

■ A LA UNE PROGRAMME AVION

JETS D'AFFAIRES

LE FALCON 5X A FAIT SON PREMIER VOL

LE FALCON 5X A ENFIN RÉALISÉ SON PREMIER VOL, APRÈS UN RETARD DE QUATRE ANS, DÉCOLLANT DE LA PISTE DU SITE D'ASSEMBLAGE FINAL DE DASSAULT AVIATION À BORDEAUX-MÉRIGNAC, AVEC UNE VERSION PRÉLIMINAIRE DU MOTEUR SILVERCREST DE SAFRAN, POUR UN VOL DE DEUX HEURES SANS HISTOIRE.



Fin ! L'attente aura quelque peu duré, mais ça y est, il a volé pour la première fois. C'est le 5 juillet que le dernier-né de Dassault Aviation a décollé du site d'assemblage final de Dassault Aviation à Bordeaux-Mérignac, avec les pilotes d'essai Philippe Deleume et Philippe Rébourg aux commandes. Le vol de deux heures a été effectué avec une version préliminaire du moteur Silvercrest de Safran, dont les problèmes de développement ont engendré un retard de quatre années sur son calendrier initial. Cette campagne d'essais, qualifiée d'avancée par Dassault Aviation, va permettre de recueillir des paramètres concernant la cellule et les systèmes. Lesquels paramètres ne pouvaient être obtenus lors des essais au sol de ce printemps, qui ont principalement consisté

en une série de tests au point fixe et de roulages à basse et haute vitesses. Suite au premier vol, les essais actuels s'étendront sur quelques semaines. Ils permettront de prendre de l'avance dans le programme de développement. « Les essais de validation et de certification seront réalisés l'année prochaine, quand Safran aura livré des moteurs certifiables et conformes aux spécifications de Dassault Aviation », précise le communiqué de presse. Retour sur l'histoire d'un appareil plein de promesses.

GLISSEMENT.

Lors du lancement du Falcon 5X, en octobre 2013 à la convention américaine de la NBAA, le vol inaugural de l'appareil était prévu au premier trimestre 2015. Au fur et à mesure, la date a glissé au deuxième trimestre sans annonce

particulière de la part de l'avionneur. Celle-ci n'est intervenue qu'en mai 2015, lors du salon Ebace. Eric Trappier, président de Dassault Aviation, avait alors déclaré que le Falcon 5X rencontrait quelques retards – du fait des difficultés de Safran (groupe Safran) pour mettre au point le moteur de l'appareil, le Silvercrest –, mais qu'il volerait à l'été 2015.

Deux semaines plus tard, à l'occasion de la sortie d'usine de l'appareil qui s'est effectuée début juin 2015, il apparaissait que l'avion ne volerait pas avant la toute fin de l'été. À l'automne, l'événement tant attendu n'avait toujours pas eu lieu. Ce fut l'occasion pour Eric Trappier de reprendre la parole fin octobre et de déclarer que Safran avait rencontré de nouveaux problèmes à la fin de l'été, qu'il fallait désormais attendre que le motoriste

fournisse son propre calendrier pour établir celui de l'avion. Ce que Safran n'a pu faire qu'au début de l'année 2016.

De son côté, le motoriste a publié une déclaration faisant état que la campagne des tests au sol et en vol menée avait « mis en évidence la nécessité de procéder à des compléments de développement afin d'optimiser la durée de vie et les performances du moteur en opérations. En particulier, cela implique de mieux contrôler la déformation des carters liée aux très hautes températures ».

Safran a néanmoins tenu à préciser que ces tests avaient confirmé « la bonne tenue du moteur en fonctionnement, avec plus de 3 200 heures d'essai, dont 310 h de vol et 1 600 cycles ». Et que « ni l'intégrité du moteur ni sa capacité à respecter les exi-

A LA UNE PROGRAMME AVION

Falcon 5X
50 m³



Falcon 7X
44 m³



Falcon 900LX
36 m³



Le nouveau venu offre 24 cm de plus en largeur que ses aînés.



le but de vérifier leur comportement. Les problèmes que nous avons rencontrés nous ont amenés à réviser le planning de développement et de certification du moteur. Cela a eu un impact sur le programme Falcon 5X, mais ces problèmes sont aujourd'hui derrière nous », commentait Olivier Andriès, directeur général de Safran Aircraft Engines, en novembre 2016. Le motoriste a travaillé en toute discrétion et en toute transparence avec Dassault depuis 2015, tous les problèmes ont été compris, les solutions ont été développées et sont implémentées maintenant dans les nouveaux moteurs destinés aux essais en vol et à la certification. « Les modifications apportées concernant à la fois le hardware et le software, elles doivent être maintenant validées par le programme d'essai, lequel doit nous mener jusqu'à la certification. Nous avons travaillé sur la rétention de performances tout au long du cycle d'opérations du moteur, l'optimisation du circuit d'air secondaire, les vibrations, les jeux. La certification est prévue au

printemps 2018, c'est-à-dire qu'elle sera pleinement compatible avec les premières livraisons du Falcon 5X début 2020 », précise Olivier Andriès.

BIJOU TECHNOLOGIQUE.

Le turboréacteur de Safran est un petit bijou technologique. Il aura nécessité un temps de mise au point un peu plus long que prévu, mais le Silvercrest est littéralement taillé pour l'aviation d'affaires. Optimisé pour les montées rapides et le vol à haute altitude, à haut point de Mach (plus exactement, Mach 0,8 à Mach 0,9), le Silvercrest se distingue par son taux de dilution, de 5,9 : 1, supérieur à la moyenne pour un moteur de ce type. Le taux de compression est également élevé, puisqu'il est de 38,5 : 1.

La soufflante, d'un diamètre d'1,08 m, est constituée de vingt aubes réalisées en titane plein. Ces dernières ont bénéficié des avancées réalisées dans le domaine de la CFD (mécanique des fluides numérique), d'où leur profil en forme de cimeterre, avec une corde de dimension généreuse.

D'une manière générale, l'accent a été mis sur le travail aé-

gences de certification n'étaient remises en cause ». Le Silvercrest avait déjà connu un problème de refroidissement entre l'huile et le carburant, dû à une modélisation erronée. Si ce souci de refroidissement n'avait eu aucun impact sur les performances générales du moteur, il empêchait temporairement de couvrir toute l'amplitude thermique du domaine de vol théorique. Le motoriste avait aussi rencontré des difficultés pour adapter le Silvercrest sur son banc d'essai volant, un Gulfstream GII.

COMPLÉMENTS.

Cédric Goubet, directeur général des moteurs civils de Safran, avait expliqué que les essais menés en 2015 avaient « mis en évidence la nécessité de procéder à des compléments de développement afin d'optimiser la durée

de vie et les performances du moteur en opérations. En particulier, cela implique de mieux contrôler la déformation des carters liée aux très hautes températures ». Des difficultés qui avaient obligé Safran à produire de nouvelles pièces à long cycle de production et à réaliser de nouveaux essais. Le motoriste affirmait néanmoins : « Ni l'intégrité du moteur ni sa capacité à respecter les exigences de certification ne sont remises en cause. » Idem pour les performances de l'avion. Et Safran de confirmer qu'il visait une certification du Silvercrest au premier semestre 2018.

« Les programmes d'essai sont par nature dérivants, c'est-à-dire que les moteurs sont volontairement amenés jusqu'au bout de leurs performances et dans des conditions extrêmes, dans

Caractéristiques techniques

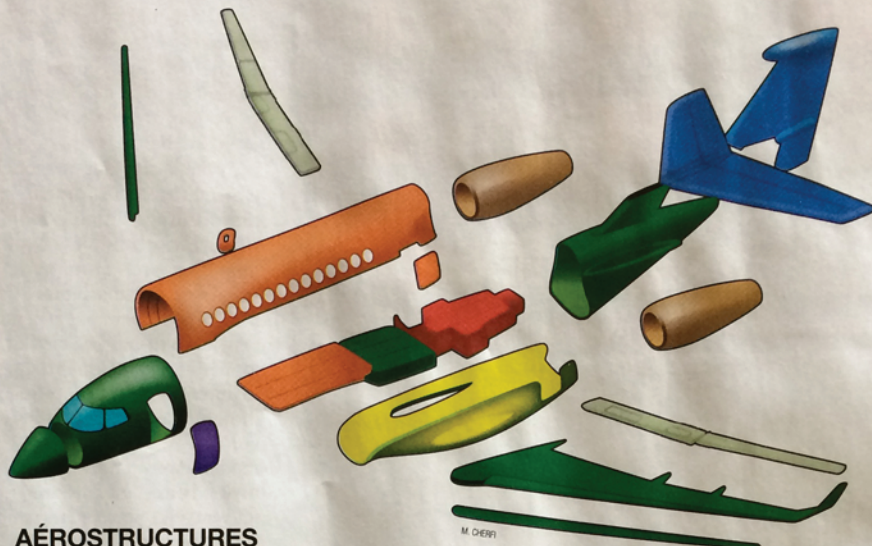
Dimensions	Envergure	25,9 m
	Longueur	25,2 m
	Hauteur	7,5 m
Mission type	8 passagers avec 3 membres d'équipage sur 9 630 km, à la vitesse moyenne de Mach 0,80	
Mmo	Mach 0,85	
Plafond maximal	15 545 m	
Masse maxi au décollage	31,57 t	
Distance de décollage	1 600 m	
Cabine	Longueur	11,79 m
	Largeur	2,58 m
	Hauteur	1,98 m
	Volume	50 m ³
Prix catalogue	NC	
Premier vol	5 juillet 2017	
Entrée en service	2020	

rodynamique réalisé sur le Silvercrest, au moins équivalent à celui qui a été effectué sur le Leap. Le motoriste s'est efforcé de réduire le nombre d'étages, mais également celui des composants pour limiter la masse et, en conséquence, la taille du moteur. Ce dernier dispose donc d'un corps, toutes proportions gardées, assez petit. Le compresseur à haute pression, développé avec l'aide de Safran Helicopter Engines (ex-Turbomeca), a la particularité d'être axiocentrifugé. Ce qui permet de réduire la multiplication des étages, avec quatre axiaux de type blisk et un étage centrifuge (contre huit sur le PW800, pour ne citer que lui), qui utilisent donc la force centrifuge pour assurer la compression du flux d'air. Ces derniers sont courants sur les turbomoteurs destinés aux hélicoptères, car ils permettent d'obtenir des moteurs aux dimensions compactes et donc réduites. La conception et l'usinage du rouet du compresseur centrifuge, qui ont nécessité une certaine expertise, explique pourquoi Safran a fait appel à sa société sœur, Safran Helicopter Engines, pour la conception de cette pièce spécifique du Silvercrest.

TRÈS HAUT DE GAMME.

Le Falcon 5X est bel et bien un jet à cabine large. Les bureaux d'études français ont fait le choix de frapper fort. Si les dimensions du dernier-né de Dassault Aviation sont très similaires à celles du 7X, ce sont surtout les mensurations cabine qui impressionnent. Car Dassault propose ni plus ni moins la plus haute cabine au monde si l'on excepte les appareils commerciaux convertis en navette VIP. Avec 1,98 m, il se permet de détrôner le G650 qui était perçu jusqu'alors comme étant une référence dans son domaine (1,95 m) et se place directement dans le même segment que le G500. Et avec une largeur maximale de 2,58 m, il ne rend qu'un

Les principaux partenaires Falcon



AÉROSTRUCTURES

- **Dassault Aviation** : pointes avant et arrière, caisson de voilure, bords d'attaque.
- **Daher** : zone inférieure avant et ensemble supérieur du tronçon 34.
- **Safran Nacelles** : nacelles moteurs.
- **Corse Composites Aéronautiques** : carénage ventral.
- **Potez Aéronautique** : porte passagers.
- **Fokker Aerostructures** : dérive et empennage horizontal.
- **Sabca** : partie inférieure arrière du tronçon 34.
- **GKN Aerospace** : parties mobiles du bord de fuite de la voilure.

EQUIPEMENTS ET SYSTÈMES

- **Safran Aircraft Engines** : moteurs Silvercrest.
- **Honeywell** : avionique Easy II.
- **Safran Power Units-Pratt & Whitney Aero-Power** : groupe auxiliaire de puissance APS500D.
- **Héroux-Devtek** : trains d'atterrissage.
- **Thales** : système de génération électrique.
- **Zodiac** : distribution électrique primaire et secondaire, éclairage intérieur-extérieur, système d'oxygène, plafonnier de cockpit.
- **UTC** : automanette, sonde Pitot, éolienne de secours, protection anti-incendie.
- **Safran** : actionneurs des volets.
- **Liebherr Aerospace** : conditionnement d'air.
- **Labinal** : harnais électrique.
- **Eaton** : circuit hydraulique.
- **Meggitt** : roues et freins.
- **Nordam** : hublots.
- **MPC** : palonniers.

simple centimètre au G650 du constructeur aéronautique de Savannah. Comparé au reste de la famille Falcon, le constat est le même : les 2000, 900 et 7X, qui possèdent la même section de fuselage, lui rendent 10 cm en hauteur et plus de 24 cm en largeur (voir p. 16). Pour autant, avec une cabine longue de 11,79 m, légèrement plus courte que celle du 7X, le 5X n'est pas là pour rivaliser avec les champions du secteur que

sont le G650 de Gulfstream ou le Global 6000 de Bombardier. Ce qui ne l'empêche pas d'offrir un volume de 50 m³ à ses passagers, supérieur à celui du 7X.

L'aménagement intérieur offre des lignes élancées qui renforcent la sensation d'espace. La luminosité a été mise en avant avec une rangée de quatorze hublots de chaque côté, respectivement 10 % et 30 % plus grands que ceux du 7X et du 900. Il faut y ajouter le Skylight, un hublot

situé sur le dessus du fuselage, au niveau du galley avant, qui offre ainsi une source d'éclairage naturel appréciable. Le confort des passagers a aussi été pris en compte au niveau de la pressurisation, avec une altitude cabine restituée de 3 900 pieds (1 188 m) lorsque l'avion vole à 41 000 pieds (12 490 m environ). Le système de divertissement en vol (IFE) offre enfin des écrans à haute définition et une connexion satellitaire.

POLYVALENCE.

Pour autant, le 5X n'est pas un avion très long-courrier comme le 7X, le G650 ou le Global 6000. Dassault l'a conçu comme un appareil « flexible », optimisé pour répondre à un éventail de missions plus important. Sa mission type, c'est un vol de onze heures trente, au cours duquel il parcourt 9 630 km à une altitude de 45 000 pieds et une vitesse de croisière de Mach 0,80. Et ce même depuis une piste courte. Il se confronte ainsi au Bombardier Global 5000, mais aussi aux Gulfstream G500. Mais le 5X entend pouvoir aussi accomplir des vols courts à haute vitesse, avec un Mach maximal opérationnel (Mmo) élevé, « proche de Mach 0,9 ». Flexibilité toujours, le faible différentiel entre sa masse maximale au décollage (31 570 kg) et sa masse maximale à l'atterrissage (29 980 kg). Il peut ainsi effectuer un premier trajet court, avant de repartir sans se ravitailler pour un vol long-courrier de l'ordre de 8 900 km. En comparaison, le Global 5000, pourtant doté d'une autonomie équivalente, serait limité aux aéroports de 7 000 km. Le Falcon 5X pourra opérer depuis des terrains courts. Il possédera une vitesse d'approche relativement faible, à 105 nœuds, ainsi qu'une capacité d'approche à forte pente (6 degrés). D'où une capacité à se poser en moins de 600 m, selon Eric Trappier. De même, il pourra décoller en 1 600 m à pleine charge. Ce qui lui permettra de relier le London City Airport à Los Angeles d'une traite. Dassault joue aussi la carte des performances au décollage depuis les aéroports « hot and high ». Le 5X prétend ainsi à une autonomie 50 % supérieure à celle d'un Global 5000 au départ de La Paz, en Bolivie.

L'une des particularités du 5X est d'intégrer plus d'équipements français que sur les précédents Falcon, où Dassault Aviation s'entourait essentiellement de partenaires nord-américains. Il y a évidemment les moteurs, qui sont fournis par Safran, partenaire de longue

date de Dassault dans le militaire. Si un spécialiste de l'avionique comme Honeywell reste indétrônable, il faut par contre souligner que Goodrich a perdu le système électrique de l'avion au profit du couple formé par Zodiac et Thales. Au niveau du groupe auxiliaire de puissance, c'est le toulousain Safran Power Units (ex-Microturbo), associé à Pratt & Whitney, qui l'a emporté face à Honeywell. D'une manière plus générale, l'une des volontés du Corac (Conseil pour la recherche aéronautique civile)

teurs à partir des batteries de l'avion (au plomb dans le cas du 5X). Ce qui offre au nouveau Falcon une autonomie totale sur un aéroport. La SBU, en relation avec le Fadec, permet aussi de définir la puissance et le couple les mieux optimisés pour démarrer les moteurs. Et ainsi d'en réduire l'usure. Elle est couplée, entre autres, à deux générateurs-démarrateurs (un dans chaque moteur) qui assurent le démarrage des moteurs, ainsi que la génération du courant électrique redistribué dans l'appareil. Thales a notamment

pour devenir un fournisseur de rang 1 auprès de constructeurs nord-américains.

SPD ET HUBLOTS.

Côté hublots, c'est une PME française, Vision Systems, qui fournira ces pièces polarisées du Falcon 5X. En introduisant une innovation : la SPD, pour Suspended Particle Devices. Des particules microscopiques sont dispersées dans la suspension liquide ou dans la matrice solide polymère. Au repos, les particules bloquent la lumière. En appliquant une tension élec-

Les pilotes d'essai aux commandes, Philippe Deleume et Philippe Rebourg, à l'occasion du premier vol qui s'est tenu le 5 juillet.



est de fédérer les acteurs français de l'aéronautique autour de grands programmes.

UN PROGRAMME RÉSOLUMENT FRANÇAIS

Thales a développé sa solution TopStar pour le système de génération électrique à même d'assurer le démarrage autonome de l'avion, ainsi que de gérer la génération de puissance au sein du système électrique. TopStar est basé sur une unité de démarrage (SBU), capable de lancer l'unité de puissance auxiliaire (APU), puis les mo-

collaboré avec Safran pour mettre au point TopStar. C'est la première fois qu'un tel système est déployé sur un jet d'affaires. Seul le Boeing 787 dispose jusqu'ici d'un dispositif équivalent. Daher, de son côté, s'est vu confier une charge de travail proche de celle obtenue sur le 7X : la partie supérieure du tronçon central, la partie inférieure du tronçon avant, la porte cargo et une porte de secours. Partenaire majeur de Dassault ou Airbus en Europe, le groupe veut désormais s'appuyer sur le secteur de l'aviation d'affaires

trique, les particules s'alignent, plus ou moins en fonction de l'effet souhaité, afin de laisser passer la lumière. Liebherr a obtenu quant à lui l'intégralité du système d'air et les systèmes pneumatiques associés du Falcon 5X. Cela comprend le prélèvement d'air sur les moteurs, le conditionnement et l'humidification. Un nouveau système d'humidification d'air a vu le jour, tandis que les autres éléments ont dû répondre à des critères de taille et de masse drastiques.

■ Antony Angrand