

# La filière industrielle aéronautique et spatiale en route vers une aviation décarbonée

Par **Frédéric PARISOT**,  
Délégué Général du GIFAS

Si le transport aérien n'est responsable que d'environ 2,5 % des émissions de CO<sub>2</sub> d'origine humaine, le sujet doit néanmoins être traité pour que le transport aérien reste accessible au plus grand nombre, en toute sécurité. Les industriels de l'aéronautique, fédérés par le GIFAS, sont engagés dans la voie de la réduction de cet impact environnemental pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Les acteurs du secteur, industriels, compagnies aériennes et aéroports, ont décidé de relever ensemble le défi de la décarbonation, en étant le premier secteur à avoir pris au niveau mondial des engagements précis et ambitieux en ce sens. La décarbonation constitue ainsi une nouvelle révolution dans l'histoire de l'aviation, et s'appuie sur différents leviers complémentaires dans le temps, détaillés ici. C'est la capacité d'innovation du secteur qui permettra à l'aviation de se décarboner et d'être un moyen de transport sûr, accessible à tous, et durable.

Le réchauffement climatique est au cœur des débats sociétaux depuis de nombreuses années, dans le monde et tout particulièrement en Europe, et notamment en France. En effet, depuis plusieurs décennies, les rapports successifs du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) indiquent et confirment toujours plus que les activités humaines sont responsables du réchauffement du climat terrestre. Ils en ont analysé les effets, et ont consolidé différents scénarios d'évolution des températures. Il est donc indéniable que tous les États, tous les secteurs économiques, doivent aujourd'hui collectivement relever ce défi majeur qu'est la lutte contre le réchauffement de notre planète. Cette ambition est de fait mondiale et doit être partagée par tous les secteurs économiques. Et il n'y a pas de petits efforts.

Pourquoi mentionner les « petits efforts » ? Parce que le transport aérien n'est en réalité responsable que d'environ 2,5 % des émissions de CO<sub>2</sub> d'origine humaine. Cette donnée est fondamentale et souvent mal connue du grand public. Elle est même fréquemment exagérée pour faire porter au secteur aérien une responsabilité plus grande qu'elle ne l'est en réalité.

C'est donc un petit pourcentage, mais le sujet doit néanmoins être traité si l'on souhaite que l'aviation continue de permettre aux générations actuelles et futures d'interagir elles-aussi avec le monde et de se déplacer grâce à un transport aérien accessible au plus grand nombre et en toute sécurité. Il est donc fondamental pour la filière de réduire son impact environnemental, et celle-ci est complètement engagée dans cette voie.

Dans cet esprit, le secteur s'est ainsi fixé l'objectif ambitieux d'atteindre la neutralité carbone en 2050, objectif pour lequel l'ensemble des 183 États de l'OACI

(Organisation de l'aviation civile internationale) se sont engagés en octobre 2022. C'est un accord majeur car il engage l'ensemble des pays, reflétant la prise de conscience du secteur.

Le transport aérien est, en effet, passé, en quelques décennies, du temps des pionniers et des voyages d'exception à celui d'un monde ouvert, connectant les hommes et les territoires, permettant les échanges entre les peuples, les régions enclavées ou insulaires, soutenant le développement des économies.

Les progrès considérables obtenus en termes de sécurité – priorité absolue –, l'efficacité et le coût du transport aérien l'ont généralisé à l'échelle internationale, et ouvert à un public de plus en plus large.

Les acteurs du domaine, industriels de l'aéronautique – fédérés en France par le GIFAS, le Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales –, compagnies aériennes et aéroports ont décidé de relever ensemble le défi de la décarbonation, permettant de poursuivre l'aventure et d'offrir les mêmes opportunités de voyage aux générations futures, tout en se situant à la pointe d'un mouvement mondial de réduction de l'empreinte environnementale de nos sociétés.

L'effort de décarbonation, malgré le fait de mettre tout en œuvre dès que possible, ne peut se faire que sur le temps long au regard des enjeux technologiques, et s'incarne dans l'objectif d'une aviation neutre en carbone en 2050.

De nombreux pays, parmi lesquels ceux de l'Union européenne ou les États-Unis, définissent aujourd'hui leur stratégie afin d'atteindre cet objectif, et des feuilles de route propres à toutes les régions du monde sont

en cours d'élaboration, tenant compte des contextes historiques, économiques et géographiques qui leur sont propres.

Le secteur aéronautique est le premier à avoir pris au niveau mondial des engagements précis et ambitieux en matière d'environnement.

En France, le secteur du transport aérien a, en effet, été le premier secteur au niveau national en février 2023 à remettre au gouvernement sa feuille de route de décarbonation, au titre de l'article 301 de la loi climat et résilience, présentée par l'ensemble des acteurs de l'aérien, à la suite de leur travail coordonné par le GIFAS.

Sur la base de ces travaux scientifiques, cette feuille de route démontre que ces objectifs sont réalistes, crédibles, et à portée de main, en activant plusieurs leviers dont la conception et le déploiement d'avions de nouvelle génération, plus économes sur le plan énergétique et moins bruyants, et un usage massif de nouveaux carburants décarbonés ou faiblement carbonés.

L'industrie aéronautique, grâce au soutien de l'État, mobilise toutes ses forces pour parvenir à temps à une aviation décarbonée. Les travaux du CORAC, le Conseil pour la recherche aéronautique civile, copiloté par la DGAC et le GIFAS, sont en ce sens déterminants.

Cette décarbonation constitue une nouvelle révolution dans l'histoire de l'aviation. Elle n'est, en effet, rien de moins que la quatrième révolution du transport aérien. Il a tout d'abord fallu démontrer que le vol « des objets plus lourds que l'air » était possible. La deuxième révolution a fait passer l'aviation d'une activité réservée à quelques pionniers à un réel moyen de transport en travaillant sur la sécurité des vols. Après les développements technologiques de l'aviation pendant la Seconde Guerre mondiale, l'émergence des jets commerciaux et leurs améliorations ont pu faire du transport aérien un moyen de transport démocratisé et accessible au plus grand nombre, sa troisième révolution.

Cette quatrième révolution, en cours, permettra aux générations futures de continuer à voler, de façon décarbonée.

L'atteinte de cet objectif de décarbonation s'appuie sur différents leviers qui s'additionnent et sont complémentaires dans les horizons de temps.

## Le premier levier est le renouvellement des flottes

Il s'agit de favoriser le remplacement des avions les plus anciens par les avions les plus récents. L'intensité carbone d'émission des avions de la gamme Airbus, mesurée en quantité de CO<sub>2</sub> émis par kilomètre et par passager, a diminué de 20 % entre 2015 et aujourd'hui. Seulement 20 % de la flotte actuellement en exploitation est constituée d'avions de dernière génération. Ce levier est très puissant et disponible immédiatement. Ceci s'applique aussi aux avions d'affaires.

## Le deuxième levier est de poursuivre l'innovation vers toujours plus de performance et d'efficacité pour le développement d'appareils dits « ultrafrugaux »

Ils intégreront des moteurs à l'efficacité exacerbée, via l'augmentation de leur taux de dilution, avec des moteurs plus larges (dits "Ultra High Bypass Ratio"), voire sans carénage (dits "Open Rotor"), et par l'intégration d'un degré d'hybridation électrique. Ils embarqueront une avionique et des systèmes plus électrifiés alliant basse consommation et performance, et une connectivité toujours améliorée, permettant, entre autres, de mieux gérer les trajectoires en vol pour optimiser l'empreinte environnementale des trajectoires minimisant la consommation et les impacts climatiques non CO<sub>2</sub>. Ils s'appuieront enfin sur des nouveaux concepts d'architecture avion pour atteindre des performances aérodynamiques optimisées.

## Le troisième levier est l'utilisation d'une gamme élargie de carburants

En premier lieu, les carburants d'aviation durables (CAD) permettent une utilisation sans modification majeure des avions actuels. D'une composition chimique très proche du kérosène actuel, leur impact climatique est très réduit. Ce levier est disponible à court terme. C'est pour cela qu'il faut accélérer la mise à disposition de ces carburants, nécessitant un engagement des énergéticiens.

Nos avions sont prêts ! Ils peuvent dès aujourd'hui incorporer 50 % de CAD et très bientôt 100 %.

L'État français a, à la demande du secteur du transport aérien, créé en février 2023 un groupe de travail visant à accélérer l'émergence de la filière industrielle de production de carburants alternatifs durables. Un plan ambitieux de développement a ainsi été lancé. Dans le cadre de France 2030, sur les 420 millions d'euros consacrés à la filière des technologies industrielles, 200 millions sont de ce fait consacrés aux carburants durables et à l'aéronautique.

À l'extérieur de nos frontières, les choses bougent également. L'Union européenne s'est fixé l'objectif d'incorporation de CAD de 6 % en 2020, 20 % en 2035, et 70 % de carburants durables en 2050. Il faut également mentionner le résultat ambitieux obtenu à la conférence de l'OACI CAAF3, qui s'est tenue en novembre 2023 à Dubaï en amont de la COP 28, pour l'émergence des carburants d'aviation durables, et qui fixe d'incorporer 5 % de CAD d'ici 2030. C'est un signal fort envoyé aux investisseurs sur la nécessité de donner la priorité aux investissements dans ces nouveaux carburants.

Encore une fois, dans ce défi de la décarbonation, il y a urgence à ce que les énergéticiens se mobilisent. L'ensemble du secteur du transport aérien est déjà mobilisé. L'émergence de la filière des CAD est par ailleurs une formidable opportunité de renforcer l'indépendance énergétique de notre pays.

En second lieu, la contribution de l'hydrogène est majeure. D'abord comme précurseur nécessaire à la fabrication des carburants d'aviation durables, dits de synthèse, qui ne s'appuient pas sur de la biomasse mais sont synthétisés directement en partant d'hydrogène et de CO<sub>2</sub> captés de l'atmosphère. Mais également comme vecteur directement utilisé, étant de ce fait l'autre carburant envisageable, utilisable dans les piles à combustible dans des architectures électriques – dédiées aux petits appareils – ou en combustion directe.

Pour atteindre les densités massique et volumique d'énergie et de puissance nécessaires, l'hydrogène devra être stocké dans des conditions de très basse température, dite cryogénique, connues dans le spatial, et dans des réservoirs qui resteront volumineux. Ainsi, l'architecture complète des avions doit être repensée, et l'ensemble des briques technologiques doit être validé pour une utilisation de l'hydrogène.

L'enjeu est l'émergence d'une industrie de production d'hydrogène décarboné, qui doit s'engager dès aujourd'hui pour atteindre les coûts de production acceptables et les volumes nécessaires.

Les premiers avions à propulsion à hydrogène pourraient être opérationnels au milieu de la prochaine décennie. Pour faire voler un avion à hydrogène à cette date, il est notamment nécessaire d'avoir une infrastructure, un écosystème d'hydrogène vert – dans les pays qui feront voler ces avions – qui fonctionne. Cela n'existe pas aujourd'hui.

Nous ambitionnons de faire monter progressivement la part de l'aviation hydrogène sur les cibles d'utilisation appropriées, au sein d'une aviation essentiellement conventionnelle avec des CAD pour la plupart des avions.

Cette feuille de route est ambitieuse mais réaliste. Elle permettra, grâce aux efforts de recherche et aux évolutions technologiques envisagées, ainsi qu'en fonction des niveaux de disponibilité des carburants d'aviation durables dans les prochaines années, d'éliminer entre 80 % et 90% des émissions directes de CO<sub>2</sub> du transport aérien français à l'horizon 2050.

La filière aéronautique et spatiale s'engage, et ce de manière inclusive, pour mettre en œuvre sa feuille de route de décarbonation. Des grands maîtres d'œuvre

aux PME et start-up, en s'appuyant sur les travaux du CORAC, la filière se prépare aux conditions technologiques du lancement d'un programme pour le futur successeur de l'A320 à partir de la fin de cette décennie. C'est un travail d'innovations de rupture (risque partagé), et collaboratif (cohésion de filière, contribution et préparation des acteurs de la filière). C'est un objectif ambitieux, d'autant plus en période d'augmentation des cadences de production, reflet de la croissance retrouvée du trafic aérien mondial.

Dans cet esprit, et avec la crise de la Covid, le GIFAS a structuré sa supply chain aéronautique pour la rendre résiliente, souveraine, cyber résistante, réduisant son empreinte environnementale et disposant de la meilleure performance industrielle la rendant compétitive dans un marché mondial. En effet, le GIFAS s'emploie à minimiser les risques pour cette chaîne, qui est très fragmentée, avec beaucoup de petites entreprises, donc potentiellement vulnérables ou qui n'ont pas toujours la taille critique pour faire les investissements en recherche et développement, en automatisation, en décarbonation, numérisation, notamment en phase de montées en cadence.

## Conclusion

Alors, la chaîne d'approvisionnement aéronautique française aura-t-elle la capacité de faire face aux enjeux de montées en cadence ? Dans les crises, la filière s'est toujours montrée solide et a su mettre en œuvre sa solidarité, des grands donneurs d'ordre aux plus petites PME. Nous l'avons démontré pendant la crise de la Covid, et l'avons toujours prouvé par la suite.

Aujourd'hui, le contrat de filière signé fin 2023, comme l'identification des risques opérés au sein de la filière, nous permet d'être raisonnablement optimistes quant à la capacité de rebond de la supply chain.

De même, la supply chain aéronautique française aura-t-elle la capacité de faire face aux enjeux de décarbonation du transport aérien ?

C'est la capacité d'innovation du secteur qui permettra à l'aviation de se décarboner et de continuer à jouer son rôle sociétal unique : relier, rapprocher les peuples, connecter les territoires et les cultures, et permettre la prospérité et la croissance dont nos sociétés auront inévitablement besoin pour financer la transition énergétique.

La décarbonation, cette quatrième révolution, fera de l'aviation un moyen de transport sûr, accessible à tous, et durable.