remarques, et en particulier l'influence du couple de l'hélice sur la trajectoire, phénomène connu, mais considérablement accru par la puissance du moteur. Pour contrer la tendance du Breguet AV à virer à gauche, on va ajouter un plan de dérive fixe, précédant un nouveau gouvernail de direction plus haut mais non compensé. Ce plan de dérive, de profondeur limitée à celle du stabilisateur horizontal, présente un bord d'attaque décalé à gauche de l'axe du fuselage pour compenser l'effet de couple.

L'autre innovation de l'étude, c'est une flèche de voilure, dont l'inconvénient est évidemment une complication de la construction; les avantages sont une plus grande facilité de centrage, une stabilité de route accrue, et une amélioration de la visibilité. Sur ce dernier point, le dièdre de l'aile supérieure de l'AV 1 facilitait déjà le champ de tir vers l'avant de l'arme sur tourelle. Il est probable que la voilure en flèche doit aussi remédier au défaut de tenue de route constaté sur l'AV 1.

Le 30 novembre 1916, Louis Breguet écrivait à la STAé, faisant état des essais officiels de son appareil, en précisant que ce n'était qu'un modèle d'étude, et qu'il allait présenter incessamment aux essais officiels un modèle définitif. Il ajoutait, confirmant le choix de son moteur: « *Comme nous l'avions dit à maintes reprises, nous n'aurions pu obtenir les mêmes résultats, en remplissant le même programme avec le moteur Hispano-Suiza de 200 ch, et plus que jamais, nous persévérons dans notre manière de voir...* ».

Le nouveau Breguet AV n° 2 sort de son hangar à une date exacte restant à déterminer, mais Louis Breguet va préciser que l'appareil a été mis au point dans le courant du mois de décembre. Le 11 janvier, il écrit que le modèle définitif est prêt, et que les essais vont être effectués devant la STAé.

Le 13 janvier 1917, la STAé établit enfin une fiche de renseignements sur l'AV: « *Breguet type moteur avant, corps d'armée, moteur Renault 250 cv, puissance effective 270 chevaux au maximum autorisé de 1 400 tours, surface totale 52 m², poids total 1 529 kg, poids du planeur 484 kg, armement: Vickers avant, tourelle arrière...* »

Photos MA 35018 (Ph. Breguet 171), MA 35010 (Ph. Breguet 170), MA 35019 (Ph. Breguet 172) : apparition du Breguet AV2 sur le terrain de Villacoublay enneigé, probablement en janvier 1917. La « perche » montée sur la première travée de mâts de l'aile gauche porte la sonde Tous-saint-Lépère de l'indicateur de vitesse imposé pour les essais de la STAé. Le gouvernail de direction, non compensé, est en forme de trapèze ; sa base devra être modifiée dans le prolongement de la ligne du fuselage, après la constatation de sa fragilité lors d'atterrissages difficiles. La tourelle TO 1bis du passager porte une mitrailleuse Lewis à radiateur, et la Vickers fixe est montée sur le côté gauche du capot. Le « silencieux » du moteur Renault est semblable à celui de l'AV1 ; il sera de taille plus réduite sur les autres modèles. La vue de côté (avec Louis Breguet derrière les empennages) montre la flèche de voilure, l'importance des ailerons de gauchissement, et le braquage maximal des volets automatiques de l'aile inférieure.



LES DÉVELOPPEMENTS DE L'AV 2

QUELQUES CATÉGORIES DU PROGRAMME DES AVIONS NOUVEAUX DE NOVEMBRE 1916				
Catégorie	A (corps d'armée)	A ₁ (corps d'armée)	C (chasse)	D (bombardt)
Équipement	TSF, photo, bombes	TSF, photo, bombes	blindage 24 kg	bombes 300 kg
Équipage	2	3	2	3
Capacité réservoirs	4 heures	5 heures		5 heures
Poids carburant pour	3 heures	3 heures	3 heures	3 heures
Poids utile kg	310	420	280	560
Vitesse à 2 000 m ... km/h	150	150		145
à 3 000 m ... km/h			180	
Montée à 2 000 m	15'	15'		15'
à 3 000 m			13'	
Double commande	D.C.	D.C.		D.C.
Essai statique à	4,5	4,5	6	4,5

Armement de ces catégories : une mitrailleuse à l'avant et une mitrailleuse à l'arrière avec 500 cartouches chacune, plus une mitrailleuse légère tirant sous le fuselage avec 200 cartouches pour le triplace A₁.

Après le vol de l'AV 2 devant la STAé, Louis Renault réclame le 17 janvier des directives pour organiser sa fabrication pendant le troisième trimestre 1917. Doit-il continuer à pousser la fabrication du 170/190 ch, ou au contraire, préparer la production du 220/275 ch? Le message est clair : va-t-on construire des AR ou des AV? Cette lettre n'aura pas de réponse... Ce silence officiel peut s'expliquer : les chiffres connus de l'AV 2 font apparaître son coefficient STAé de construction au-dessous des limites minimales, inférieur à 0,0081, alors que l'AR affiche plus de 0,0092 ! La « fragilité » de l'AV est-elle mise en cause, comme un an auparavant pour le Breguet « Gamma » ?

3. Les essais statiques

Le 26 janvier, on procède aux essais statiques officiels. Le programme en cours demande pour les avions de corps d'armée une résistance égale à quatre fois et demie la charge sans

rupture ni déformation permanente. Une structure nue de l'appareil retourné est installée avec la cabane supportée par des montants, les ailes sont chargées progressivement de couches de sable dont le poids est calculé selon la formule :

$$Cs = n (\Pi - Pc) - Pc$$

où Cs est la charge nette de sable, n le coefficient de sécurité demandé, Π le poids total, Pc le poids de la voilure. Pour l'AV 2, la charge de sable est calculée selon les coefficients successifs :

$$\begin{aligned} 3 & : 3\,520 \text{ kg} \\ 4,5 & : 5\,410 \text{ kg} \\ 6 & : 7\,300 \text{ kg} \end{aligned}$$

Chez Breguet, on avait inauguré ce type d'essai dès 1911, et, depuis 1912, des essais statiques étaient exigés par l'armée pour un appareil de chaque série commandée. On ne peut qu'émettre des hypothèses sur la structure choisie pour l'essai de l'AV 2, car on ne peut y sacrifier l'appareil. Il est possible que le fuselage de l'AV 1, devenu inutile, ait été

muni d'une voilure complète de 52 m² du modèle AV 2. Une voilure isolée sera d'ailleurs remboursée ultérieurement au constructeur par un marché spécial du SFA.

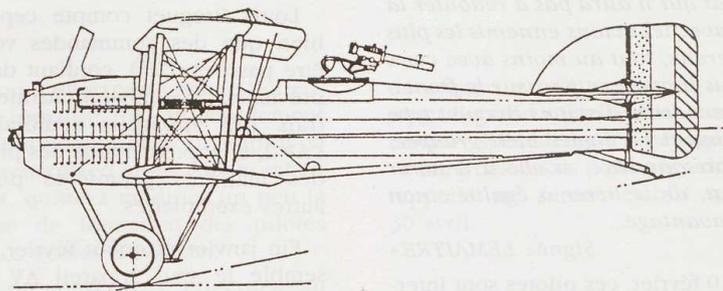
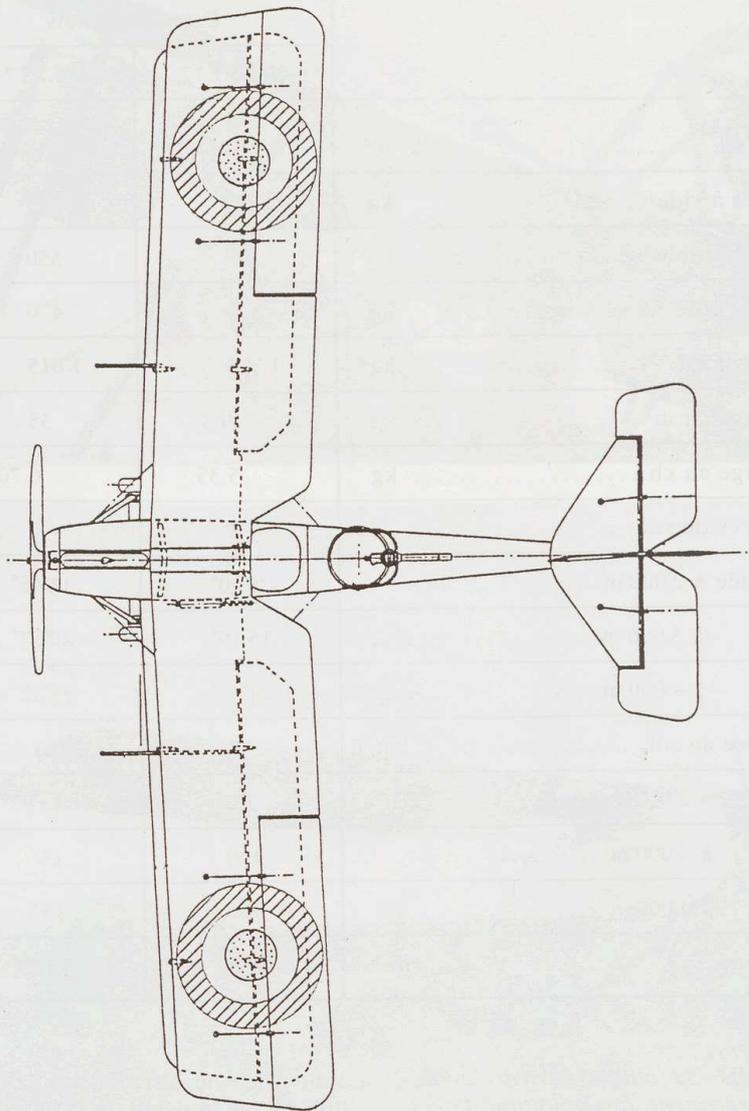
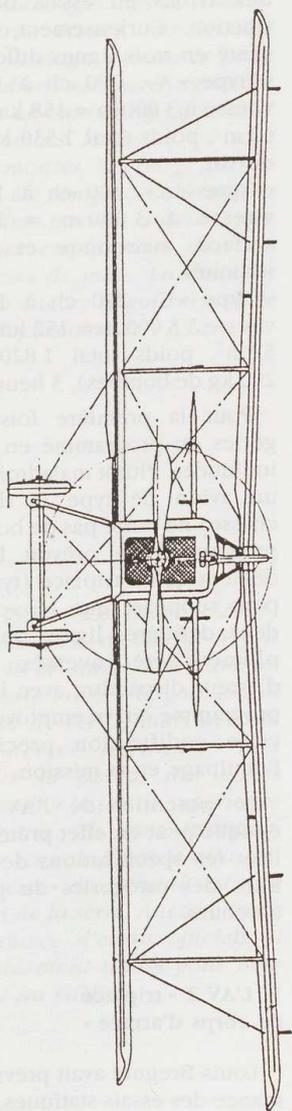
Les trois étapes de l'essai se passent sans problème, la déformation la plus significative à la charge 6 concerne un recul du longeron avant de 24 mm relevé à la hauteur du deuxième mât. Après déchargement, cette même déformation n'est plus que de 5 mm. Ces résultats sont si encourageants qu'une nouvelle étape est entreprise, toujours sans rupture, jusqu'à la charge 6,5 soit 7 930 kg de sable. Le plan supérieur se rompt enfin, au milieu de la travée proche du fuselage, après une nouvelle charge de sable, entre les coefficients 6,5 et 7 !

L'avion de la Section technique, au cours de ses essais statiques d'octobre 1916, avait confirmé sa tenue au coefficient de 4,5. L'essai poursuivi, la rupture était intervenue à 5,5. On doit commencer à s'interroger, ça et là, sur la validité du coefficient STAé de construction, face à l'emploi de nouveaux matériaux !

4. L'opinion des utilisateurs

L'AV 2 doit maintenant faire ses preuves, piloté par des experts présentés par la STAé ou par le front. Des vols sont effectués par Labouchère, pilote de la Section technique, par l'adjudant Piquet, délégué par la RGA (Réserve Générale de l'Aéronautique), et par le lieutenant Lemaître commandant l'escadrille BM 120 équipée de Breguet-Michelin type IV. Ce dernier avait été délégué par le commandant Happe pour suivre les essais de l'AV. Voici un extrait significatif de son rapport, remis au général Guillemain, le nouveau directeur général des services de l'Aéronautique militaire :

« Avion type AV. Cet avion semble réunir les qualités requises pour un avion de bombardement de jour. La charge qu'il peut enlever, sa stabilité de route qui lui permet de garder une direction presque rectiligne au moment du tir, en font au point de vue bombardement un avion très redoutable. Son plafond très élevé, même à pleine charge, lui permettra souvent de passer les lignes sans être



BREGUET AV2

© 1993 WILLIAM A. WYLAM
ALL RIGHTS RESERVED

Trois vues de l'AV2 : ce dessin de William Wylam est réalisé à partir des trois photographies présentées et des dimensions fournies par le rapport d'essai. Les volets automatiques sont effacés, en position de vol normal. La petite « perche » de l'aile droite est sans doute la sonde du Badin montée par le constructeur.

ESSAIS DU BREGUET À MOTEUR AVANT RENAULT 270 CH		
	Dates des essais	
	29-31.1.17	4.2.17
Surface m ²	52	52
Poids à vide kg	1 015	1 015
Combustible kg	200	330
Poids utile kg	310	470
Poids total kg	1 525	1 815
Charge au m ² kg	29,3	35
Charge au ch kg	5,35	6,70
Heures de vol	3	5
Montée à 2 000 m	8'40"	11'45"
à 3 000 m	15'10"	20'57"
à 4 000 m	24'10"	35'22"
Vitesse au sol km/h	175	164
à 2 000 m	172	161
à 3 000 m	169	158
à 4 000 m	165	153
Plafond m	5 800	5 100

inquiété. Sa vitesse de translation, son armement, la disposition de cet armement, en font sinon un avion de chasse, du moins un avion de combat qui n'aura pas à redouter la lutte avec les avions ennemis les plus dangereux, tout au moins avec ceux connus jusqu'à ce jour sur le front... une escadrille d'avions Breguet type AV passant les lignes bien groupée, sera presque sûre, si elle a à livrer combat, de le livrer à égalité sinon avec avantage...

Signé : LEMAITRE »

Le 10 février, ces pilotes sont interrogés après une présentation de l'AV 2 au général Guillemin, au colonel Régnier, directeur de l'Aéronautique, et au commandant Dorand. Les avis sont favorables, mais aux plus hauts niveaux des réticences subsistent, car dès 1913, des accidents

avaient jeté le discrédit sur la firme Breguet, et au début de la guerre les appareils neufs prévus pour l'escadrille BR 17 étaient interdits de vol.

Louis Breguet compte cependant bien que des commandes vont lui être passées. Déjà, confiant dans ses prévisions, il a mis en chantier à ses frais dix appareils semblables à l'AV 2, et approvisionné des pièces et des matières premières pour 50 autres exemplaires.

Fin janvier et début février, l'AV 2 semble le seul appareil AV disponible pour essayer en vol avec son 270 ch les charges successives de 310 et de 470 kg. Cette hypothèse est confirmée en partie par une fiche STAé unique relatant ces essais avec des charges différentes.

Le 1^{er} février 1917, la STAé a enfin

mentionné le Breguet à moteur Renault dans son tableau mensuel des avions en essais ou en construction. Curieusement, il est présenté en trois lignes différentes :

– type « A », 270 ch à 1 400 tours, vitesse à 3 000 m = 158 km/h, surface 52 m², poids total 1 530 kg, 3 heures de vol,

– type « A », 300 ch à 1 500 tours, vitesse à 3 000 m = 168 km/h, surface, autonomie et poids non indiqués,

– type « C », 270 ch à 1 400 tours, vitesse à 3 000 m = 152 km/h, surface 52 m², poids total 1 820 kg (dont 200 kg de bombes), 3 heures de vol.

Pour la première fois, les catégories du programme en cours sont indiquées. Plutôt maladroitement, car un avion de type C (biplace de chasse) ne porte pas de bombes, et le programme ne prévoit le bombardement qu'en triplace (type D) ! On peut supposer que les « types » des deux dernières lignes ont tout simplement été inversés. Ce genre d'erreur disparaîtra avec le prochain programme qui va employer une nouvelle codification précisant bien l'équipage et sa mission.

Le potentiel de l'AV 2 à cette époque peut en effet prétendre à réaliser les spécifications de quelques-unes des catégories du programme en cours.

1. L'AV 2 « triplace de corps d'armée »

Louis Breguet avait prévu la performance des essais statiques, car il était convaincu que sa cellule supporterait une charge supérieure. Déjà, en octobre 1916, il écrivait « ... s'il donnait [le moteur Renault] 30 chevaux de plus [que les 272 de l'AV 2], on pourrait enlever 100 kg de plus en triplace... ».

Le programme de novembre réclamant un seul type d'avion de bombardement, un triplace nocturne, les essais en surcharge de l'AV révèlent des performances inférieures à celles demandées au triplace. En fait, il manque juste 10 kg de charge utile, et les 80 kg du troisième occupant. Par contre, les spécifications du triplace « A₁ » de corps d'armée sont largement atteintes.

Louis Breguet est si optimiste sur la possibilité d'une version triplace de

Photo de Bailliencourt : le Breguet AV « surchargé » (n° 664 ?), culbuté après les essais effectués à Aulnat. Une « fenêtré » étroite, sur le côté gauche du fuselage, éclaire le poste du bombardier ; elle sera agrandie sur la série. Le haubanage spécial et les lance-bombes Michelin ne sont pas encore montés, la charge correspondante a été remplacée durant les vols par des barres d'acier suspendues aux emplantures des premières travées de mâts. La nouvelle dérive porte encore le gouvernail de direction trapézoïdal de l'AV2.



Photo MA 35011 (Ph. Breguet 219) : Breguet 14 n° 665 « de chasse » (?), à voilure de 48 m² sans volets automatiques. Il porte encore le gouvernail de direction de l'AV2, mais avec la nouvelle dérive agrandie. Peu visibles sur la photo, des volets peuvent occulter la partie supérieure des radiateurs ; ils sont indispensables pour les vols à haute altitude. Le « silencieux » du Renault est aux dimensions de la série. Aucune trace n'a été trouvée d'essais officiels. Il sera probablement utilisé pour l'entraînement au GDE.



l'AV, réalisable avec peu de modifications de l'appareil de série prévu, qu'il tentera plusieurs fois en 1917 d'y intéresser les services officiels. Le projet de ce triplace monomoteur ne sera pas accepté, on lui préférera des appareils bimoteurs, aux champs de tir avant et arrière mieux dégagés.

2. L'AV 2 « biplace de bombardement »

Il est évident qu'après les performances des essais statiques et

l'opinion d'un expert comme le lieutenant Lemaître, on ait rapidement songé à la possibilité d'un emploi de l'AV surchargé en biplace de bombardement, quitte à modifier un peu la doctrine de formation des pilotes dans nos écoles d'aviation.

Les premiers vols effectués au poids total de 1 815 kg font apparaître la nécessité d'essayer, dans des conditions proches de la réalité, les aptitudes de l'AV dans ce nouvel emploi. Une demande est adressée le 6 mars pour envoyer un AV « surchargé » faire de multiples essais de

décollages et d'atterrissages à Clermont-Ferrand. C'est une nouvelle cellule, spécialement aménagée, qui va faire des essais prolongés dont les rapports ne seront établis que le 30 avril.

3. L'AV 300 chevaux « biplace de chasse »

Le tableau STAÉ au 1^{er} février indique donc l'existence d'une cellule en attente de la disponibilité du moteur Renault de 300 ch. La

vitesse indiquée n'est qu'une estimation. La surface de voilure, non mentionnée, laisse supposer que l'on envisage de la modifier. Ce nouvel AV serait-il bien prévu pour la catégorie C, biplace de chasse?...

Le lieutenant Lemaître a qualifié le Breguet AV d'*avion de combat*. Si la vitesse à 3 000 mètres demandée par le programme pour la catégorie C n'est pas encore atteinte (180 km/h), il semble possible de l'obtenir avec une version plus poussée du Renault. Le concurrent de cette catégorie, le SPAD-Hispano 200 ch de Béchereau (prochain type XI) n'offre d'ailleurs pas de meilleures performances. Une version de chasse de l'AV, appelée à effectuer des manœuvres rapides, doit abandonner les volets automatiques. C'est probablement la raison du nouveau dessin de l'aile inférieure, réduisant la surface à près de 48 mètres carrés, et dont il sera question un peu plus loin, car le moteur n'est pas encore disponible...

4. Les premières commandes de l'AV 2

Le 6 mars 1917 est un jour faste. La 12^e direction du ministère de la guerre demande au SFA de passer commande à Breguet de 150 exemplaires du modèle AV de corps d'armée et 150 autres à Michelin dans la version de l'AV de bombardement. On va enfin reconnaître l'appareil en lui donnant une appellation officielle : ce sera le type XIV. Si le type XIII semble avoir été « évité » dans cette affaire, ce n'est pas le fait de la STAé, qui n'hésitera pas à accepter comme type XIII le nouveau SPAD de chasse dont les essais sont en cours.

Lors de la réception de la première commande du Breguet AV, il semble admis par le SFA que les AV 1, AV 2, et les dix exemplaires suivants construits aux frais de Louis Breguet, soient inclus dans le marché. Les matricules SFA pour cette commande sont attribués à partir du numéro 662, fait confirmé par l'en-tête du livre d'essai de l'AV 1 sur lequel ce numéro va être ajouté.

Les caractéristiques des modèles AV 1 et AV 2 sont suffisamment différentes pour les distinguer par un numéro de type. Dans cette hypo-

thèse, le BR 662 (AV 1) aurait été ainsi le type XIII, permettant ainsi à l'AV 2 (BR 663 probable), de porter le type XIV. Quoi qu'il en soit, les chiffres romains sont abandonnés à ce moment-là dans les appellations officielles, le premier Breguet réceptionné sera le « BR 669 type 14 ».

ÉVOLUTION DES MOTEURS

1. Le moteur Renault

Sans réponse à sa lettre du 17 janvier, Louis Renault avait insisté pour obtenir des indications sur les choix de moteurs qui seraient faits à l'issue des essais en cours du Breguet AV. Il demandait le 20 février s'il ne convenait pas mieux de travailler à transformer ses « 220 ch » en modèles allégés (à pistons en aluminium), qu'à la production des « 170 ch » (pour l'AR). Toujours sans réponse, le 7 mars il décide de transformer 150 de ses moteurs 220 ch dans ce sens. Neuf jours plus tard, on lui demandera de prévoir la transformation de 500 exemplaires de plus, et le 17 mai, la commande va être officialisée pour 1 200 exemplaires.

L'opération est bien lancée, cette fois, mais la mise en service de ces moteurs allégés dits « 300 ch » va révéler à l'usage des problèmes d'en-

durance, leur utilisation devra être limitée à la puissance maximale de 280 ch aux dépens des performances. La puissance nominale, au moins pour un temps, sera donnée comme 250 ch à 1 500 tours. Ces moteurs (principalement des 12 Fcx) resteront utilisés en l'attente d'une version à plus forte compression, telle le Fcy, mais les efforts de développement n'atteindront l'objectif des 300 chevaux nominaux qu'avec le modèle 12 Fe, mis au point avant la fin de 1917. Les qualités de ce moteur donneront enfin au Breguet 14 la puissance et les performances qui seront exigées par la campagne de 1918.

Le développement du moteur Hispano-Suiza — que l'on voulait imposer à Louis Breguet —, va subir lui aussi quelques retards ; sa version de 300 ch (8 Fb) ne sera essayée en vol qu'à partir de mai 1918.

2. Le moteur Fiat

Les commandes d'appareils qui vont être passées à Breguet et aux nombreux « licenciés » seraient illusoires si elles devaient être ralenties par une production insuffisante de moteurs Renault. Certes, les fabrications des 220/250 ch vont être modifiées pour être livrées en modèles allégés, mais des délais sont à prévoir. Il faut rechercher un moteur

Quelques étapes de développement du moteur Renault
12 cylindres 125 × 150 mm

DATE DE SORTIE	APPELLATION (*)	PUISSANCE NOMINALE (ch)	VITESSE MAX. D'UTILISATION (t/mn)	PUISSANCE MAXIMALE (ch)	TAUX DE COMPRESSION	PISTONS EN :
5.1915	« 200 ch »	200	1 100			Fonte
9.1915	12 Fa	220	1 300			Fonte
6.1916	12 Fc	220	1 300	265	4,25	Fonte
4.1917	12 Fcx	250	1 500	280	4,25	Alu.
10.1917	12 Fcy	280	1 500	310	4,65	Alu.
11.1917	12 Fe	300	1 600	320	5	Alu.

(*) Norme STAé émise fin 1916, appliquée rétroactivement à des modèles antérieurs. (Tableau extrait de la liste d'appellations STAé au 10.11.1917, complété des dates de sortie et des puissances maximales utilisables pendant seulement quelques minutes.)

Photo MA 35587: moteur Renault 300 ch 12 Fe, essayé avant la fin de 1917. Les magnétos sont groupées à l'arrière, le circuit d'eau est modifié, et le carter inférieur est muni d'ailettes de refroidissement pour permettre à l'huile de supporter les vitesses de rotation élevées. Ce moteur sera peu à peu mis en service dans le courant de 1918, où il remplacera sur les Breguet 14 les moteurs 12 Fcx et 12 Fcy.

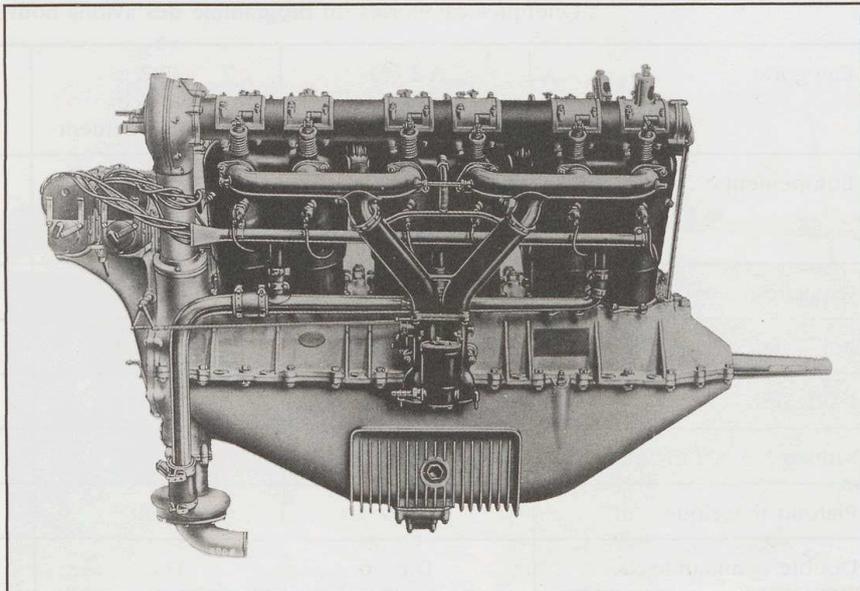
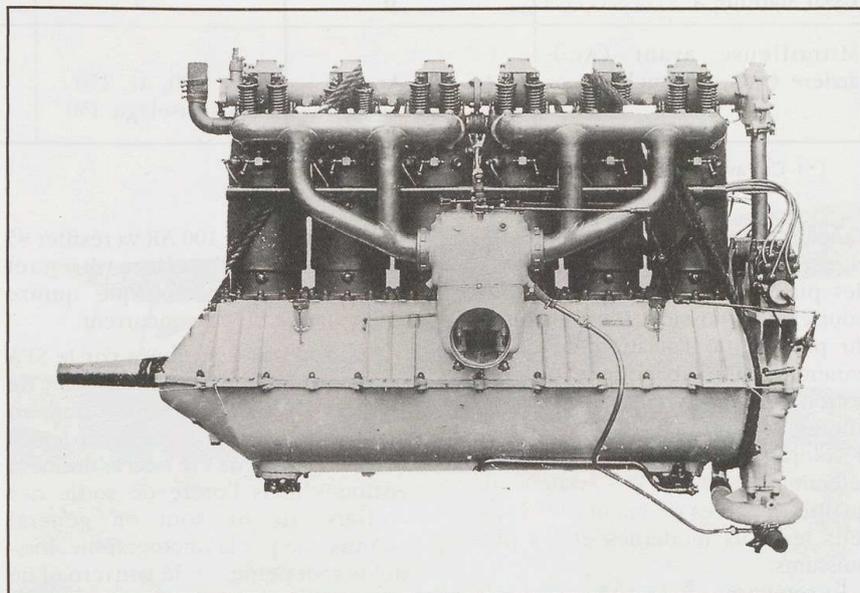


Photo MA 35589: moteur Fiat A12, c'est sous cette forme que les premiers moteurs Fiat ont été livrés à la France pour être montés sur Breguet 14. Cette disposition des tuyauteries d'admission, inefficace, sera remplacée sur les modèles A-12bis par une tuyauterie simplifiée et mieux adaptée à l'alimentation des cylindres, d'un dessin semblable à celle du Renault. Le carburateur d'origine, du type « Mercedes », sera écarté au profit d'un carburateur Fiat dérivé du précédent.



de puissance équivalente, capable de pallier une éventuelle insuffisance de la production Renault.

Les nouveaux moteurs français n'en sont encore qu'à la période des études ou des essais officiels. Le seul moteur disponible à bref délai dans la gamme des 270/300 ch est le Fiat italien. Le Fiat A 12 est un moteur à six cylindres 160 x 180 mm en ligne, développé du Mercedes de 1914. Il délivre couramment 250 chevaux à 1 400 tours par minute, et doit en donner un peu plus après quelques améliorations. Le choix de ce moteur italien de substitution est décidé rapidement, dans la mesure où la

plupart de nos usines sont fort occupées à produire les Hispano-Suiza de 200 ch nécessaires à notre aviation de chasse.

LE PROGRAMME D'ÉTUDE DES AVIONS NOUVEAUX DE MAI 1917

Le 3 mai 1917, un programme d'étude des avions nouveaux va succéder à celui de novembre. Les constructions et essais de Breguet du second trimestre vont être étroitement dépendantes de ses exigences. Le nouveau programme innove sur la forme comme sur le

fond, car depuis le mois d'avril, on codifie plus précisément les appareils, leur mission, et leur équipage (voir *Pégase* n° 51).

Le programme tient compte des directives du nouveau commandement. La doctrine du bombardement stratégique est un peu délaissée au profit de bombardements précis sur l'arrière des lignes. Pour la première fois, un matériel spécial est demandé pour effectuer des bombardements en représailles des attaques aériennes allemandes sur des villes ouvertes. Si les poids utiles emportés ne sont guère plus importants, voire inférieurs à ceux de

Quelques catégories du programme des avions nouveaux de mai 1917

Catégorie	A 2 (*) biplace de corps d'armée	B 2 biplace de bombardement	B 1 monoplace de représailles	C 2 biplace de chasse
Équipement	T.S.F., photo 25 ou 50 cm	lance bombes pour 300 kg (3 h)	150 kg de bombes	appareil photo léger
Capacité réservoirs pour	3 h 30	5 heures	7 heures	
Poids de carburant pour	3 heures	5 heures	7 heures	2 h 30
Poids utile kg	290	470	335	255
Vitesse à 3 000 m .. km/h	180	170	170	190
Plafond théorique. . m	6 000	5 500	5 500	7 000
Double commande	D.C.	D.C.		D.C.
Essai statique à	6	5	5	6,5
Mitrailleuse avant (Av.), arrière (Ar.), cartouches	Av. 250, Ar. 250	Av. 250, Ar. 250 sous fuselage 250	Av. 250	Av. 500, Ar. 500

(*) Cet avion doit se rapprocher du biplace de chasse.

l'ancien programme, par contre les vitesses exigées sont en hausse, et des plafonds minimum bien définis pour chaque mission. C'est le constat du progrès de l'aviation de chasse ennemie... On abandonne aussi la notion de facilité de pilotage pour pilotes « moyens ». Les écoles sont développées pour fournir après une sélection rigoureuse des aviateurs de qualité, capables de manier les appareils les plus modernes et les plus puissants.

La catégorie « B 2 », prévue pour le renouveau du bombardement de jour, est ostensiblement dessinée autour des caractéristiques du Breguet AV chargé de 800 kg (carburant, armement et équipage). C'est la reconnaissance implicite des qualités de l'appareil, et de la créativité de son auteur...

LES PROTOTYPES DU BREGUET 14

Dès le mois d'avril 1917, les commandes vont affluer tant chez Breguet que chez Michelin, et chez les premiers licenciés, Farman, Schmitt, Darracq. Concurremment, la construction des AR chez Breguet n'a plus lieu d'être. Un avenant au

marché initial de 100 AR va résilier 85 appareils, les ateliers Breguet n'auront ainsi produit que quinze exemplaires de ce concurrent.

Les matricules attribués par le SFA aux premières commandes de Breguet AV commencent au numéro 662 affecté à l'AV 1. Les matricules suivants n'ont pas été nécessairement attribués dans l'ordre de sortie des ateliers. Ils ne sont en général connus que par la photographie, lorsqu'ils sont peints sur le gouvernail de direction ou le support-butée de l'arbre porte hélice, ou lorsqu'ils apparaissent sur des situations d'escadrille.

1. Le Breguet 14 A 2 (52 mètres carrés)

L'AV 2, après ses essais officiels de janvier et février, peut être considéré à juste titre comme le prototype du type 14, futur 14 A 2 de corps d'armée. Il faudra cependant attendre le mois d'avril pour que des essais soient effectués avec le moteur 12 Fcx, promettant les 300 chevaux à sa vitesse maximale de rotation : 1 600 tours-minute. Ces essais concernent la charge normale d'un appareil de

corps d'armée, prévue à 310 kg dans le programme de novembre 1916, mais aussi une charge exceptionnelle de 470 kg, ou même 584 kg avec autonomie réduite, de la version de bombardement (prochain 14 B 2).

Ces derniers essais sont effectués sur l'une des cellules qui portera un matricule SFA compris entre 666 et 670, le Bre 669 étant le premier Breguet 14 reçu par l'armée le 4 mai 1917. L'AV 2 n'a plus laissé de trace après les essais de février, les appareils suivants portent désormais une dérive allongée par un important lobe de bord d'attaque, nécessité par la puissance accrue du moteur. Ces premiers « 52 mètres » seront livrés aux escadrilles de reconnaissance, avec des moteurs 12 Fcx dont l'utilisation maximale sera réduite à 280 ch.

2. Le Breguet 14 B 2

Un appareil AV, spécialement aménagé, avait été envoyé à Clermont-Ferrand le 17 mars, pour y faire des essais d'atterrissage à vide et avec charges de 500 et 800 kg. Bien qu'aucune information ne le prouve, on peut supposer que cet AV a été

Photo MA 35013 (Ph. Breguet 211) : premier Breguet 14 réceptionné par le pilote Barrault, le 4 mai 1917, le Bre 669 est un appareil de « corps d'armée » (bientôt A2) à voilure de 52 m² à volets automatiques. Il possède le nouveau gouvernail de direction dont la base est dans le prolongement des longerons inférieurs de fuselage. Le « 669 » sera au GDE (Groupe des divisions d'entraînement) dès le mois de juin, pour former les pilotes des escadrilles d'observation en cours de conversion sur Breguet 14.

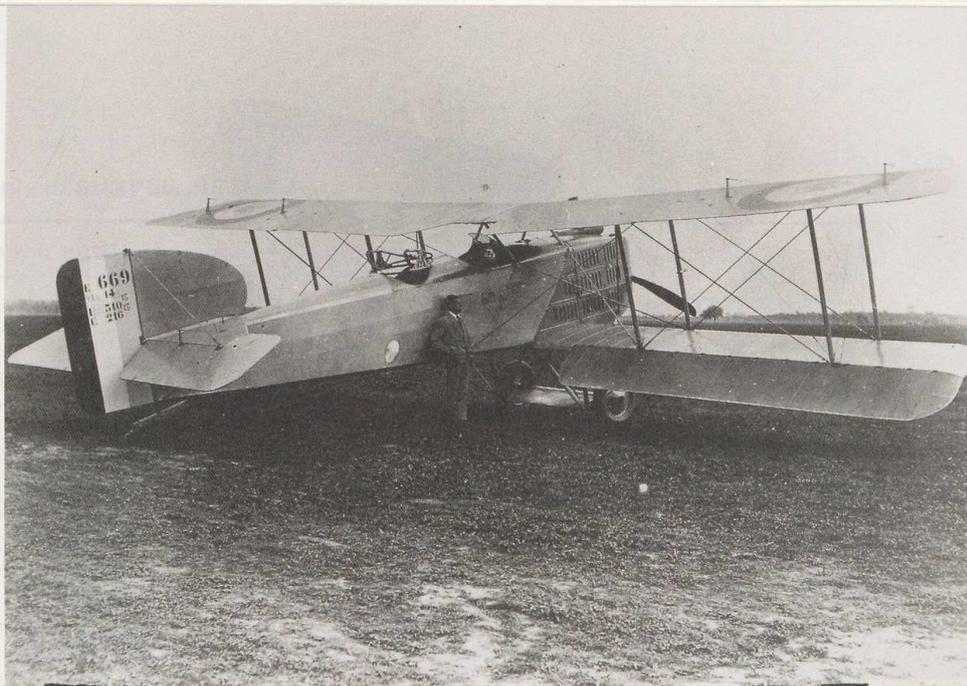


Photo Breguet : juin 1917, le Breguet 14 B2 n° 1105, l'un des premiers construits par Michelin, vient d'être amené à Villacoublay par André de Bailliencourt (appuyé sur l'aile gauche) pour y subir les essais de la STAé. L'appareil est complet, avec les lance-bombes de voilure, et le haubanage spécial entre le train d'atterrissage et les sommets des mâts de la première travée. La «fenêtre» du bombardier, à mi-hauteur du fuselage, n'est pas encore à son emplacement définitif.



immatriculé « 664 ». Un rapport très complet du capitaine Vogoyau sur ses vols en mars et avril a été publié le 30 avril, où il est fait état de 154 atterrissages. Des points faibles sont recensés au niveau de la tôle du capotage moteur, et des essieux en duralumin (comme sur l'AV 1) ou en acier, faussés au cours d'atterrissages brutaux. On suggère d'employer l'acier NY, plus résistant. La béquille aussi donne des soucis, il faudra remplacer la lame maîtresse en acier. Suit l'opinion des pilotes :

« ... Au point de vue du pilotage, les pilotes de Bailliencourt et Roux sont

d'accord pour trouver le pilotage de cet appareil très agréable, ils ne lui font qu'un reproche : à vide de décoller trop vite. L'appareil quitte, en effet, le sol au moment où l'indicateur de vitesse marque 60, alors qu'en vol horizontal, il marque 140. A vide, l'appareil décolle en 50 à 60 mètres, et atterrit en 70.

« Chargé à 800 kg, l'appareil a une tenue parfaite sous l'air (sic), n'est pas fatigant à piloter et se défend seul dans les remous, grâce au fonctionnement automatique des ailerons du plan inférieur rappelés par les sandows.

« Il décolle entre 120 et 130 mètres et atterrit entre 80 et 90.

« En somme, après 150 atterrissages, dont plusieurs ont été très durs, il n'a pas été utile de vérifier le réglage de l'appareil dont aucune partie ne semble fatiguer en l'air.

« ... L'avion BR AV semble réaliser actuellement, au point de vue avion, toutes les conditions nécessaires pour faire un excellent avion de bombardement, très supérieur à tous ceux existant actuellement, dont les caractéristiques sont connues.

« ... Les élèves pilotes les plus aptes

ESSAIS STAÉ, AVRIL-SEPTEMBRE 1917

	Dates des essais					
	12.4.17	14.4.17	22.4.17	1.5.17	22.7.17	11.9.17
Type	Bre 14 A 2	Bre 14 A 2	Bre 14 A 2	Bre 14 A 2	Bre 14 B 2	Bre 14 A 2
Matricule	?	?	674?	671	1 105	717
Moteur	Ren. 12 Fcx	Ren. 12 Fcx	Ren. 12 Fcx	Fiat A 12	Ren. 12 Fcx	Ren. 12 Fcx
Puissance ch/t.mn	300/1 600	300/1 600	300/1 600	280/1 600	300/1 600	280/1 600*
Surface m ²	52	52	48,5	52	52	48,70
Envergure m	14	14	14	14	14	14,40
Longueur m	8,90	8,90	8,90	8,90	8,90	9
Poids à vide kg	1 010	1 010	978	1 040	1 036	989
Combustible kg	216	330/216	216	200	216	216
Poids utile kg	310	470/584	310	310	514	312
Poids total kg	1 536	1 810	1 504	1 550	1 766	1 517
Charge/m ² kg	29,5	35	31	29,8	34	31,1
Charge/ch kg	5,2	6	5	5,5	5,8	5,4
Heures de marche	2,30	2,30	2,30		2,30	2,30
Montée à 2 000 m	6'50"	11'	7'30"	8'50"	9'05"	7'50"
à 3 000 m	11'35"	19'10"	12'40"	14'30"	17'	13'20"
à 4 000 m	18'30"	30'30"	19'	22'	26'30"	20'50"
à 5 000 m	29'30"		28'30"	33'40"	47'30"	31'50"
Vitesse au sol km/h	180		184	178		180
à 2 000 m	176	173	182	175	176	174
à 3 000 m	173	169	179	171	169	170
à 4 000 m	169	163	173	166	158	163
à 5 000 m			165	157	140	155
Plafond m		5 800	6 800 ?	5 500 ?	5 650	6 400

Tableau composé à partir des résultats d'essais officiels connus. Les autonomies de 2 h 30 sont celles des épreuves d'essais, mais le poids de combustible semble bien prévu pour 3 ou 5 heures de vol. La consommation exacte du Fiat est ignorée en mai. Le poids de combustible du B 2 de Michelin est limité en juillet à 3 heures de vol.

* La baisse apparente de puissance du moteur 12 Fcx est expliquée plus loin, dans la présentation du Breguet 14-49 m².

Photo Breguet 207: mai 1917, le Breguet 14 A2 n° 671, à moteur Fiat A-12, six cylindres en ligne. Malgré quelques modifications, les seuls éléments visibles de ce moteur sont la prise d'air du carburateur, sur le côté gauche du capot, et le capotage de l'arbre à cames en saillie de la tôle supérieure. La « cheminée » est décalée à droite de l'axe de l'appareil. Les autres détails de ce « 52 m² » sont inchangés, il porte sur la gouverne de direction l'inscription spéciale « F6 » pour « Fiat 6 cylindres ».

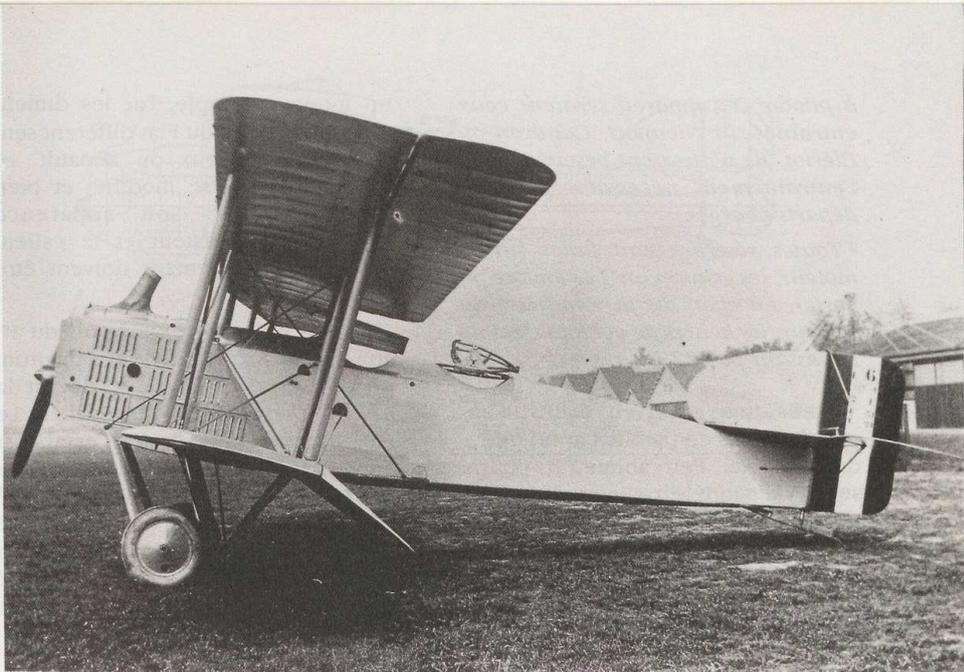


Photo STAé 01018: été 1917, première voilure de 49 m² montée sur un Breguet 14, le « 674 ». Cette vue met en valeur la diminution de la surface de l'aile inférieure, après suppression de ses volets automatiques et réduction de son envergure. La photographie, prise sur le terrain de Villacoublay en direction de Versailles, montre à droite les nouveaux hangars métalliques des établissements Breguet, et à gauche, le 14 B1 « 914 » de Jules Védrines.

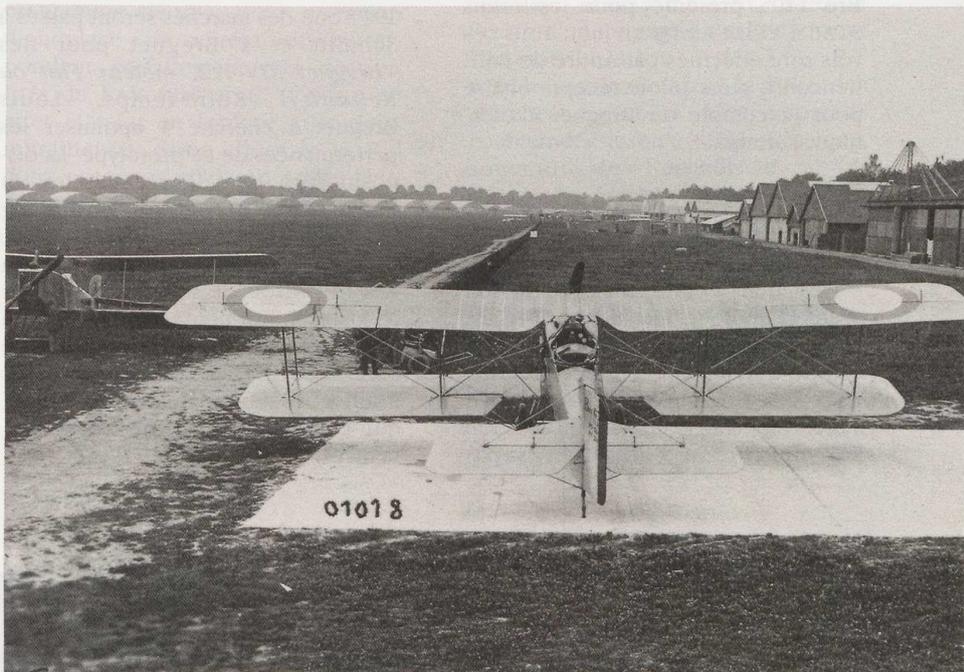
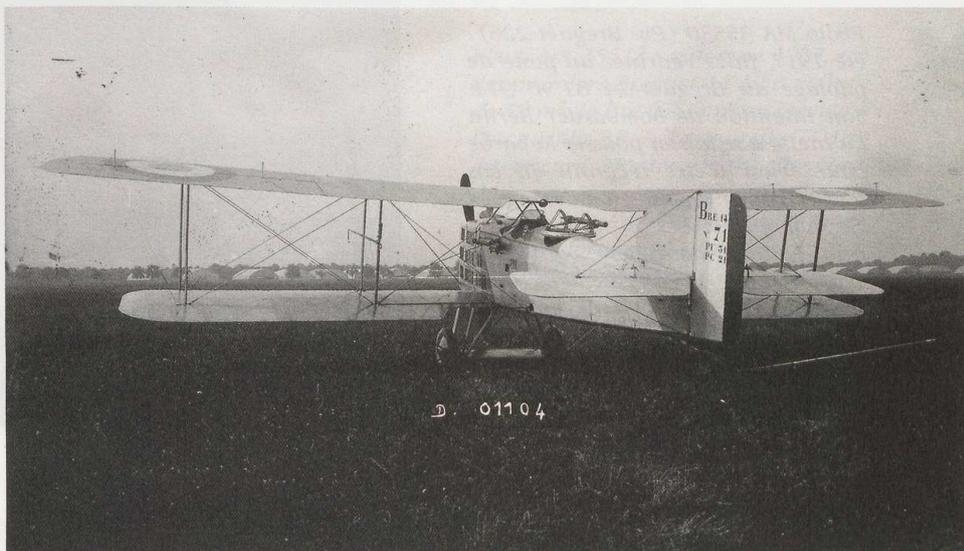


Photo STAé: le Breguet 14 A2 « 49 m² » définitif, le Bre 717. Très semblable extérieurement au « 674 », il diffère par son moteur Renault 12 Fcx, ramené à une utilisation moins poussée (1500 tours maximum pendant quelques minutes). Le « 717 » est complet, prêt pour les essais STAé avec la « perche » montée. Le pilote dispose d'un rétroviseur, la tourelle du passager est une TO3, dérivée de la Scarff anglaise, elle remplacera progressivement la TO1bis.



à piloter cet appareil seraient ceux entraînés sur Nieuport, Caudron ou Blériot. Ils n'auraient besoin que de l'entraînement nécessaire pour les départs chargés.

« Toutes réserves sont faites sur le moteur, les essais n'ont pas encore pu porter, en effet, sur la robustesse du moteur, les heures de vol totalisées ne dépassant pas 22 heures. »

Après une prise en mains, l'appareil est mis en pylône par un pilote de la STAé. Peu abîmé, il pourra servir de modèle pour la chaîne de construction Michelin dont 150 exemplaires ont déjà été commandés en mars, commande suivie de 100 autres en mai. Les matricules affectés à ces séries débiteront avec le n° 1101, le premier exemplaire Bre 1106 étant réceptionné en mai, et le Bre 1105 présenté pour les essais STAé à Villacoublay en juin. Tous ces vols sont effectués par André de Baillicourt, alors pilote-réceptionnaire pour le compte de Breguet à Clermont-Ferrand.

3. Le Breguet 14 A 2 moteur Fiat

Dès que l'Italie nous livre son premier moteur Fiat « A 12 », il est immédiatement présenté à une cellule d'AV en attente, immatriculée « 671 ». Ce Breguet 14 fait l'objet d'un marché spécial, spécifiant que l'avion doit être livré le 4 mai. Ce n'est pas

un montage simple, car les dimensions et le poids du Fiat diffèrent sensiblement de ceux du Renault. Le capotage doit être modifié, et bien qu'il conserve son apparence générale, le radiateur et le « silencieux » d'échappement doivent être adaptés.

Le Bre 671 effectue ses vols du 1^{er} au 4 mai, aux mains de Fugairon, pilote d'essai de Breguet, devant la STAé qui en consigne les résultats. Le moteur, au cours de cet essai, est enregistré comme un « 280 ch », ce qui laisse supposer qu'il a été utilisé à près de 1 600 tours par minute. Le Bre 671, dont le poids à vide est plus élevé de 30 kg que celui du 14 A 2 Renault, affiche en conséquence des performances légèrement inférieures.

C'est à la fin du second semestre de 1917 que des marchés seront passés à Schmitt et à Breguet pour des « Breguet XIV A 2, moteur Fiat ou Renault ». Entre-temps, Louis Breguet a cherché à optimiser les performances de ce prototype. La disposition en ligne des six cylindres du Fiat autorise l'affinement du nez de l'appareil, à condition toutefois de déplacer le radiateur. Le nouveau dessin prévoit de le suspendre sous le fuselage, un peu en avant du train d'atterrissage. Le capotage présente alors des lignes fuyantes depuis l'hélice jusqu'à l'habitacle du pilote, qui devraient améliorer les performances.

Les essais et la mise en service de ces A 2 en 1918 avec le moteur Fiat-A 12 de série seront décevants. Une polémique sera engagée, qui ne se terminera qu'avec l'apparition de deux séries successives du moteur A 12 bis, plus puissant, et le retour à un capotage classique. Durant ces difficultés, on aura envisagé de recourir à l'installation du moteur Lorraine 8 B 275 ch, dont les essais sur type 14 seront effectués en août 1918.

4. Le Breguet 14 A 2 (49 mètres carrés)

Lorsque la STAé signale l'existence, dans son tableau au 1^{er} février, d'un AV en attente d'un moteur de 300 chevaux, c'est avec l'espoir que le moteur 12 Fcx, disponible en avril, les délivrera. L'AV que nous avons soupçonné être un « 300 chevaux de chasse » possède une voilure réduite de 48 m², sans volets automatiques, apte à réaliser les vitesses attendues pour un avion de cette catégorie. Mais cette vocation possible va être condamnée par les exigences accrues du programme de mai. Les photographies de ce nouvel AV montrent son matricule : « BR 665 type 14 ».

En fait, Louis Breguet, précurseur du programme de mai, se trouve de nouveau avec un appareil un peu court en performances, tant que le moteur Renault ne délivrera pas les 300 chevaux attendus d'une façon continue. En catégorie « A 2 », il

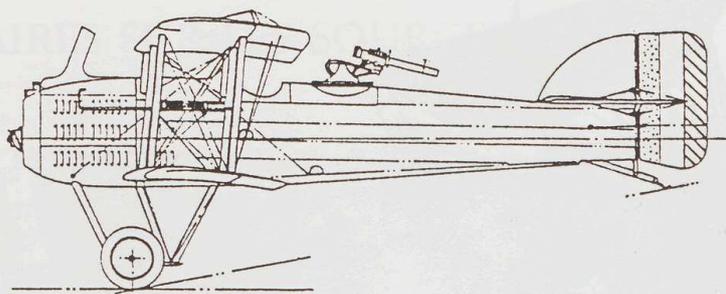
Photo MA 35530 (Ph. Breguet 226) : été 1917, Jules Védrines au poste de pilotage du Breguet 14 B1 n° 914. Son intention de bombarder Berlin l'a incité à se laisser pousser la barbe pour éviter d'être reconnu en cas d'atterrissage fortuit en Allemagne ! Ce monoplace d'essai, non armé, a une voilure de 52 m² qui sera écartée en 1918 sur les deux seuls exemplaires de B1 commandés. L'emplacement du pilote, à l'arrière, est dicté par l'importance des réservoirs d'essence nécessaires pour l'autonomie envisagée.



faudra faire des efforts pour obtenir la vitesse de 180 km/h demandée à 3 000 mètres. En l'attente d'une version plus puissante du moteur 12 Fcx, une vitesse plus grande peut être obtenue en réduisant un peu la traînée aux dépens de la surface de la voilure.

Une nouvelle définition de l'AV de corps d'armée est alors envisagée, probablement basée sur les essais officieux du « 665 ». C'est un AV allégé, avec une voilure de 49 m² sans volets automatiques. Ce nouvel A 2, Bre 674 probable, effectue ses essais le 22 avril. Ils sont assez déterminants pour faire modifier les commandes en cours. La construction des A 2 « 52 m² » va être arrêtée, après trois ou quatre douzaines d'appareils mis en service. Cependant, après avoir constaté les problèmes d'endurance du moteur 12 Fcx à 1 600 tours, il faudra revoir le nouvel A 2 avec ce moteur limité à une puissance maximale de 280 ch. Le Bre 717 sera le nouveau « spécimen » des A 2, il fera ses essais STAÉ en septembre avec des performances légèrement inférieures à celles du « 674 ».

L'incomparable avantage de ces « 49 m² » est un plafond accru qui leur permettra de défier – au moins pour un temps – l'artillerie antiaérienne et la chasse ennemies. Déjà un record officieux d'altitude a été établi le 6 mai 1917 par Lorgnat, avec 6 786 mètres, peut-être avec le « 665 » ou le « 674 ». Le 26 septembre 1917 le



© 1993 WILLIAM A. WYLAM
ALL RIGHTS RESERVED

pilote d'essai Albert atteindra les 8 000 mètres, en essayant un appareil respiratoire à oxygène...

5. Le Breguet 14 B 1

Les spécifications émises dans le programme de mai pour un avion monoplacement « de représailles » correspondent parfaitement aux possibilités de l'AV surchargé. Il porte en effet 800 kg en biplace avec deux mitrailleuses. Si on allège le 14 B 2 d'un occupant et d'une arme, c'est près de 120 kg « économisés », que l'on peut remplacer par du carburant. Le programme réclame 7 heures de vol, il faudra donc emporter un peu plus de 500 kg d'essence et d'huile, ce qui laisse 300 kg pour la charge utile, soit 180 kg de bombes et 120 kg pour le pilote et son armement. C'est plus qu'il n'en faut pour présenter un nouveau modèle.

Un appareil est mis en construction et produit durant l'été 1917. C'est un 52 m² à volets automatiques, le pilotage s'effectue de la place arrière, l'espace compris entre le moteur et ce poste est prévu pour les réservoirs et des casiers à bombes internes. Il apparaît sur le terrain de Villacoublay, sans armement, avec le dessin d'une cigogne sur la dérive et l'immatriculation « Bre 14 B 1 n°914 », attribuée dans la suite des marchés en cours (251 appareils commandés jusqu'à juin). L'insigne, souvenir de l'escadrille n° 3, s'explique par la présence de Jules Védrines, dont on dit qu'il est volontaire pour aller bombarder Berlin.

Cependant, il semble bien que l'appareil n'ait pas été accepté tel quel par la STAÉ, car aucun vol officiel n'est recensé en 1917. Un marché pour deux 14 B 1 sera passé un peu plus tard, et réalisé en 1918 avec voilure de 49 m² et une pro-



Photo MA 35513 : automne 1917, un des premiers Breguet 14 A2 à voilure de 52 m², le Bre 675, mis en service à l'escadrille BR 7. La tourelle TO1bis est encore montée, mais elle porte déjà un jumelage de mitrailleuses Lewis, imposé dès le mois d'août aux avions « fortement armés ». Le « baigneur-porte-bonheur » accroché au mât de la seconde travée, ajoute à la sécurité de cet armement renforcé... L'insigne de l'escadrille est un cor de chasse sur une paire d'ailes déployées.



Photo MA 7180 : hiver 1917-1918, un Breguet 14 A2 à voilure de 49 m², le Bre 779, mis en service à l'escadrille BR 202. Le jumelage de mitrailleuses Lewis est cette fois monté sur une tourelle TO3. Cette escadrille est attachée à une Section d'artillerie lourde de la 2^e armée, son insigne est un diable rouge portant un canon.



Photo Moreau 1729 : Breguet 14 B2 n° 1179 en service à l'escadrille BR 111, en survol de terrain à grande vitesse ; les volets automatiques sont effacés. Cette escadrille de bombardement dite « des cygnes » fut célèbre pour ses raids sur Sopwith, avant d'être transformée en octobre 1917 sur Breguet 14 B2. La « fenêtre » du bombardier est dans sa position définitive, sous le longeron supérieur du fuselage.

vision de carburant pour 8 heures de vol. Ce délai est probablement dû aux hésitations légitimes concernant les bombardements « de représailles ». L'opinion est très partagée à ce sujet, car les terrains d'aviation ennemis sont plus proches de nos cités que ne le sont leurs grandes villes de nos bases...

Le « 914 » sert ainsi, discrètement, à l'entraînement de Védrières. Seul, un vol de B 1 sera révélé après la guerre : le 4 juillet 1918, Védrières a effectué le parcours Paris-Cancale et retour à la boussole, au-dessus des nuages, sans visibilité du sol (près de 400 km). Il est probable que ce vol concerne l'un des nouveaux « 49 m² ». Aucun bombardement ne sera entrepris avec ces appareils. En fait, le programme de novembre 1917 abandonne la notion de « B 1 », prétendant à juste titre que « l'avion de représailles ne peut être monoplace, car il doit pouvoir se défendre vers l'arrière, étant donné qu'il sera

nécessairement inférieur, en tant que vitesse et maniabilité, à l'avion de chasse ». Les quelques Breguet issus de ce nouveau programme seront des « 49 m² » construits par Michelin, ils porteront la désignation discrète « Bre 14 B 2 S ».

LES PREMIERS BREGUET 14 DANS LES ESCADRILLES

Le 13 août 1917 est une journée « royale » pour le Breguet 14. Pas seulement pour son succès qui fait déjà surnommer son concepteur « Louis Breguet XIV », mais parce qu'il a été chargé d'une mission exceptionnelle, celle de conduire par air le Roi et la Reine des Belges à Bergues, où est stationné le groupe de combat Brocard, et où Leurs Majestés vont décorer les « As ». L'escadrille BR 218 a assuré cette mission de prestige avec deux Breguet 14 A 2 flambant neuf, le « 682 » et le « 683 ». La plupart des autres appareils immatriculés

entre le « 665 » et le « 681 » sont affectés à l'escadrille BR 7. Ce sont tous des 14 A 2 « 52 m² ». Les 14 B 2 seront disponibles un peu plus tard, les premiers exemplaires délivrés en août ou septembre 1917 à l'escadrille BR 117, et à la BR 66 en octobre.

C'est la fin de cette période difficile des premières mises au point, les essais ne seront pas pour autant terminés, car il faudra valider avant la fin de l'année les moteurs Renault 12 Fcy et 12 Fe, et aussi étudier une nouvelle voilure à longerons en bois, car l'approvisionnement en duralumin fera défaut pendant un temps. D'autres versions devront être conçues rapidement, pour préparer le Breguet 400 ch (type 15), capable de conserver notre avance technique dans l'éventualité d'une campagne 1919. L'année 1918 verra le Breguet 14 affronter encore bien des difficultés ; il restera cependant, avec le SPAD de chasse, l'un des artisans incontestés de la Victoire.

COMMENTAIRES SUR LES SOURCES

Si bien des ouvrages ont traité du Breguet 14, de ses versions courantes en escadrille pendant et après la Grande Guerre, et de sa participation aux premiers transports aériens, aucun d'eux n'a détaillé les événements qui ont décidé de son étude, les différentes phases de sa conception, et les divers essais qui ont précédé la construction en série. Les publications officielles publiées après le conflit, telle « L'Aéronautique pendant la Guerre Mondiale » (de Brunoff 1919), et un peu plus tard « Vingt-cinq ans d'Aéronautique française » (édité par la Chambre syndicale des Industries aéronautiques en 1934), n'apportent aucun éclaircissement sur cette période, pas plus d'ailleurs que les historiques contenus dans « La Chronique des avions Breguet » (périodique de la société, peu fiable en ce domaine), ou la « Notice sur les travaux scientifiques de M. Louis Breguet » (Paris, 1919). Quant au livre de Pierre Faure « Trente ans au service de l'aviation, Louis Breguet » (Blondel la Rougery, 1938), il cache ses rares informations intéressantes dans un texte enthousiaste mais trop superficiel. Vingt-deux ans après les événements, la Légende était née, et l'Histoire en partie effacée. Sur quels éléments s'est-on basé pour tenter d'évoquer le contexte qui permit cette importante étape de notre patrimoine aéronautique ? Quelques informations ont été trouvées, principalement dans les ouvrages suivants :

- Rapport sur les travaux de la Commission de l'Armée pendant la Guerre 1914-1918 (Aéronautique), Martinet 1919 (rapport dit « d'Aubigny », dont les indications données sur les idées des services techniques et du haut commandement sont précieuses).
- Résumé des principaux travaux exécutés pendant la Guerre au Laboratoire aérodynamique Eiffel 1915-1918, par G. Eiffel, Chiron

1919 (ce livre contient une fiche des résultats d'essais en soufflerie d'une voilure Breguet à ailerons automatiques qui est très probablement celle de l'AV1).

- Note sur les Essais statiques des Avions, conférences faites par le capitaine Toussaint en avril 1918 et janvier 1919 (qui contient une fiche descriptive des essais statiques de l'AV2).
- Dans les Coulisses de l'Aviation (1914-1918), par G. Huisman, Les Cahiers de la Victoire, La Renaissance du Livre 1921 (c'est un hommage un peu partial à quelques-uns des directeurs de l'Aéronautique française, il reste néanmoins un témoignage rédigé pratiquement « à chaud » des états d'esprit qui régnaient lors des grandes crises de notre aéronautique).

Des ouvrages plus récents mais incontournables donnent une bonne idée du contexte, grâce aux souvenirs ou aux études de leurs auteurs, qui ont participé aux événements à un certain niveau de décision. Cependant, avec le temps, quelques aspects en ont été plus ou moins dénaturés, particulièrement en ce qui concerne Breguet et Michelin ; ce sont :

- L'Aviation Française de Bombardement (des origines au 11 novembre 1918), par René Martel, Paul Hartmann 1939.
- La Victoire des Cocardes, l'Aviation Française avant et pendant la première Guerre Mondiale, par Albert Etévé, Robert Laffont 1970.

Pour la partie « moteurs », les livres les plus souvent consultés sont :

- Manuel d'Aviation, fascicule V : les moteurs d'aviation, du ministère de la guerre, Berger-Levrault 1916.
- Les Moteurs d'Aviation, par Marti-

not-Lagarde, diverses éditions chez Berger-Levrault, de 1915 à 1921. Cependant, ils ne donnent aucun détail sur l'origine du moteur Renault de 200 ch. Tout aussi discret sur ce point, l'historique de la « mise au point et essais d'un moteur de 300 HP », conférence faite aux Usines Renault en décembre 1921 ; cette plaquette de la firme décrit très succinctement l'évolution technique de ce moteur.

D'autres éléments ont été recueillis dans les inépuisables sources que constituent les archives du Musée de l'Air et de l'Espace (plus particulièrement le fond Dorand), et celles du Service Historique de l'Armée de l'Air, ainsi que dans les souvenirs et les archives d'Anciens ayant vécu ces périodes. L'interprétation de ces informations et les hypothèses émises en l'absence de document original sont évidemment de la seule responsabilité des auteurs, et restent de ce fait ouvertes en permanence aux critiques, commentaires et... à l'apport d'informations supplémentaires.

Nous remercions particulièrement M. Pierre Berthier, donateur au Musée de l'Air et de l'Espace d'une importante collection familiale de photographies concernant la Société Breguet, M. William A. Wylam qui a bien voulu extraire de son livre en préparation les planches de dessins accompagnant cet article, et M^{lle} Ratier, qui a permis la consultation de ses archives familiales.

Les recherches préliminaires à cette étude furent entreprises grâce à l'enthousiasme de deux aviateurs pour ce projet ; ces lignes sont dédiées à leur souvenir :

- André de Bailliencourt, 1892-1978, pilote d'essais.
- Jean Cuny, 1925-1992, navigateur d'essais.

Jean Devaux et Michel Marani.

Additif au n° 70. Dans la première partie de cet article, publiée dans le n° 70 de Pégase, apparaît un tableau rappelant un fait d'armes du capitaine Mézergues, accompli sur Breguet 14. Nous avons omis d'en indiquer l'auteur, dont nos lecteurs auront sans doute deviné le nom : il s'agit de Paul Lengellé ; le tableau est conservé au Musée de l'Air. Nous présentons nos excuses à notre ami, peintre de l'Air.