

La décarbonation de l'aviation passe par la recherche !

Par Bruno SAINJON,

Président, directeur-général de l'ONERA

L'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), comme l'ensemble de la filière aéronautique, n'a pas attendu ces dernières années pour travailler à réduire l'impact environnemental de l'aviation. Depuis les années 1960, le gain d'efficacité des avions au fil des décennies est estimé à 80 %. Acteur central de la recherche aéronautique, spatiale et de défense, l'ONERA sous tutelle du ministère des Armées, est aussi l'expert étatique auprès d'organismes officiels comme la DGAC (direction générale de l'Aviation civile), notamment sur le sujet de la décarbonation, et impliqué dans de nombreux projets européens dans le cadre de «Clean Aviation» (Horizon Europe).

L'ONERA est au cœur de la filière aéronautique française, européenne et internationale, partenaire des principaux industriels, au premier rang desquels figurent Airbus, Dassault, Safran ou encore Thales. Il dispose de moyens d'essais uniques au monde, indispensables au développement de la décarbonation de l'aviation.

La décarbonation de l'aviation : une priorité revendiquée en France comme à l'international

Le plan de relance aéronautique lancé en juin 2020 par le gouvernement français a apporté à la filière aéronautique des moyens indispensables à la préparation de l'aviation verte à l'horizon 2035. Coordiné avec le GIFAS (Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales) et l'ensemble des industriels du secteur (CORAC – Conseil pour la recherche aéronautique civile –, piloté par la DGAC), ce plan de 1,5 milliard d'euros au bénéfice de la R&T a aussi vocation à préserver les emplois, les compétences et l'avantage compétitif de la France dans ce domaine.

Il constitue pour l'ONERA, déjà engagé sur le sujet de la décarbonation, un formidable accélérateur pour des projets de recherche essentiels pour la maturation de technologies, en soutien à la filière aéronautique. France Relance a été relayé par France 2030, et l'octroi d'une enveloppe annuelle de 300 millions d'euros, dès 2024, a fait l'objet d'une annonce lors du dernier Salon du Bourget de juin 2023.

Décarboner l'aviation est un défi, un véritable virage pour le secteur aéronautique français et international. Cet objectif implique de repenser l'avion et de développer de nouvelles technologies en matière de propulsion, d'architecture, de nouveaux matériaux, de carburants ou encore de combustibles. Un but aussi ambitieux ne sera atteint que par un très fort investissement dans la recherche scientifique, une approche interdisciplinaire et une prise en compte de tous les éléments de la filière aéronautique. Les décideurs politiques et les industriels l'ont parfaitement compris. L'Office

national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), acteur central de la recherche aéronautique, y joue un rôle majeur, comme en attestent ses attributions dans le plan de relance du gouvernement, le haut niveau des commandes de la DGAC vers l'ONERA, les nombreux projets européens gagnés par des équipes incluant des ingénieurs de l'ONERA ou encore le fort soutien des régions.

L'ONERA est très investi dans le CORAC, un organe de concertation État-industrie créé en 2008 et présidé par le ministre des Transports, qui oriente l'ensemble de la filière dans la durée, avec une feuille de route et un calendrier jalonné d'objectifs à atteindre pour gagner le pari d'une aviation verte en 2050.

Les trajectoires de décarbonation de la filière ont d'ailleurs été mises au point, évaluées et crédibilisées grâce à un outil développé par l'ONERA, puis mis à disposition de la communauté scientifique et industrielle.

Membre fondateur de l'EREA, qui réunit les organismes de recherche européens, l'ONERA vient d'intégrer l'«Alliance for Zero-Emission Aviation», un programme de la Commission européenne pour la décarbonation de l'aviation, qui mise sur l'électrique et l'hydrogène, en lieu et place du kérozène, comme source d'énergie.

L'ONERA est également un membre très actif de l'IFAR, le réseau international des instituts de recherche en aéronautique, qui comprend vingt-sept membres répartis sur les cinq continents, dont des organismes aussi prestigieux que la NASA ou la JAXA (l'agence d'exploration aérospatiale japonaise). Mes collègues m'ont nommé à l'unanimité fin 2021 vice-président de l'IFAR, et je viens d'en prendre la présidence pour deux ans. C'est une forte marque de reconnaissance du haut niveau des équipes de l'ONERA, et des résultats

qu'elles obtiennent, par les acteurs mondiaux de la communauté aéronautique, tous engagés dans la décarbonation.

L'implication de l'État et de l'Europe avec des budgets consacrés à la décarbonation du transport aérien a permis de fédérer et de structurer la filière aéronautique autour de feuilles de route technologiques ambitieuses, afin de répondre au défi de 2050 d'une aviation « climatiquement neutre ».

La recherche de l'ONERA au cœur des enjeux de décarbonation

Grâce à ses scientifiques, son expertise, ses compétences, ses moyens d'essais uniques au monde, l'ONERA est l'organisme de recherche de référence pour imaginer le futur de l'aérospatial à travers des ruptures technologiques, au service de la défense et du domaine civil.

L'ONERA dispose d'installations de recherche et de moyens expérimentaux uniques tels que ses célèbres souffleries sises à Modane-Avrieux et au Fauga-Mauzac, combinés à des moyens de simulation et de modélisation. Les trois domaines théorie, expérimentation et modélisation se complètent et permettent à l'ONERA de réaliser des recherches couvrant une large gamme de niveau de maturité technologique, allant parfois jusqu'au démonstrateur opérationnel en intégrant une approche système.

Avec ses moyens d'essais et ses grandes souffleries, l'ONERA dispose de moyens hors normes pour réaliser les futurs essais liés à la décarbonation de l'aviation. Performants et en constante évolution, ils permettent à l'ONERA et à ses partenaires de mieux anticiper les ruptures technologiques. La récente et ambitieuse campagne d'essais en partenariat avec Safran Aircraft Engine sur un Open Fan en est la démonstration éclatante.

Financer de telles installations industrielles, indispensables pour toujours garder une longueur d'avance, reste un défi en soi. Défi que nous relevons grâce notamment à un prêt accordé pour les grandes souffleries par la banque européenne d'investissement, et aux financements de la DGA et de la DGAC.

L'ONERA dispose également de nombreuses autres ressources et de moyens d'essais qui contribuent à la recherche sur les technologies décarbonées. Je pense plus particulièrement au banc d'essais pour la combustion dans les futurs foyers aéronautiques, ou encore à nos super calculateurs qui sont régulièrement remis à niveau afin de permettre à l'ONERA de rester dans la course internationale aux calculs haute performance.

En février 2022, nous avons inauguré notre laboratoire des technologies quantiques, QTech, suivi en novembre 2023 de notre laboratoire d'intelligence artificielle baptisé AILab. Laboratoire transverse, sans mur, AILab va fédérer l'ensemble des activités IA (intelligence artificielle) de l'ONERA, soit plus d'une centaine de scientifiques, afin d'optimiser ses recherches et sa contribution au bénéfice des programmes aéronautiques, espace et défense.

Ces deux laboratoires ont vocation à renforcer les échanges tant internes qu'externes dans des domaines dans lesquels l'ONERA a récemment livré deux systèmes opérationnels. L'ONERA a développé pour le compte de la direction des services de la navigation aérienne de la DGAC un logiciel, SINAPS, d'aide à la décision des contrôleurs aériens, qui équipera quatre des cinq centres de contrôle situés sur le territoire national. L'ONERA vient par ailleurs de livrer à la Marine française le premier des quatre gravimètres quantiques qui équiperont ses navires et feront probablement d'elle la première armée au monde équipée de systèmes opérationnels quantiques de deuxième génération.

Nous avons également noué de fructueuses collaborations avec des partenaires académiques ou industriels, y compris à l'étranger comme le Centre de recherche virtuel ONERA-DLR pour l'intelligence artificielle appliquée à l'ingénierie aérospatiale.



Gulliver Flight Onera

Décarboner l'aviation implique de repenser le système de transport aérien

La décarbonation est au cœur de notre feuille de route qui reflète la vision de la stratégie scientifique et technologique de l'ONERA. La dernière mise à jour, en 2023, acte le renforcement de nos ambitions afin de réduire l'empreinte environnementale de l'aviation.

Cet objectif se décline en trois thèmes de recherche : motorisation plus efficace à émissions réduite ; cellule avion et intégration motrice innovantes ; et enfin impact environnemental et climatique.

Depuis sa création, l'ONERA poursuit des recherches sur un ensemble de technologies pour une optimisation toujours plus poussée de l'avion. Il s'agit aujourd'hui de :

- Continuer à améliorer l'aérodynamique des avions par le développement d'outils de simulation numérique, ainsi que par l'optimisation des formes (profils, augmentation de l'allongement des voilures, laminarité), ou encore le contrôle des écoulements.
- Alléger les structures par l'amélioration des alliages métalliques, l'introduction toujours plus poussée des composites, ou l'amélioration des méthodes et outils de dimensionnement qui ont permis une réduction des marges de conception.
- Optimiser l'avionique pour fournir au pilote les informations les plus pertinentes, nécessaires à la conduite du vol.
- Comprendre et réduire les effets dits « non CO₂ » de l'aviation, avec en particulier l'impact des traînées de condensation sur le climat. Le but ultime de ces recherches, soutenues par la DGAC, est de développer des trajectoires vertes permettant de minimiser à la fois les émissions de CO₂ (gaz à effet de serre) et le forçage radiatif engendré par ces traînées.

Les scientifiques de l'ONERA ont aussi une priorité : étudier des concepts nouveaux et disruptifs, pour éclairer le secteur sur ce que pourraient être les futurs avions civils, qui permettront d'atteindre la neutralité carbone. Pour réaliser un gain de consommation, l'avion de demain adoptera vraisemblablement un nouveau design. L'ONERA est compétent pour l'imaginer (plusieurs options existent), puis pour le tester en souffleries, puisqu'il y a une vie avant le premier vol. Dans ces recherches, l'ONERA accompagne avionneurs et motoristes dans la montée en maturité et en fiabilité de technologies clés, parmi lesquelles :

- les ailes de grand allongement, qui permettront une réduction de la traînée aérodynamique, à condition de bien maîtriser le comportement aéroélastique de ces structures ;
- les motorisations à fort taux de dilution de type Open Fan afin d'augmenter le rendement aéropulsif du moteur ;

- l'utilisation de carburants très bas carbone comme les carburants de synthèse durables (*e-fuels*) ou encore de combustibles tels que l'hydrogène.

Nous avons successivement dévoilé lors des derniers Salons du Bourget un concept d'avion à propulsion distribuée avec le concept DRAGON en 2019, puis d'aile volante à hydrogène en 2021, enfin, en 2023, nous avons présenté un "*concept-plane*". Baptisé GULLHYVER, cet aéronef, véritable concentré de recherche, dispose d'ailes haubanées de grand allongement et d'un moteur de type Open Fan, alimenté à l'hydrogène sur un fuselage portant plus large que ceux des aéronefs actuels.

L'ONERA pilote également le projet européen IMOTHEP, qui explore le potentiel de la propulsion hybride électrique pour réduire les émissions de CO₂ de l'aviation commerciale. Le projet implique vingt-sept partenaires européens (dont Airbus, Safran, Leonardo, GE Avio et les partenaires de l'EREA...) ainsi que deux canadiens (le CNRC et l'Université de Toronto). Il a réalisé l'étude intégrée de différentes configurations d'avions régionaux et court / moyen-courriers en relation étroite avec la conception de leur chaîne de propulsion hybride et ses composants. Les résultats ont été présentés en novembre 2023 lors d'un *workshop*, organisé conjointement avec le partenariat Clean Aviation ; *workshop* qui réunissait l'ensemble des projets européens sur la propulsion hybride.

Plus récemment encore, l'ONERA a donné, le 1^{er} janvier 2024, le coup d'envoi du projet AWATAR dont la mission est de développer des briques technologiques clés pour un concept d'aile prometteur. AWATAR réunit des partenaires industriels dont Airbus, Dassault Aviation et Collins Aerospace, quatre établissements de recherche (ONERA, DLR, NLR et ETW) ainsi que deux partenaires universitaires (TU Delft et l'Université de Montpellier). Objectif : proposer un avion de type court et moyen-courrier intégrant un moteur de type Open Fan capable de transporter 250 passagers sur un rayon d'action allant jusqu'à 2 000 nm. Avec à la clé une réduction de l'ordre de 18 % de consommation de carburants !

Face au défi climatique, le secteur aéronautique français, européen et mondial connaît une période de bouleversements et de profonde remise en question. Subséquemment, le rôle de la recherche finalisée pour répondre à cet enjeu majeur qu'est la décarbonation de l'aviation n'a jamais été aussi crucial : éclairer le futur. C'est-à-dire, identifier les ruptures techniques ou scientifiques prometteuses, éliminer celles qui sont inatteignables ou inutiles, comprendre les enjeux futurs, pour anticiper l'avenir et offrir des perspectives ambitieuses. Pour que nos industriels demeurent au meilleur niveau mondial, et que le secteur aéronautique garde toujours un temps d'avance et repose sur des moyens crédibles et performants.

Nos objectifs sont ambitieux. Certains seront atteints, d'autres peut-être pas, mais le risque est inhérent à la recherche. Le succès passe par là. Les défis sont immenses, mais les ambitions de l'ONERA le sont tout autant.