

# Adapter la formation et la recherche aux besoins de la filière aéronautique, dans un contexte global de transition écologique

Par **Olivier LESBRE**

Directeur de l'Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace (ISAE-SUPAERO)

L'article traite de l'adaptation de la formation et de la recherche aux besoins de la filière aéronautique, dans un contexte de transition écologique. Il met en lumière le rôle de l'ISAE-SUPAERO et du Groupe ISAE dans la formation d'ingénieurs capables de contribuer à la décarbonation de l'aviation. L'accent est mis sur la nécessité de développer des compétences en ingénierie durable et sur l'importance de l'innovation technologique, pour répondre aux défis environnementaux. Des projets spécifiques comme le drone Mermoz et des initiatives de recherche visant la décarbonation du secteur sont également discutés.

Les ingénieurs ont un rôle majeur à jouer pour rendre durable notre société, en s'appuyant sur toutes les ressources des sciences et des technologies. Les entreprises françaises sont à la pointe mondiale pour l'aéronautique et l'espace : c'est donc dans ce domaine que nos ingénieurs peuvent avoir un impact maximal, en mesurant toujours plus précisément l'état de notre planète depuis l'espace, et, surtout, en inventant le transport aérien décarboné et en le déployant dans le monde entier. L'ISAE-SUPAERO, *leader* mondial de la formation supérieure à l'ingénierie aérospatiale, et l'ensemble des écoles du Groupe ISAE, forment chaque année plus de 2 000 jeunes dans ce sens.

Notre monde fait face à de vastes défis environnementaux, complexes et mêlant des dimensions scientifiques et sociales. La décarbonation du secteur aéronautique fait partie de ces défis. Le transport aérien émet un quarantième du CO<sub>2</sub> lié aux activités humaines et sa part dans ces émissions est croissante. Sa décarbonation est donc nécessaire pour que les générations futures puissent bénéficier, comme les nôtres, de transports rapides et économiques à longue distance et de l'impact majeur qui en découle, tant sur la mobilité des personnes et des biens, que sur la paix et la prospérité mondiale.

## La filière a besoin de compétences et d'expertise pour décarboner l'aviation

Les acteurs du transport aérien ont pris pleinement conscience de cet enjeu et ont considérablement progressé dans leur approche du sujet. Depuis cinq ans, ils ont fait émerger entre eux un consensus

croissant sur les actions à mener pour décarboner l'aviation, avec deux axes principaux et complémentaires : basculer vers des carburants durables, et accélérer l'amélioration de l'efficacité énergétique des avions. Et ils ont convergé en 2022 au sein de l'OACI sur l'objectif d'une aviation « net-zéro » en 2050.

Ce défi va mobiliser des milliers d'ingénieurs pour développer des aéronefs inédits, toujours aussi fiables et compétitifs, mais beaucoup plus efficaces, en s'appuyant sur les dernières avancées scientifiques et jouant sur l'ensemble des ressorts de la technologie. Des milliers d'autres ingénieurs et techniciens seront également chargés de déployer les infrastructures nécessaires à la production des carburants durables et à leur distribution sur l'ensemble des aéroports.

En à peine plus de cent ans, les ingénieurs aéronautiques n'ont cessé d'étonner leurs contemporains en relevant successivement trois défis majeurs : ils ont d'abord inventé l'aviation, puis ils l'ont sécurisée (au point d'en faire le moyen de transport le plus sûr au km parcouru), avant de la démocratiser. Le challenge de la nouvelle génération est aujourd'hui de la décarboner. Les pistes existent ; les initiatives sont lancées ; et si la dynamique se poursuit, il n'y a guère de doute qu'elle aboutisse aux échéances visées.

Mais la plupart de ces ingénieurs restent encore à former : les écoles d'ingénieurs tournées vers le domaine aérospatial ont donc une responsabilité claire, celle de leur donner les compétences nécessaires pour relever ce défi. Cette responsabilité est encore renforcée en France par le *leadership* mondial d'Airbus, avec pour conséquence une opportunité exceptionnelle donnée à nos ingénieurs, celle de



Figure 1 : Photo du campus d'ISAE-SUPAERO (© Olivier Panier des Touches).

mener la transition mondiale du secteur, mais aussi le risque majeur de voir ce *leadership* remis en cause s'ils ne sont pas capables de faire les bons choix.

Fondé en 1909, l'ISAE-SUPAERO a été la première école au monde à proposer une formation d'ingénieur consacrée à l'aéronautique. Situé depuis 1968 à Toulouse, au cœur de l'écosystème aérospatial européen, c'est aujourd'hui un institut d'excellence mondiale pour l'enseignement supérieur à l'ingénierie aérospatiale. Sa mission est clairement inscrite dans sa raison d'être : « former autour des enjeux aérospatiaux des ingénieurs de haut niveau scientifique, humanistes, innovants et capables de maîtriser la complexité des défis du monde de demain ».

Avec l'ISAE-ENSMA, l'ISAE-SupMéca, l'École de l'air et de l'espace, l'ENAC et l'ESTACA, l'ISAE-SUPAERO a formé le Groupe ISAE, qui réunit les principales écoles d'ingénieurs françaises dédiées au domaine aéronautique et spatial. Chaque année, ces six écoles forment plus de la moitié des jeunes ingénieurs embauchés par le secteur.

**Choisir la filière aéronautique et une formation au sein du Groupe ISAE, c'est se donner la capacité d'avoir un impact majeur sur la décarbonation mondiale, en étant à la pointe de la décarbonation de l'aviation**

Cela fait plus de dix ans que l'ISAE-SUPAERO a commencé à aborder spécifiquement ce sujet dans ses programmes de formation, avec le mécénat d'Airbus. C'est ainsi qu'ont été créés en 2014 un certificat

d'ingénierie environnementale, mais aussi, pour sensibiliser nos élèves à la question du réchauffement, la « Fresque du climat », qui s'est largement répandue depuis. Aujourd'hui, nos étudiants sont formés aux enjeux climatiques dans les tronc communs des formations d'ingénieur et de master, et un travail de fond est mené pour intégrer la problématique de la décarbonation à l'ensemble des enseignements. Notre institut accueille également de multiples conférences visant à croiser les regards, favoriser une vision interdisciplinaire, et encourager la maturation de nos étudiants sur ces sujets. Avec l'appui du GIFAS, cette démarche a été généralisée à l'ensemble des écoles du Groupe ISAE depuis 2020.



Figure 2 : Photos d'étudiants en classe (© Olivier Panier des Touches).

Du côté de la recherche, l'ISAE-SUPAERO s'est également pleinement emparé du sujet avec, en 2021, la publication du « Référentiel aviation et climat »<sup>1</sup> (voir

<sup>1</sup> [https://www.isae-supaero.fr/projets/Referentiel\\_ISAE-SUPAERO\\_Mai2022\\_V1.1/HTML/index.html](https://www.isae-supaero.fr/projets/Referentiel_ISAE-SUPAERO_Mai2022_V1.1/HTML/index.html)

la Figure 3 ci-dessous). Ce document de référence, accessible à tous sur Internet, fait la synthèse des éléments scientifiques utiles à la compréhension des enjeux sur l'aviation et le climat.



Figure 3 : Couverture du « Référentiel aviation et climat » (© ISAE-SUPAERO).

Actuellement, près d'un quart<sup>2</sup> des sujets de recherche internes et collaboratifs de l'institut visent directement la décarbonation ou sont en lien avec la transition vers l'aérospatial durable. L'un de ces projets emblématiques est le drone Mermoz, mené avec des étudiants (voir la Figure 4). Ce démonstrateur de drone léger de très longue portée vole sans aucune émission de CO<sub>2</sub>.

<sup>2</sup> 22 % en 2023, donnée ISAE-SUPAERO.



Figure 4 : Photo du drone Mermoz (© ISAE-SUPAERO).

Il a effectué son premier vol début 2023 avec de l'hydrogène gazeux, et son objectif est une traversée de l'Atlantique.

Par ailleurs, l'ISAE-SUPAERO a pour ambition de développer l'esprit d'innovation et de soutenir la création d'entreprises innovantes par les membres de sa communauté, étudiants et enseignants-chercheurs en particulier. Plusieurs projets portent sur la décarbonation du secteur aérien comme Viraj H2, l'une des *start-up* hébergées à l'InnovSpace, l'incubateur de l'ISAE-SUPAERO. Fondée par un élève du cursus ingénieur, qui a pu bénéficier des infrastructures de recherche de l'institut, elle développe un groupe motopropulseur hybridant pile à combustible et turbopropulseur avec récupération de chaleur et de vapeur. Grâce à la bourse d'un million d'euros de la fondation Lopez-Loreta, qu'elle a remportée en décembre 2023, la *start-up* Viraj H2 sera en mesure de passer du prototype basse puissance à une phase de recherche et développement structurée au sein de trois laboratoires partenaires.



Figure 5 : Campus d'Innovspace (© Olivier Panier des Touches).

## Les actions de l'écosystème ISAE pour la décarbonation de la filière aéronautique

D'autres projets emblématiques de recherche sur l'aviation décarbonée sont actuellement en cours dans l'ensemble du Groupe ISAE. Parmi ceux-ci, citons Euroglider, un projet de planeur biplace de formation et d'entraînement autonome à propulsion électrique, auquel les étudiants des écoles du groupe ont contribué, jusqu'à faire voler un planeur banc d'essai à Salon-de-Provence ; RAPACE, un drone militaire à pile à hydrogène, projet porté par l'EAE ; ou encore le développement à l'ESTIA, école partenaire du groupe, de TURBOLAB, une plateforme d'essais partagée entre industrie, recherche et enseignement, visant à concevoir et à valider des systèmes de propulsion aéronautiques innovants, bas carbone et haute performance, en partenariat avec la société AKIRA Technologies.

Avec ses collègues académiques du site toulousain, l'ISAE-SUPAERO est également à l'initiative de la création de l'Institute for Sustainable Aviation<sup>3</sup> (ISA).

<sup>3</sup> <https://isa-toulouse.com/>

Cet institut de recherche a pour objectif d'aborder la transition vers l'aviation décarbonée dans toute sa complexité, en mettant en œuvre une recherche interdisciplinaire mobilisant ingénieurs, économistes, juristes et climatologues.

Au sein de l'ISA, des enseignants-chercheurs de l'ISAE-SUPAERO ont modélisé un outil de simulation et d'évaluation de trajectoires climatiques de l'aviation. Destiné à l'ensemble des parties prenantes du secteur aérien, AeroMAPS<sup>4</sup> permet d'évaluer finement les impacts environnementaux de scénarios de transition de l'aviation. Au-delà de ses usages premiers en recherche et en formation, cet outil peut être utile aux décideurs institutionnels ou industriels de l'écosystème aéronautique, et contribuer au débat public sur la place de l'aviation dans notre société.

---

<sup>4</sup> <https://aeromaps.isae-supaero.fr>

## Conclusion

L'histoire de l'aéronautique est celle d'une industrie pionnière qui a réalisé l'un des plus anciens rêves de l'humanité en relevant successivement des défis techniques et industriels que beaucoup croyaient impossibles. Son défi actuel est celui de la transition écologique. L'ISAE-SUPAERO et l'ensemble des écoles du Groupe ISAE évoluent depuis dix ans avec l'objectif de former les ingénieurs qui seront capables de relever ce nouveau défi, pour que les prochaines générations aient toujours accès au transport aérien et que la France, fidèle à son histoire, reste à la pointe mondiale du domaine aéronautique !



Figure 6 : Capture d'écran d'AeroMAPS.