

**HORS  
SÉRIE**  
Collection  
Avion  
Moderne

Le Fana de  
**l'Aviation**

# Le Fana de **l'Aviation**

HORS-SÉRIE n°16 Collection Avion Moderne



## **Aéronautique** Défis et ambitions

### **Décarboner l'aviation**

Électricité, hydrogène  
pour bouleverser  
l'aviation

### **La révolution militaire**

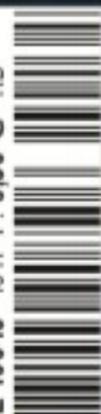
Bombardiers furtifs,  
drones, chasseurs  
du futur

### **Les innovations**

Les grandes recherches  
technologiques  
de demain

Hors-série France métro : 8,50 € - Bel/Lux. : 9,30 € - Suisse : 13,60 FS - Esp./It./Port./  
Grèce : 9,80 € - DOM : 9,50 € - Canada : 14,50 \$ - CAD - C. U. S. : 1 310 dp - P. S. : 1 440 xpf

L 19049 - 16 H - F : 8,50 € - RD



Éditions  
Larivière



Boeing et Airbus s'intéressent de près aux biocarburants, notamment pour les long-courriers. Ici les réservoirs d'un Boeing 787 sont remplis avec du biocarburant. © Boeing



18 mai 2021 : un A350 va décoller pour un vol entre Paris et Montréal avec 16 % de « carburant aérien durable ». © ADP/Airbus/Total

# No fuel, no fight\*

\*« Pas de carburant, pas de combat », proclame en 2021 l'US Air Force pour souligner l'importance capitale du carburant dans le futur. Le slogan fonctionne aussi pour les compagnies aériennes. Retour sur un des enjeux essentiels pour l'aéronautique.

Par Henri Stone

**E**lectricité et hydrogène ne sont pas près de remplacer le kérosène dans l'aviation. L'un des sujets à la mode dans l'aéronautique concerne les biocarburants ou, selon la terminologie en vigueur, de « carburant d'aviation durable » (SAF pour Sustainable Aviation Fuel). Notons qu'il est parfois question d'agrobiocarburant pour souligner que ce carburant est obtenu

à partir de biomasse issue de l'agriculture. L'utilisation des biocarburants se traduit par un bilan CO<sub>2</sub> très avantageux. Cependant, les biocarburants doivent s'adapter aux moteurs aéronautiques et non l'inverse. Ils doivent être prêts à l'emploi dans les moteurs existant. Exemple de contrainte : rester liquide à -47°, ne pas être trop visqueux, pas trop acide, proposer une densité d'énergie à la hauteur du Jet A-1, le standard actuel de l'aviation commerciale. Précision importante : la réglementation impose pour l'instant un maximum de 50 % de biocarburant lors d'un vol commercial.

Les essais avec du biocarburant ont commencé il y a déjà assez long-

temps. Un vol d'essai a eu lieu le 30 décembre 2008 sur un Boeing 747-400 d'Air New Zealand, dont un des réacteurs Rolls-Royce RB211 a été alimenté avec 50 % de Jet-A1 et 50 % de carburant à base d'huile de jatropha. Un autre vol, le 7 janvier 2009, a été réalisé sur un Boeing 737-800 de Continental Airlines. Ses réacteurs CFM56-7B tournaient avec un biocarburant composé d'huile de jatropha et d'algues. À chaque fois, les mélanges n'ont pas altéré le fonctionnement des moteurs, sinon une légère baisse de consommation constatée, de 1 à 2 %. La barre des 100 % de biocarburant avec un avion a déjà été atteinte.

## Un vol avec 100 % de biocarburant

Le 29 octobre 2012, un biréacteur Dassault Falcon 20 s'envolait de l'aéroport d'Ottawa. Dans ses réservoirs, l'unique carburant s'appelait ReadJet, à 100 % d'origine végétale, produit à partir d'une plante oléagineuse, *carinata brassica*, la moutarde d'Abyssinie. C'est la première fois qu'un avion vole avec seulement du « bio kérosène ». Les recherches sont soutenues par les pouvoirs publics. Le Falcon 20 d'Ottawa volait pour le CNRC, Conseil national de recherches du Canada, équivalent de notre CNRS. Le ReadJet a été produit à partir d'un oléagineux commercialisé par

Agrisoma Bioscience et produit par un procédé de catalyse mis au point par ARA (Applied Research Associates), avec Chevron Lummus Global.

Jusqu'à-là, de nombreux vols ont été réalisés avec du Jet A1 traditionnel et du biocarburant. Pour ne citer que quelques vols avec des mélanges de ce genre, Boeing a fait traverser l'océan Pacifique à un 787 Dreamliner en avril 2012. Air France a assuré, en octobre 2011, un vol commercial Toulouse-Paris avec un A321. Dix ans plus tard, le 18 mai 2021, Air France-KLM, Total, le Groupe ADP et Airbus ont joint leurs efforts pour réaliser le premier vol long-courrier avec du SAF produit en France. Le vol Air France 342 avec un Airbus A350 a décollé de l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle à destination de Montréal en emportant pour la première fois dans ses réservoirs du carburant aérien durable produit par Total dans ses usines françaises. Son utilisation à hauteur de 16 % sur ce vol a permis d'éviter l'émission de 20 tonnes de CO<sub>2</sub> souligne Air France-KLM.

Gouvernements et industriels investissent dans la filière « carburant d'aviation durable ». La perspective de devoir à long terme remplacer les carburants fossiles et, à plus court terme, de faire face à des fluctuations imprévisibles des tarifs du pétrole les incite à tester des alternatives. Exit les biocarburants dits de première

# La nouvelle course au supersonique commercial



Le futur Air Force One du président des États-Unis sera-t-il un supersonique ? Ici le projet de Exosonic aux couleurs Air Force One. © Exosonic

Depuis l'arrêt du Concorde, l'avion supersonique franco-britannique, construit à seulement seize exemplaires, qui vola pour la première fois le 21 mars 1969 et fut exploité en vols commerciaux du 21 janvier 1976 au 31 mai 2003, on parle régulièrement du retour d'un avion de ligne supersonique. Les choses commencent à se concrétiser.

Par Xavier Méal

« **S**e rendre n'importe où dans le monde en quatre heures pour 100 dollars, voilà ce que nous voulons permettre de faire » affirmait récemment à la chaîne américaine CNN Blake Scholl, cofondateur et Président-Directeur général de Boom Supersonic. « Nous considérons que nous reprenons les choses là où Concorde les a laissées, et que nous réglons les paramètres les plus importants que sont la durabilité économique et environnementale », précise cet ancien employé d'Amazon, pour qui l'accessibilité est la clé. Son objectif est que les compagnies aériennes soient en mesure de fixer des tarifs à un niveau de prix similaire à celui de la classe affaires – contrairement au Concorde qui, dans les années 1990, facturait environ 12000 dollars pour

un aller-retour, soit 20000 euros actuels. « Il nous faudra du temps pour y arriver » précise-t-il néanmoins : le rêve d'un vol de quatre heures pour 100 dollars est l'objectif à long terme de Boom, et pour y parvenir, il faudra deux ou trois générations d'avions.

Depuis presque une décennie, une poignée de start-up travaillent à des projets d'avions supersoniques et hypersoniques. Mais Boom Supersonic fait la course en tête : elle a été la première à dévoiler son démonstrateur technologique, le XB1. Le calendrier actuel de Boom Supersonic vise à faire voler le XB1 à l'échelle 1/3 « vers la fin de l'année 2021 », à inaugurer une nouvelle usine aux États-Unis en 2022 (lieu à déterminer), puis à commencer à construire en 2023 le premier Overture. Cet avion de ligne commercial supersonique, monocouloir d'une capacité de 65 à 88 per-

sonnes, sera capable d'une vitesse de croisière de Mach 2.2 – plus de deux fois plus rapide que les jets commerciaux subsoniques d'aujourd'hui. Il doit voler d'ici 2026 et son utilisation sera concentrée sur plus de 500 routes principalement transocéaniques; un New York-Londres ne prendra que trois heures et 15 minutes, tandis qu'un Los Angeles-Sydney sera réduit à huit heures et demie.

Le pari de Boom est de concevoir un nouvel avion 100 % neutre en carbone à partir d'une page blanche. Pour beaucoup, il est difficile de se débarrasser de l'idée que les voyages supersoniques sont intrinsèquement coûteux et inutiles. Mais, dit Scholl : « Il est utile de se rappeler que pour nous, la référence actuelle est littéralement de la technologie des années 1960. Tant de choses ont changé. » Boom Supersonique parie sur la fibre de

carbone, l'optimisation des avions par la simulation informatique et les réacteurs de nouvelle génération, plus économes en carburant. L'avion est conçu dans un souci d'efficacité. Il est fabriqué à partir d'une combinaison de matériaux, notamment des composites de carbone, du titane et de l'aluminium. Ceux-ci ont été conçus pour une efficacité maximale et également pour résister à la chaleur extrême de vols supersoniques (Concorde y est parvenu avec une peinture hautement réfléchissante). Il est à noter que Boom Supersonic emploie la plateforme 3DEXPERIENCE de Dassault Systèmes pour accompagner le développement de son produit, de la conception à la fabrication jusqu'à sa certification. « Grâce à cette solution, Boom Supersonic peut diviser par deux les délais de développement de son premier prototype et améliorer la



10 mars 2021 : décollage du Falcon 6X pour son premier vol. © Dassault Aviation - V. Almansa

## La nouvelle référence dans les avions d'affaires

2021 est une grande année pour Dassault avec le premier vol du Falcon 6X. Présentation d'un concentré de hautes technologies qui ambitionne la première place du podium dans le secteur très concurrentiel des avions d'affaires.

Par Alexis Rocher

**D**ans le monde de l'aéronautique, l'aviation d'affaires est un domaine très particulier avec ses codes, ses exigences, des avions vendus en assez petites quantités mais qui sont autant de joyaux. Dassault s'est fait une place sur le marché depuis le Mystère/Falcon 20 dans les années 1960. Les générations de Falcon se sont ensuite succédé, au fil du temps les

perfectionnements aérodynamiques et les aménagements des cabines ont fait la réputation du constructeur. Avec le Falcon 7X (premier vol le 5 mai 2005) s'ouvre une nouvelle étape avec l'introduction des commandes électriques. Au début des années 2000, les ingénieurs se penchent sur le futur Falcon. Avant de dessiner les ailes, les commandes de vol, ils établissent la cabine passagers la plus spacieuse possible.

L'intendance suivra ! En effet, la cabine est depuis toujours dans l'aviation d'affaires un argument commercial capital. Dassault voit ici large, spacieux, lumineux.

### Le Silvercrest torpille le 5X

Le monde de l'aviation d'affaires se retrouve tous les ans lors de la grande

messe de la convention organisée par la National Business Aviation Association (NBAA) aux États-Unis. Les ventes se font majoritairement sur le continent nord-américain, où se trouvent près de 70 % de la flotte mondiale des avions d'affaires. Tout le gratin des constructeurs et des clients se croise et se jauge à la NBAA. Les constructeurs y annoncent souvent leurs nouveaux avions.

Les avions créés par AURA AERO. Au fond ERA, au centre INTEGRAL R à gauche et INTEGRAL S à droite, devant INTEGRAL E. © AURA AERO



## La jeune pousse toulousaine prometteuse

À Toulouse, dans le royaume des géants de l'aéronautique, une jeune pousse ambitieuse décolle des projets plein les ailes. Voici AURA AERO, ou quand la passion est un formidable moteur dans l'innovation.

Par Eloïse Chero

Comme toujours, c'est une histoire de rencontre entre des entrepreneurs, des passionnés. Ici tout commence quand Jérémy Caussade, Wilfried Dufaud et Fabien Raison lancent AURA AERO en août 2018. Quand on vous aura dit que les trois fondateurs se sont rencontrés à Réplic'Air, l'association toulousaine bien connue pour sa réplique de Morane G et son projet de faire voler le Dewoitine 551, vous aurez compris que l'aviation est dans leur ADN. Au fait pourquoi AURA AERO ? Du latin aura, air en mouvement, brise. Dans la mythologie grecque, ce terme désigne Titanide, déesse des brises.

L'équipe veut y voir une atmosphère immatérielle positive, propice à l'innovation. Aero fait bien sûr clairement référence à l'aéronautique. Aux trois fondateurs se sont joints d'autres passionnés. En 2021 AURA AERO, c'est une cinquantaine de personnes en tout.

### HM7, un hangar historique

L'équipe est présentée, penchons-nous sur les lieux où tout se fait. Clin d'œil hautement symbolique à l'histoire, AURA AERO s'est installé dans le hangar HM7 sur le site



De gauche à droite : Fabien Raison, Jérémy Caussade et Wilfried Dufaud les fondateurs d'AURA AERO. © AURA AERO



Le nouveau vaisseau amiral de la famille des Falcon, le 10X. L'avion est résolument intercontinental. À noter l'empennage horizontal en T, une nouveauté sur les Falcon.  
© Dassault Aviation

# Falcon 10X, Un nouveau Falcon taille XXL

Dassault passe résolument à l'offensive en 2021. À peine commencent les essais en vol du Falcon 6X qu'arrive dans la famille un géant, le Falcon 10X. Présentation du colosse.

Par Alexis Rocher

**D**assault a dévoilé début mai 2021 son nouveau cheval de bataille : le Falcon 10X. Les observateurs attendaient, non sans une certaine impatience, de savoir où allait se placer Dassault sur le marché très concurrentiel des avions d'affaires. Pour faire simple c'est le plus grand Falcon jamais conçu. La distance franchissable est de 13 890 km pour une vitesse de Mach 0,85 en croisière. De quoi relier New-York à Shanghai ou Los Angeles à Sydney sans escale. Le 10X vise le marché des avions d'affaires extra-larges où s'affrontent déjà le Global 8000 de Bombardier et le

G650 signé Gulfstream. Comme avec le 6X, les ingénieurs ne lésinent pas sur la taille pour dépasser ses concurrents directs. Il ne faut pas oublier que la décision d'acquiescer un avion d'affaires tient à peu de chose. Sa cabine mesurera 6 pieds 8 pouces (2,03 m) de hauteur, 9 pieds, 1 pouce de largeur (2,77 m) et enfin 53 pieds et 10 pouces (16,4 m) de longueur. De quoi multiplier les aménagements possibles. L'aile sera en fibre de carbone avec, comme pour tous les autres Falcon, la volonté affichée d'optimiser l'aérodynamique.

Le 10X franchit une nouvelle étape avec des protections automatiques dérivées directement des dernières

## Caractéristiques du Falcon 10X

Envergure : 33,60 m
Longueur : 33,40 m
Hauteur : 8,40 m
Masse à vide : 23 451 kg
Masse max au décollage : 52 345 kg
Distance franchissable : 13 890 km à Mach 0,85
Vitesse maxi : Mach 0,925
Plafond : 51 000 pieds (15 545 m)
Distance d'atterrissage : 762 m

technologies développées sur le Rafale. Un « mode de récupération » peut être activé d'une simple pression sur un bouton par les pilotes subissant une désorientation spatiale ou un boulevirement induit par une turbulence de sillage provoquée par un avion plus grand. Pour la motorisation, Dassault s'associe avec Rolls Royce, qui propose le turboréacteur Pearl 10X de 8 tonnes de poussée. Le 10X doit voler en 2023 et être livré en 2025. Dans le monde des avions d'affaires géants, Bombardier livrait auparavant une bataille épique avec Gulfstream. L'arrivée de Dassault annonce une lutte au sommet entre titans. ■



13 890 km de distance franchissable... © Dassault Aviation

... et la plus grande cabine du marché pour le Falcon 10X. © Dassault Aviation



# SCAF: l'histoire bégaie...

Le SCAF (Système de combat aérien du futur), dont le NGF (New Génération Fighter) est la pierre angulaire, est « un malade dans un état difficile » analysait Éric Trappier, PDg de Dassault Aviation, en début d'année. Le doute commence à s'installer sur la pertinence et la viabilité du projet réunissant la France, l'Allemagne et l'Espagne. Ou, du point de vue industriel pour ce qui concerne le NGF, Dassault Aviation et Airbus. S'il est vrai qu'une coopération internationale est toujours un exercice difficile, que dire alors d'une coopération entre concurrents...

Par Frédéric Lert



Dassault Aviation frappe fort pendant le Salon du Bourget 2019 avec une très belle maquette faite pour marquer les esprits, à défaut d'offrir une représentation fidèle de ce que pourrait être le NGF. © Dassault Aviation

Les beaux dessins d'une hypothétique 6<sup>e</sup> génération d'avions de combat montrent volontiers des appareils sans empennage, gage d'une furtivité de haut niveau. Pas facile toutefois dans ces conditions de garantir une manœuvrabilité digne d'un chasseur ! © DR



# Avions de combat futurs : toujours plus !

De la cinquième à la sixième génération d'avions de combat : la course continue et ne manque pas de nouveaux compétiteurs...

Par Frédéric Lert

**P**ionniers dans le développement des avions de combat furtifs, les Américains font, a priori, toujours la course en tête et ne font pas mystère de leur volonté de développer une « sixième » génération d'avions de combat.

Le 15 septembre dernier, Will Roper, haut responsable civil de l'US Air Force, jetait d'ailleurs un pavé dans la mare en annonçant officiellement qu'un NGAD (Next Génération Air Dominance) porteur de ruptures technologiques avait volé, et même « très bien volé ». On veut bien le croire, même si aucun document fiable ne peut pour l'instant confirmer cette

affirmation. Plusieurs questions restent en suspens, à commencer par : « Qui l'a construit ? ». Boeing ? Peu probable, leur bureau d'études étant désormais essentiellement tourné vers le civil et les évolutions d'appareils existant (F-15 Eagle II, Super Hornet). Leur proposition dans le cadre du programme JSF avec le X-32 ne leur avait pas valu les félicitations du jury. Il est vrai en revanche que Boeing a impressionné le Pentagone et l'Air Force par la rapidité avec laquelle il a réussi le développement du T-7 Red Hawk d'entraînement. Si Boeing est hors course, restent en lice Northrop Grumman et Lockheed Martin. Le premier est bien occupé par le B-21,



Avion furtif d'accord, mais attention aux trainées de condensation ! © DR



Avion de combat équipé d'une arme à « énergie dirigée », autrement dit un laser de forte puissance permettant id de détruire des ogives en plein vol balistique. De la science-fiction... © DR

le second par le F-35. À moins que le NGAD ne soit le travail de l'incroyable Monsieur Musk, ou bien d'une tout autre société ? Les paris restent donc ouverts sur le nom de l'avionneur masqué...

## L'intrigant NGAD américain

D'autres questions essentielles portent également sur la nature précise des ruptures technologiques revendiquées par les Américains. Rien n'a été dit pour l'instant et tout est affaire de suppositions. Un avion de combat peut être découpé en trois chantiers distincts : l'enveloppe aéro-

dynamique, la motorisation et les systèmes embarqués. Les plus grandes ruptures sont aujourd'hui à attendre dans la motorisation et les systèmes. Investir dans la motorisation permet de faire coup double en gagnant en poussée et en consommation pour, in fine, aboutir sur un avion plus manœuvrant et avec une meilleure autonomie. N'oublions pas que toutes les grandes révolutions aéronautiques ont été portées par des innovations majeures des systèmes propulsifs : moteurs à explosion pour débiter, puis moteurs turbocompressés, fusées, réacteurs, réacteurs double flux pour ne citer que les principales. Alors pourquoi ne pas imaginer une nou-

velle rupture sur le NGAD qui lui donnerait notamment l'autonomie qui reste le talon d'Achille des avions actuels ? En matière de systèmes embarqués, la marge de progrès est large également, que l'on évoque la connectivité ou l'emploi de l'intelligence artificielle. Elle est bien vivante l'idée séduisante d'un avion qui serait facile à faire évoluer d'un point de vue logiciel, qui accepterait facilement n'importe quel emport à la manière d'un PC acceptant des périphériques via ses prises USB... Qu'on se souvienne : il avait fallu moins d'un an pour faire grosso modo le tour des capacités cinématiques et du domaine de vol du Rafale C, mais il fallut près de dix ans



Airbus propose l'aile volante comme avion de transport en 2035. © Airbus

# Faire face

La devise de Guynemer pourrait être celle du monde de l'aéronautique en 2021. Inutile de revenir en détail sur la crise de la Covid-19. Ce fut un cyclone qui balaya tout le secteur, depuis les aéroports, le transport aérien et toute l'industrie. Rien ou si peu ne vola. Les autoroutes du ciel se transformèrent en désert. L'ambiance fut encore un peu plus plombée par l'annulation de tous les salons aéronautiques. Pas de Salon du Bourget 2021 ! Enfin, bloquée au sol, l'aéronautique se vit attribuer la lourde couronne de pollueur patenté et fut vilipendée dans les médias. Sa disparition fut même souhaitée par des esprits en mal de publicité avec des proclamations péremptoires

aussi bruyantes sur la forme que ridicule sur le fond. Annus horribilis ! Année terrible ! Il ne faut pourtant pas s'arrêter à ce paysage apocalyptique. L'aéronautique est bien vivante, et si les temps sont indéniablement difficiles, les initiatives pour rebondir et bâtir l'avenir sont nombreuses. L'objet de ce hors-série est de vous exposer le dynamisme du secteur. Pour des raisons de place, il était impossible de vous présenter toutes les initiatives, notamment à l'échelle des start-up et des PME. Une forêt de projets ambitieux. Les constructeurs font tourner leurs bureaux d'études et leurs ateliers. Voyez ainsi Dassault qui part à la conquête du marché des avions d'affaires avec le Falcon 6X, au

stade des essais en vol, et lance simultanément un géant, le Falcon 10X.

Vous allez découvrir que la matière grise, celle sans qui rien ne se fait, est plus que jamais en action dans le secteur. Les chercheurs de l'Onera phosphorent sur les avions du futur. Aucune piste n'est écartée, les ordinateurs chauffent et les maquettes se succèdent en soufflerie afin d'apporter de nouvelles solutions. Airbus parle de 2035 et souligne ainsi que l'aéronautique se développe avec des cycles décennaux. L'exercice ne vise pas ici à remplacer Madame Soleil ou jouer à Nostradamus, mais plutôt à explorer des pistes qui peuvent déboucher sur de profondes mutations. L'hydrogène devient ainsi un sujet de réflexion,

d'expérimentation. Qu'en sortira-t-il finalement ? Rendez-vous dans quinze ans !

Les énergies mobilisent en ce moment avionneurs et motoristes. L'électricité paraît prendre une place de plus en plus importante dans les avions de tourisme et de loisir, les ingénieurs cherchent à produire des batteries de plus en plus puissantes tout en évitant de mobiliser des ressources importantes comme les terres rares pour les produire. Quand au kérosène d'origine fossile, ses jours semblent comptés, mais à quelle échéance ? Le défi est énorme : il faut trouver une énergie pas chère !

Ce grand monde de l'aéronautique que nous vous proposons d'aborder



Dassault fait l'actualité en 2021 avec les essais en vol du Falcon 6X. © Dassault Aviation/A. Pecchi



Le carburant est un enjeu majeur pour les constructeurs aéronautiques. Boeing s'interroge pour propulser son 787-10X. Carburant durable, hydrogène ? © Boeing

ici passe par une présentation du secteur militaire. Il n'est pas touché par les problèmes du secteur civil mais des révolutions se préparent indubitablement. Il se murmure que l'US Air Force fait déjà voler un nouveau chasseur furtif, alors qu'elle se prépare à relancer la course au bombardier stratégique avec le B-21. Les Européens travaillent non sans mal de leur côté sur leur futur avion de combat. Toute la complexité consiste à travailler ensemble dans un secteur éminemment stratégique pour l'avenir d'une industrie confrontée à une vive concurrence à l'échelle mondiale. Et si la révolution militaire venait des drones ? Nous vous proposons une étude de la guerre du Haut-Karabagh qui met à mal bien

des croyances quant à la guerre aérienne. Et si les robots remplaçaient pilotes de combat et avions de combat ? Plus simples, bien moins chers, les drones ont plus que jamais le vent en poupe.

Au final le grand monde de l'aéronautique aura connu une période difficile en 2020 et 2021. Quand s'écrivent ces lignes le transport aérien repart aux États-Unis et en Chine, les perspectives semblent bien meilleures. Les optimistes affirment que le plus dur est derrière nous. Toute l'aéronautique se prépare à redécoller, forte de vastes projets dans l'esprit de la devise olympique : Citius, Altius, Fortius – plus vite, plus haut, plus fort !

Alexis Rocher



La Turquie exposait un drone MAM-L porteur de munitions guidées MAM-L lors du dernier Salon du Bourget. Le pays s'affirme comme un acteur majeur dans le domaine des drones armés. © Frédéric Lert

# La guerre aérienne 2.0

Entre les mois de septembre et novembre 2020, l'affrontement entre l'Azerbaïdjan et l'Arménie dans la région du Haut Karabakh a ouvert un nouveau chapitre de la guerre aérienne. Avec, pour la première fois, des drones armés en première ligne et des avions de combat... qui sont restés au sol !

Par Frédéric Lert

**À** la guerre, la surprise est toujours la règle. C'est un principe essentiel qui s'est une fois de plus confirmé au Haut Karabakh. Mais ce qui s'est passé entre mer Noire et mer Caspienne a-t-il vraiment constitué une surprise ? Si l'on considère l'emploi d'équipements bon marché et « consommables » pour faire plier un adversaire puissant, alors la réponse est clairement non. Quelques exemples : cela fait à présent vingt ans qu'Afghans et Irakiens pourrissent la vie des Américains avec des mines plantées le long des routes. Pour lutter contre des engins artisanaux au prix de revient proche de zéro, les États-Unis ont développé une nouvelle génération de véhicules tactiques qui

leur a coûté près de 50 milliards de dollars. Plus près de nous, en janvier 2018, le détachement de la force aérienne russe installé sur la base de Khmeimim, en Syrie, a fait face à une première attaque d'un essaim de drones. Plusieurs autres ont suivi, avec à chaque fois la tentative de saturer les défenses et d'endommager des avions de combat avec des engins suicides au coût dérisoire. En Syrie toujours, l'armée turque a lancé en mars 2020 une vaste opération contre les forces régulières de Damas. En trois nuits, combinant l'utilisation de drones armés, de l'artillerie et des capacités de guerre électronique, les forces d'Ankara sont parvenues à détruire une centaine de blindés syriens, des dépôts de munitions et des postes

de commandement. Avec le recul, on comprit alors que ces combats très localisés dans le temps et dans l'espace n'étaient que la répétition générale de ce qui devait arriver six mois plus tard au Nagorno Karabakh.

## Un coup mûrement réfléchi et préparé...

Nous voilà donc fin 2020 dans cette province grande comme l'Île-de-France, minuscule territoire que se disputent deux anciennes républiques soviétiques, l'Arménie et l'Azerbaïdjan. Les combats commencent le 27 septembre et se terminent six semaines plus tard avec la victoire de l'Azerbaïdjan et la perte de part et d'autre de plusieurs milliers de combattants. Après

un cessez-le-feu imposé par Moscou le 9 novembre 2020, les territoires du Haut Karabakh, conquis en 1994 par l'Arménie, sont tous repassés sous domination de Bakou. L'armée arménienne était pourtant considérée comme la plus puissante. Mais face à elle, l'Azerbaïdjan, avec le soutien direct de la Turquie, sut innover, avec en particulier un usage intensif des drones armés en lieu et place des traditionnels bombardements aériens.

Pour une fraction de ce qu'aurait coûté l'achat d'avions de combat, l'Azerbaïdjan s'est équipé dans les mois précédant la guerre d'une importante flotte de drones de reconnaissance et de combat d'origines israélienne et turque. Le défilé de la victoire organisé le 10 décembre 2020 à Bakou, quelques semaines après la fin des combats, a constitué une véritable vitrine de l'industrie israélienne, avec la présentation sur des camions des drones Hermes 450, Hermes 900, Heron, Searcher ainsi que des drones « suicides » SkyStriker et Harop. Les appareils « made in Turkey » étaient également très présents, avec notamment les drones Bayraktar TB2.

Malgré la perte de plusieurs appareils, les drones de reconnaissance ont permis de lire dans leur système défensif arménien à livre ouvert, avant de désigner les objectifs, équipements, infrastructures, pour les batteries de missiles sol-sol et d'artillerie. Les drones offensifs, équipés notamment de munitions légères (22 kg) à guidage laser MAM-L turques, ont été utilisés intensivement pour détruire un par un les systèmes de défense sol-air mobiles et les blindés arméniens. Sous la menace, les Arméniens ont dû renoncer à se déplacer en convois, ce qui a très vite paralysé leur capacité de manœuvre. Un travail de sape mené dans une relative impunité et qui a fini par payer.

Mais pourquoi cette impunité des drones ? Parce que la défense sol-air arménienne, faite de puissants radars et missiles hérités de l'ex-Union soviétique, mais aussi avec les systèmes russes S300 plus récents, était taillée pour repousser une attaque aérienne classique. Pas pour chasser des moustiques dans le ciel. Les Azerbaïdjanais sont parvenus également dans les premiers jours du conflit à détruire les équipements de brouillage électronique de leur adversaire.

Loin de la sophistication des drones que l'on nous vend, les forces de Bakou ont également utilisé d'antiques Antonov An-2 d'épandage agricole, spécialement modifiés pour être télépilotes. Ils s'en sont essentiellement servis comme appâts pour



Là où tout a commencé pour TARMAC Aerosave Tarbes. Les avions stockés devant le hangar de maintenance sont préservés pour repartir en service. © TARMAC Aerosave

L'aéronautique fait face aux défis du stockage provisoire des avions, à divers stades de leur exploitation et de leur valorisation en fin de vie opérationnelle. Présentation du géant européen du secteur, TARMAC Aerosave.

Par Henri Stone

Les compagnies aériennes ont régulièrement besoin de stocker au sol leurs flottes, pour des raisons de saisonnalité, de changement de propriétaire des avions ou lors d'un ralentissement général du trafic. Longtemps, les États-Unis ont impressionné par la taille de ce qui sont souvent appelés des « cimetières », bien à tort puisqu'un avion stocké est maintenu en conditions de vol et sera tôt ou tard rendu à son propriétaire. Les Européens ont créé leur propre filière. La création de la société TARMAC Aerosave est annoncée lors du Salon du Bourget 2007 par ses fondateurs Airbus, SUEZ, Safran et Equip'Aéro. TARMAC est l'acronyme de « Tarbes Advanced Recycling & Maintenance Aircraft Company ». « Aero-save » fait référence aux soins portés aux avions.

## Offrir une nouvelle vie aux avions



Les deux hangars de maintenance du site de Tarbes ont une capacité gros-porteurs. © TARMAC Aerosave



Un A380 est en « Check B », la visite de maintenance intermédiaire. © TARMAC Aerosave



# Airbus passe au vert

Les trois projets Airbus de son ambitieux programme ZEROe pour zéro émission, zéro carbone. Ces avions sont conçus autour de moteurs utilisant l'électricité et l'hydrogène. © Airbus

Airbus ne réfléchit plus seulement à la forme de ses futurs appareils comme un avionneur classique, mais se penche désormais aussi sur les énergies pour les propulser avec la volonté revendiquée d'innover. Carburant durable, hydrogène et supraconducteurs sont au cœur des projets pour l'horizon 2035. Présentation d'une révolution.

Par Henry Stone

Quand les historiens se pencheront sur l'aviation au début du XXI<sup>e</sup> siècle, ils feront sans doute le constat d'une volonté de révolution chez Airbus. En cinquante ans, le constructeur européen a conquis un rôle prépondérant dans l'aéronautique mondiale. L'innovation marquait chaque génération d'avions. Martelons-le encore : baisser la consommation en carburant fut un souci constant depuis 1969. Tout simplement parce que les compagnies aériennes augmentaient ainsi leurs bénéfices. Safran annonce par exemple que son turboréacteur Leap, conçu

avec General Electric sur l'A320neo, consomme 15 % de moins que le CFM56 des premiers A320 (lire encadré A321XLR). Moins de CO<sub>2</sub> n'est pas un slogan nouveau à Toulouse comme à Hambourg. Les circonstances ont fait que c'est désormais un axe primordial pour Airbus.

## Le programme ZEROe

La crise majeure du transport aérien entraînée par la pandémie de la Covid-19 touche de plein fouet Airbus.

Le constructeur européen n'est pourtant pas resté les bras ballants face aux difficultés. Les études avaient commencé auparavant dans le carburant d'avion durable (lire encadré). Guillaume Faury, à la tête d'Airbus depuis avril 2019, annonce fin septembre 2020 un grand plan pour l'avenir du constructeur. Objectif : « un avion neutre en carbone ». Une évolution ? Non, une révolution si l'on en croit l'ampleur du programme ZEROe – pour zéro émission. L'objectif consiste à réduire de 90 % la contribution de l'aviation à l'effet de serre.

Guillaume Faury annonce le calendrier : « Il nous faut encore cinq ans pour mettre en compétition plusieurs technologies, les mûrir et choisir la meilleure pour l'avion. Il nous faudra ensuite deux ans pour trouver les fournisseurs, les sites industriels, etc. Donc, la mise en programme est prévue aux environs de 2028. Notre ambition est d'être le premier constructeur à mettre en service un tel appareil en 2035 ».

Airbus bénéficie du concours financier du plan de soutien au secteur aéronautique annoncé par le gouver-



Les chercheurs de l'Onera mènent plusieurs programmes de recherches comme ici Dragon, qui étudie le principe de fans répartis sur toute l'envergure de l'aile. Ils sont propulsés par deux turbines en nacelle à l'arrière du fuselage. © Onera

# Onera, la matière grise comme moteur

L'Onera est la pointe de la recherche dans l'aéronautique. Présentation de ses recherches et travaux où la matière grise de ses équipes de chercheurs est un excellent moteur pour préparer l'avenir.

Par Henri Chero

**D**epuis sa création en 1946, l'Onera (pour Office national d'études et de recherches aérospatiales) est un acteur incontournable dans la recherche aéronautique en France. On ne compte plus les programmes, et les études des chercheurs de l'Onera

jouèrent un rôle essentiel, déterminant. De Concorde à Airbus en passant par Dassault, les constructeurs poussent la porte des laboratoires et souffleries de l'institution pour comprendre et innover. Autant dire qu'en 2021, à l'heure où les réflexions sur l'avenir à donner à l'aéronautique

touchent tous les secteurs de l'aéronautique, l'Onera est en première ligne avec ses homologues allemands (DLR) et Américains (Nasa) pour ne citer que les plus connus. L'Onera en 2021, c'est 234 millions d'euros de budget, 1 568 ingénieurs et cadres au sein de sept départements et quatre laboratoires communs, avec un parc de souffleries sinon unique au monde en tout cas de tout premier plan. La SIMA, installée dans les Alpes, est la plus grande soufflerie sonique du monde : elle peut souffler à presque Mach 1 dans un conduit de 8 m de diamètre. Tous les avions des gammes Airbus et Dassault Aviation sont passés par la SIMA, notamment pour évaluer leurs performances en vol de croisière. Les objectifs de l'Onera sont très ambitieux. Résumons-les en une phrase : « 2050 se prépare aujourd'hui ».

## Recherches aérodynamiques

Parmi les multiples programmes en cours, penchons-nous plus particulièrement sur des recherches emblématiques dans les domaines de l'aérodynamique et de la propulsion. L'Onera a analysé à partir de 2008 des configurations d'intégration motrice innovantes avec le projet NOVA, dont la nouveauté était de penser la cellule avion et son moteur en même temps. En partant d'un moyen-courrier, l'idée était de positionner les moteurs à l'arrière de façon semi-encastrée : cette intégration partielle permet d'ingérer la couche limite du fuselage et de réduire ainsi la puissance nécessaire, et donc la consommation. D'autres innovations sont envisagées : sur la forme de la voilure et des ailettes dirigées vers le bas (winglets) pour une diminution de la traînée. Côté

moteurs, NOVA proposait des réacteurs à très fort taux de dilution, qui apportent une réduction du bruit et de la consommation de carburant. Dans la même logique, le projet E2IM pour « Étude de concepts innovants pour l'intégration motrice » imaginait également un positionnement différent des moteurs par rapport au reste de la structure. L'idée : mieux intégrer le moteur dans les ailes ou dans le fuselage. La problématique est de savoir dans quelle mesure l'écoulement de l'air autour de l'aéronef est compatible avec des entrées d'air suffisantes dans la nacelle pour alimenter correctement le moteur et quel est le gain de traînée en résultant.

Pour améliorer les performances d'un avion, il faut jouer sur l'aérodynamisme en améliorant la finesse (rapport entre la portance et la traînée), alléger la structure et enfin baisser la consommation des moteurs. Les chercheurs de l'Onera insistent sur un point : pour espérer de substantiels gains, il faut remettre en cause le concept de « tube avec aile » hérité du Boeing 707 et cultivé par les avions des générations suivantes. Agrandir la taille des soufflantes des turbo réacteurs pour baisser la consommation entraîne des tailles de nacelles désormais trop importantes. Plusieurs pistes sont explorées par l'Onera, comme l'aile volante et l'aile à fort allongement haubanée. Dans le premier cas, les gains aérodynamiques sont certains, mais la configuration générale pose des problèmes. L'intégration des moteurs dans la cellule s'avère épineux. De même, la cabine passagers pose un certain nombre de défis, comme son évacuation, qui devra se faire dans un temps identique à une configuration classique pour pouvoir être certifiée. Les commandes de vol



Nova, autre programme de recherche de l'Onera. © Onera



Avec Nova, l'Onera étudie l'intégration des réacteurs dans la cellule de l'avion pour améliorer l'aérodynamisme d'un avion de ligne. © Onera



Tout ça pour ça ! Le nec plus ultra de la technologie du vol vertical, représenté par le Defiant de l'équipe Boeing-Sikorsky, pour transporter des obusiers comme au Vietnam, soixante ans plus tôt... On attend de l'US Army un emploi plus innovant de ses futurs FLRAA. © Sikorsky

# La succession du Roi Black Hawk

Avec le programme FLRAA (Future Long-Range Assault Aircraft), les États-Unis cherchent à créer une rupture technologique majeure dans le monde de l'hélicoptère militaire. De quoi redonner une longueur d'avance aux hélicoptéristes américains qui s'étaient assoupis face à la concurrence européenne ?

Par Frédéric Lert

**E**n 1976, Sikorsky l'emporte sur Boeing Vertol dans le cadre du programme UTTAS (Utility Tactical Transport Aircraft System) qui vise à donner un remplaçant à l'Iroquois. Prendre la relève du célèbre Bell UH-1, devenu malgré lui le symbole de la guerre du Vietnam et de l'aéromobilité à la sauce ketchup n'est pas tâche facile. Mais avec son UH-60 Black Hawk, Sikorsky met dans le mille : quarante-cinq ans plus tard,

plus de 4 000 appareils ont été construits en plusieurs dizaines de versions. Le Black Hawk a été un remarquable succès commercial, industriel et technique, mais le temps aux plus belles choses se plaisant à faire un affront, l'US Army travaille à présent à son remplacement.

Pour les Américains, ce passage de témoin est l'occasion de frapper un grand coup et de secouer une industrie de l'hélicoptère assoupie, avec l'assurance que les milliards du Pentagone permettront le financement de toutes les aventures technologiques, quoi qu'il en coûte. Après plusieurs années d'études amont et de prospectives dans le cadre du projet Joint Multi-role Technology Demonstration (JMR-TD), l'US Army a finalement formalisé ses besoins en 2004 avec l'initiative Future Vertical Lift visant à rénover du sol au plafond les moyens aéromobiles de l'US Army. Et c'est dans ce FVL que l'on trouve aujourd'hui le programme

FLRAA dont l'ambition est de fournir un remplaçant aux Black Hawk dans les missions de transport tactique, tout en offrant une véritable rupture en matière de performances.

## Un sac de nœuds

Pour l'US Army les choses sont très claires : le remplaçant du Black Hawk devra repousser très loin les frontières des capacités techniques des hélicoptères. À vrai dire, le saut technique entre le Black Hawk et son remplaçant devra être aussi spectaculaire que celui ayant conduit des premiers hélicoptères dotés de moteurs à pistons aux appareils à turbine. L'US Army n'attend pas moins qu'un doublement de la vitesse et de l'autonomie, une plus grande capacité de déplacement et de combat par tous les temps, des capacités de vol autonome et une nouvelle génération d'arme-

ments et de systèmes de mission. Le point dur concerne véritablement le doublement de la vitesse et de l'autonomie : aucun hélicoptère traditionnel ne pourrait parvenir à briser le mur des 150 ou 200 nœuds (277 à 370 km/h) au grand maximum. Pour atteindre la vitesse recherchée de 300 nœuds (555 km/h), soit la vitesse d'un Spitfire de la bataille d'Angleterre, il a donc fallu innover. L'innovation a aussi porté sur la motorisation avec l'exigence de réduire les consommations pour atteindre le rayon d'action recherché.

Pour les Américains, la motorisation, les choix innovants en matière de propulsion doivent permettre de surprendre l'ennemi et de réinventer la notion d'aéromobilité et d'assaut hélicoptère. Plus rapides, plus manœuvrants, les nouveaux appareils permettront de surprendre l'ennemi en arrivant plus vite et de plus loin, tout en restant très maniable jusqu'à la dernière seconde. Les deux compétiteurs évoquent par exemple la possibilité, avec leurs appareils, de conduire des approches beaucoup plus rapides avec des pentes plus sévères pour arriver plus vite au sol et réduire les périodes de vulnérabilité. Idem au décollage, avec la possibilité de s'éloigner rapidement des zones dangereuses et d'accrocher très vite des niveaux de vol mettant à l'abri des armes de petit calibre.

Les esprits chagrins ne manqueront pas de faire remarquer que les appareils engagés dans la guerre du Vietnam, UH-1H et autres OH-6 pour ne citer qu'eux, apportaient déjà une rupture considérable par rapport à la génération précédente d'appareils équipés de moteurs à piston. Ce qui n'empêcha pas les Américains de perdre le total phénoménal d'environ 5 600 hélicoptères, toutes causes confondues, en une quinzaine d'années de guerre. Un tel niveau de perte serait totalement inacceptable aujourd'hui, et il n'est d'ailleurs même pas envisagé par les penseurs du Pentagone qui voient dans le futur successeur du Black Hawk une nouvelle arme fatale.

En mars 2020, l'US Army a présélectionné le V-280 Valor de Bell et le SB1 Defiant de Sikorsky, allié à Boeing, pour la deuxième étape du programme FLRAA. Les deux équipes ont reçu un contrat pour une phase de « Competitive Demonstration and Risk Reduction » (CD&RR) avec des financements à la hauteur de 293 millions de dollars pour Bell et 284 millions pour Sikorsky-Boeing. Cette phase de CD&RR exige des deux compétiteurs le développement de sous-ensembles essentiels de leurs futurs appareils ainsi que celui des

# La nouvelle course au bombardier stratégique

Trois pays, les trois suspects habituels, se sont engagés dans une nouvelle course au bombardier lourd. S'agit-il d'une pathologie de plus dans les relations entre les grands de ce monde ou bien est-ce la réponse à un réel besoin militaire ?

Par Frédéric Lert

Il n'y a que trois dans le monde : les États-Unis, la Chine et la Russie. Trois pays à posséder des flottes de bombardiers stratégiques cumulant une capacité d'emport et une distance franchissable imposantes. Trois pays à maintenir coûte que coûte leurs flottes héritées de la guerre froide et même à se lancer dans de nouveaux programmes de développement. Tous les autres pays dans le monde ont tourné la page des bombardiers lourds pour se recentrer sur l'emploi de chasseurs-bombardiers ou d'avions polyvalents suffisamment coûteux comme ça...

Une étude de l'hebdomadaire américain *Aviation Week & Space Technology* expliquait récemment que les flottes de bombardiers lourds

allaient augmenter au cours de la décennie, passant d'un total mondial de 524 début 2021 à près de 600 d'ici 2030. Quelques appareils parmi les plus anciens seront retirés du service, mais 119 nouveaux devraient faire leur apparition dans les arsenaux : 59 en Chine, 57 aux États-Unis et 11 en Russie. Chacun de ces trois pays avance d'ailleurs avec son programme de bombardier furtif en forme d'aile volante : le B-21 américain, le H-20 chinois et le PAK-DA russe. Si la mise en service du B-21 et du H-20 est une certitude, les deux appareils devant réaliser leur premier vol dès l'année prochaine, l'avenir du PAK-DA est plus incertain. Quoiqu'il en soit, on peut noter que l'entrée en service opérationnel de ces appareils n'inter-

viendra pas avant encore quelques années, au bas mot trente ans après le B-2 de Northrop, le père fondateur de la nouvelle famille des ailes volantes furtives.

## Le monde entier à portée de bombes

Historiquement, les États-Unis, ont toujours mené la danse. Grosses voitures, gros frigos et grosses cylindrées, les États-Unis sont le pays du Big is Beautiful, inutile de revenir là-dessus. La géographie du territoire américain explique beaucoup de choses et très certainement cette fascination pour les engins vastes, puissants et confortables. Les États-Unis étant bordés d'océans à l'ouest et à l'est, la mise au point d'appareils stratégiques était essentielle pour porter la guerre chez l'ennemi. L'impact réel du bombardement stratégique sur le champ de bataille européen pendant la Seconde Guerre mondiale est toutefois discutable, mais il est plus clair dans le Pacifique, avec ce point d'orgue que constituèrent les bombardements nucléaires d'Hiroshima et Nagasaki

en août 1945. Aujourd'hui encore, le lobby politico-militaro-industriel américain met en avant l'idée que la capacité d'attaquer des objectifs partout dans le monde, à tout moment, et en demandant la permission au moins de monde possible, doit rester en tête de liste des priorités.

À la fin de la guerre froide, l'US Air Force disposait au total environ 400 bombardiers stratégiques. Dans les années qui suivirent, les coupes budgétaires et l'idée qu'une force stratégique réduite suffirait pour des conflits contre des « États voyous », Iran ou Corée du Nord pour ne citer que les plus visibles d'entre eux, menèrent à des réductions des flottes. Le DOD<sup>(1)</sup> américain décida, en 1997, de plafonner le programme B-2 à la fabrication de 21 avions au lieu des 132 initialement prévus. Les coupes claires se poursuivirent dans les années 2000, lorsque l'US Air Force retira un tiers de ses B-1B et environ un cinquième de ses B-52H. Ces départs à la retraite se poursuivirent alors même que la demande de bombardiers augmentait, l'US Air Force étant engagée sans interruption dans les conflits en Irak

ou en Afghanistan. L'inventaire actuel de l'USAF fait état de 76 B-52H, 62 B-1B, et 20 B-2, soit un total de 158 appareils. En chiffres purs, ils s'agit de la plus petite flotte depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale.

Du plus récent au plus anciens, on trouve d'abord le B-2 de Northrop. Avion de tous les fantasmes, dont la construction s'est étalée sur plus de vingt ans pour 21 appareils et qui a tout de même coûté la bagatelle de 2,1 milliards de dollars par exemplaire en moyenne. Chiffre suffoquant auquel il faut ajouter le coût de l'heure de vol annoncé à 130 000 dollars. Pour le prix de trois heures de vol, il est donc possible de s'acheter un 3 pièces de 48,50 m<sup>2</sup> à Paris, à deux pas du métro et des écoles, refait à neuf avec de nombreux rangements. Idéal pour un jeune couple. Un B-2 peut faire le tour de la Terre sans escale en étant ravitaillé en vol, avec un emport maximal de 80 munitions SDB ou 16 missiles de croisière AGM-158 JASSM-ER. La SBU-39 Small Diameter Bomb est une bombe planante (à la voilure repliable) de 110 kg offrant une portée de 70 à plus de 100 km suivant les versions. Le Joint Air-to-Surface Standoff Missile - Extended Range est un missile de croisière offrant 1 000 km de portée dans la version AGM-158B pour une charge militaire de 430 kg. L'engin est facturé au contribuable la modique somme de 1,2 million pièce, l'équivalent cette fois d'un très beau 4 pièces dans le 15<sup>e</sup> arrondissement, avec vue sur la tour Eiffel depuis la salle de bains. Coup de cœur assuré.

Malgré tous les superlatifs associés à l'avion, des rumeurs courent sur une conception qui serait moins efficace que prévu en matière de furtivité, avec en outre une maintenance hors de prix, même pour le Pentagone. Tous les sept ans, le passage en grande visite immobilise l'avion pendant douze mois et coûte environ 60 millions de dollars.

Avant lui, le B-1 fut également un très remarquable échec financier. D'abord conçu comme bombardier nucléaire Mach 2, le programme fut annulé par le président Carter en 1977 avant d'être repêché par les cheveux une paire d'années plus tard par le président Reagan, au prix toutefois d'une baisse drastique du niveau de performance attendu (Mach 1,25 de vitesse maximale). Cent appareils furent fabriqués entre 1984 et 1988. Pas de chance, la raison d'être de l'avion, la vitrification de l'Union Soviétique, disparut peu de temps après la dislocation de cette dernière. Quelques mois seulement après sa

(1) Ministère de la Défense

Image de synthèse d'un B-21 abrité dans un hangar de la base de Dyess (Texas), dont on remarque la découpe des portes, conçues pour laisser passer la dérive des... B-1B. © USAF





Alcyon M3c, projet d'avion de transport régional pour 5 passagers étudié par Avions Mauboussin.  
© Avions Mauboussin

discretion exemplaire. Comme pour une voiture hybride, le bruit est considérablement réduit : un atout certain pour le confort du pilote et des passagers, mais aussi des riverains d'aéroports. De même, l'ergonomie et l'absence de vibrations dans le cockpit offrent au passager et au pilote une expérience unique pendant toute la durée du vol : voler sans casque. Un premier vol est envisagé pour 2023 en version hybride. La commercialisation est prévue en 2025. Cet avion permettra de valider les technologies transférables au modèle suivant, Alcyon M3c, et d'être rapidement sur le marché de l'aviation générale

### Avion régional, Alcyon M3c

Deuxième projet, Alcyon M3c, un avion de transport régional à décollage et atterrissage courts, aura une capacité de cinq passagers et affiche les mêmes ambitions de motorisation que le biplace Alérion M1h (hybride puis hydrogène). Il aura une autonomie de 1 500 km et atteindra une vitesse de croisière de 370 km/h. La certification et la commercialisation sont envisagées à l'horizon 2026.

Alcyon M3c sera l'élément clé de la mobilité aérienne régionale et de proximité. Il sera capable de performances en accord avec les besoins de la mobilité moderne (souplesse d'utilisation, atterrissage/décollage au plus proche de l'origine et de la destination finale des voyageurs, discrétion). Un premier vol est envisagé pour 2027/2028 en version hydrogène.

Pour David Gallezot, Alcyon M3c et Alérion M1h seront le symbole de la renaissance de l'aviation moderne et de ce qu'elle doit représenter : la technologie, le design, l'écologie.

# Avions Mauboussin, orfèvre en aviation légère

L'esprit d'innovation est plus que jamais présent dans l'aéronautique. Rencontre avec David Gallezot, qui a relancé les prestigieux noms des avions Mauboussin avec deux projets ambitieux autour de la propulsion hybride.

Par Heinrich Felsen

Avions Mauboussin est un constructeur aéronautique fondé en 2011 par David Gallezot, pilote privé, polytechnicien et ingénieur Supaéro. C'est aussi un fin connaisseur de l'histoire de l'aviation puisqu'il a voulu reprendre le nom d'un prestigieux constructeur pour en cultiver l'esprit au XXI<sup>e</sup> siècle. Deux programmes industriels sont en cours, menés par une équipe jeune et dynamique implantée depuis 2017 au Techn'Hom, à Belfort. Tout d'abord Alérion M1h, un avion léger de 2 places en tandem dont le premier vol est prévu début 2023. Vient ensuite Alcyon M3c, un multimoteur régional hybride de 6 places, avec un premier vol planifié en 2024. David Gallezot présente sa philosophie : « Si le nom Mauboussin est lié à la haute joaillerie, il est surtout synonyme pour moi d'une aviation accessible, à faible motorisation, écologique avant l'heure, une philosophie

adoptée par toute l'équipe du programme.

En 1928, Pierre Mauboussin a créé Avions Mauboussin pour rendre l'aviation accessible au plus grand nombre, puis il a développé les modèles les plus performants, telle Fougua Magister. C'est exactement dans ce double sillage que nous voulons nous inscrire : performance et accessibilité. Ainsi, Avions Mauboussin se recrée pour développer une aviation réellement régionale et désenclaver les territoires mal desservis, une aviation durable et responsable du XXI<sup>e</sup> siècle. Nos avions sont des condensés de technologie au service de la durabilité, mais également, pour les passionnés d'aviation, des gardiens de l'authenticité et du plaisir de voler. Notre objectif est clair : être les premiers à voler à l'hydrogène en conditions réalistes, c'est-à-dire hors vols expérimentaux. Nous pensons nos deux premiers mo-

dèles, Alérion M1h et Alcyon M3c, en parallèle des infrastructures qui leur seront adaptées. En la matière, le champ des possibles est vaste : pistes ultra-courtes, hippodromes désaffectés, airparcs urbains et, pourquoi pas, des structures flottantes ! Les pionniers ont propulsé l'aviation, en quelques dizaines d'années, de l'ère des "sauts de puce" à celle du vol supersonique et de l'avion pour tous. Il est de notre responsabilité de poursuivre cette œuvre, en nous appropriant les enjeux de 2030 et au-delà ».

### Premier-né de la gamme, Alérion M1h

Premier-né de la gamme Avions Mauboussin, le biplace Alérion M1h. Il est destiné au marché des pilotes propriétaires. L'avion est certifié selon les règles et les exigences de l'Agence européenne pour la sécurité de l'aviation (EASA) et de la Federal Aviation Administration (FAA) américaine. De sa conception à son utilisation, en passant par sa fabrication, l'impact environnemental d'Alérion M1h se veut le plus réduit possible : matériaux naturels, consommation faible, émissions minimales grâce à l'électricité... Ce biplace est réalisé en matériaux composites naturels pour réduire l'impact environnemental. Sa structure en

bois (bouleau, balsa, frêne...) issus de forêts certifiées FSC et PEFC (gestion durable), est complétée de fibres de lin et de chanvre, colles et vernis avec solvant minimum ou d'origine naturelle. Cette association de matériaux biosourcés offre à Alérion M1h une structure légère, écologique et efficace, plus responsable que les avions en carbone et plus performante que le métal. Le mode électrique au décollage, à l'atterrissage et en circulation au sol confère à Alérion M1h une



David Gallezot (chapeau et lunettes) avec la jeune équipe d'Avions Mauboussin en mai 2021. © Benjamin Deveaux / Avions Mauboussin



## Le félin sort ses griffes

En 2021, le cheval de bataille d'Airbus Helicopters est le H160. Une voilure tournante à la pointe de la technologie qui s'impose sur le marché civil et sous le nom de Guépard avec les militaires français.

Par Alexis Rocher

**A**ctivons la machine à remonter le temps et calons-nous sur le début de la décennie 2000. Eurocopter est alors le premier constructeur d'hélicoptères du monde. Dans son catalogue, le Dauphin est une belle réussite commerciale, les chaînes tournent à plein régime. Plus de 1 000 exemplaires volent dans le monde. Ayant été plusieurs fois mo-

Les quatre premiers H160 qui ont servi pour les essais en vol.  
© Airbus Helicopters

dernisé, ce sont ses adversaires venus d'Italie et des États-Unis qui poussent Eurocopter à se pencher sur sa succession. Les Italiens d'Agusta se montrent ambitieux en prenant le contrôle du Britannique Westland en 2000, ce qui donne un redoutable concurrent européen nouveau pour Eurocopter, rappelons-le issu du mariage entre les hélicoptères français et allemands au début des années 1990.



Le H160 a été sélectionné par les armées comme hélicoptère léger polyvalent. Ici pour la Marine. © Airbus Helicopters



Le H160M Guépard aux couleurs de l'Armée de terre.  
© Airbus Helicopters



L'Armée de l'air utilisera aussi le Guépard, notamment comme ici pour l'interception des avions légers. © Airbus Helicopters