



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

RAPPORT ENVIRONNEMENT 2022



Sommaire



Rapport Environnement
de la Direction générale
de l'aviation civile 2022
Juin 2023

Publication de la Direction générale
de l'aviation civile,
ministère de la Transition écologique
et de la Cohésion des territoires
50, rue Henry-Farman
75720 Paris cedex 15
Tél. : 01 58 09 43 21 Fax : 01 58 09 35 35

Rédaction et coordination de la publication :
Bureau du climat, de la qualité de l'air
et des sujets émergents, DTA/SDD1.

Conception et réalisation :
Citizen Press, Paris

Photo de couverture :
Aéroport d'Orly- photo DGAC

1 — P. 11

Accélérer
la décarbonation
du transport
aérien



2 — P. 23

Limiter
les nuisances
sonores



3 — P. 31

Améliorer
la qualité
de l'air



4 — P. 39

L'innovation pour
le développement
durable du
secteur aérien



5 — P. 52

Protéger et valoriser
la biodiversité
aéroportuaire



6 — P. 59

Le service public
écoresponsable (SPE),
nouvel enjeu
environnemental



7 — P. 63

Glossaire



© Daniel Bascou - DGAC

Éditorial

DAMIEN
CAZÉDirecteur général
de l'aviation civile

L'année 2022 a été une année majeure en matière d'engagements internationaux pour atteindre la neutralité carbone. Pourquoi parle-t-on d'engagement historique ?

2022 marque un réel tournant par l'engagement à l'échelle mondiale de l'industrie et des États en faveur de la neutralité carbone du secteur aérien en 2050.

Le premier semestre 2022 a été marqué par l'ambition portée par la présidence française de l'Union européenne dans le cadre des négociations sur le paquet « Ajustement à l'objectif moins 55 % - Fit for 55 ». Grâce à son engagement, la France a obtenu l'adoption d'accords entre les États membres du Conseil sur trois des quatre textes concernant le secteur aérien : la proposition

de règlement dite « ReFuel EU Aviation » – fixant des objectifs d'incorporation de carburants d'aviation durables (CAD) –, la révision de la directive ETS Aviation et la proposition de règlement dit « AFIR » visant à établir des objectifs de déploiement d'infrastructures de distribution de carburants alternatifs pour chaque mode de transport. Seules les négociations sur la révision de la directive sur la taxation de l'énergie (DTE)

n'ont pas pu aboutir en raison de l'unanimité des suffrages requise en matière de fiscalité. La présidence française a également été à l'initiative du Sommet de l'aviation consacré à la décarbonation du transport aérien qui s'est tenu les 3 et 4 février à Toulouse. Ce sommet est parvenu à l'adoption par 42 États et de nombreux acteurs du secteur aérien de la Déclaration de Toulouse pour une neutralité carbone

«La reprise du trafic doit plus que jamais répondre aux enjeux climatiques et environnementaux.»

du transport aérien d'ici à 2050. Cette impulsion française et européenne a permis un engagement international historique : l'adoption, dans le cadre de la 41^e Assemblée de l'OACI, d'une résolution pour la neutralité carbone en 2050 de l'aviation civile internationale comme ambition à long terme (en anglais Long Term Aspirational Goal - LTAG). De nombreuses tâches ont été assignées au Conseil de l'OACI pour rendre cet objectif opérationnel, dont l'organisation dès 2023 de la 3^e édition de la Conférence sur l'aviation et les carburants alternatifs (CAAF/3). Celle-ci constituera une étape majeure pour promouvoir la production et l'utilisation des carburants d'aviation durables au niveau mondial.

L'année 2022 a été celle de la reprise du trafic aérien. Peut-on dire que cette reprise s'accompagne réellement d'actions pour réduire l'impact du secteur sur le climat et l'environnement ?

Nous nous réjouissons, aux côtés des autres professionnels du secteur, de la reprise du trafic après la crise sanitaire qui nous avait tous lourdement affectés. Cette reprise doit plus que jamais répondre aux enjeux climatiques et environnementaux liés au trafic aérien. En cohérence avec les mesures prises au niveau européen et international, la mise en œuvre des dispositions de la loi Climat et résilience a progressé. Les décrets fixant une obligation de compensation des émissions des vols domestiques ou limitant fortement les extensions d'aéroports ont été adoptés. La DGAC a également travaillé activement avec l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur du secteur aérien à l'élaboration d'une feuille de route établissant

«La position de la France en matière d'innovation est déterminante»

les actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC). L'année 2022 est également la première année de mise en place d'un mandat d'incorporation de carburants aéronautiques durables (CAD) obligatoire en France, en avance par rapport au calendrier européen. Les travaux engagés devront se poursuivre pour permettre la mise en place d'une filière de production de CAD compétitive sur le territoire national.

Dans le contexte de la crise énergétique provoquée par le conflit russo-ukrainien, le secteur a également été mis à contribution dans le cadre du plan de sobriété lancé par le gouvernement. À l'échelle des territoires, nous poursuivons nos efforts pour protéger la biodiversité sur les aérodromes et maîtriser les nuisances sonores engendrées par le trafic aérien en concertation avec les associations de riverains et les professionnels du secteur et avec l'appui de l'Acnusa.

Le secteur mise beaucoup sur l'innovation. Quelles sont les avancées attendues et à quelles échéances ?

Il faut garder à l'esprit que la position de la France en matière d'innovation est déterminante car son industrie aéronautique est la plus complète d'Europe. Occupant la moitié des parts du marché mondial des avions de ligne, notre industrie dispose d'un pouvoir d'orientation considérable sur les trajectoires mondiales de décarbonation du transport aérien.

Du fait des cycles de développement particulièrement longs de l'aéronautique, nous travaillons à la décarbonation de l'aviation de transport avec deux horizons en vue :

- un premier d'ici à 2030 qui s'appuie sur une première phase de déploiement des CAD et un effort important de renouvellement des flottes des compagnies aériennes (offrant une réduction de 20 % à 25 % d'émissions de CO₂ ; de ce point de vue, le plan de soutien à Air France a veillé à préserver la capacité de la compagnie à renouveler sa flotte) ;
 - un second pour la fin de la prochaine décennie, quand la nouvelle génération d'avions ultra sobres à nouvelles énergies (CAD et hydrogène), basée sur la R&T que nous soutenons, aura fortement pénétré le marché. Ce second horizon est primordial pour la décarbonation puisque les nouvelles énergies ne pourront, compte tenu de leur surcoût, être déployées massivement qu'avec des appareils nettement plus économes. Ces avions intégreront plusieurs innovations de rupture, dont la propulsion à l'hydrogène pour les appareils régionaux et court et moyen-courriers. L'objectif poursuivi par la filière au sein du Corac (Conseil pour la recherche aéronautique civile), avec le soutien de la DGAC, est de réduire la consommation énergétique des futurs appareils commerciaux d'environ 30 %.
- Au-delà de l'aviation de transport, les acteurs des autres segments de l'aviation sont également engagés dans la décarbonation et travaillent au sein du Corac sur de nouveaux avions décarbonés, prévus dès 2030 pour les plus avancés.

41^e Assemblée de l'OACI en 2022 : la neutralité carbone à l'horizon 2050, une résolution historique...



L'environnement a été au cœur des discussions de la 41^e Assemblée de l'OACI qui s'est déroulée du 27 septembre au 7 octobre 2022, avec en point d'orgue l'adoption d'un objectif historique : la neutralité carbone pour l'aviation internationale en 2050, en phase avec les objectifs de l'Accord de Paris en matière de limitation du réchauffement climatique.

Cet engagement est le fruit d'un long processus de négociations qui a pu s'appuyer sur les travaux du CAEP (voir encadré), et en particulier sur son *Rapport sur la faisabilité d'un objectif ambitieux à long terme (LTAG) concernant la réduction des émissions de CO₂ de l'aviation internationale*¹ de février 2022. Seules la Chine et la Fédération de Russie ont déposé des réserves vis-à-vis de la résolution de l'OACI. L'objectif de neutralité carbone est dit aspirational dans la mesure où la résolution n'attribue « aucune obligation ou engagement sous forme d'objectifs nationaux de réduction des émissions de CO₂ ».

Cette résolution marque cependant le début d'un processus qui va mobiliser le Conseil de l'OACI pour les trois ans à venir, l'Assemblée ayant assigné de nombreuses tâches à celui-ci pour rendre l'objectif de neutralité carbone opérationnel. Compte tenu de l'importance des carburants durables pour décarboner l'aviation, le Conseil

devra organiser dès 2023 la 3^e édition de la Conférence sur l'aviation et les carburants alternatifs (CAAF/3) pour préciser la vision 2050 de l'OACI pour les CAD, en promouvoir la production et l'utilisation, voire définir une trajectoire de leur utilisation compatible avec l'objectif de neutralité carbone.

Le volet sur leur financement sera une pièce essentielle du dispositif opérationnel, comme l'ont montré les discussions sur le sujet lors de l'Assemblée. Le Conseil a, en particulier, un rôle à jouer pour faciliter l'accès de certains États

aux capacités d'investissement du secteur privé et aux financements des institutions financières telles que les banques de développement. Enfin, et sans être exhaustif, il s'agira dans un temps plus éloigné de préparer avec les États et l'industrie l'arrivée des nouvelles technologies et des nouvelles énergies, comme l'hydrogène, donc d'adapter les normes et pratiques recommandées existantes ou d'en adopter de nouvelles.

1. https://www.icao.int/environmental-protection/LTAG/Documents/REPORT%20ON%20THE%20FEASIBILITY%20OF%20A%20LONG-TERM%20ASPIRATIONAL%20GOAL_fr.pdf.



© Droits : Olivier Meynot, DGAC

... qui s'appuie sur les travaux du CAEP, un comité de protection de l'environnement essentiel

Le LTAG du CAEP, support de cet objectif ambitieux de neutralité carbone

L'e rapport du CAEP sur la faisabilité d'un objectif ambitieux à long terme concernant la réduction des émissions de CO₂ (ou LTAG) de l'aviation internationale est le fruit du travail de près de 300 experts pendant plus de deux ans. Ce rapport présente trois scénarios de décarbonation, combinant des hypothèses plus ou moins volontaristes pour les trois leviers identifiés au sein du secteur : les améliorations technologiques des appareils, une meilleure efficacité des opérations aériennes et les CAD. Si ces scénarios affichent tous des réductions majeures d'émissions de CO₂, aucun ne permet d'atteindre totalement la neutralité carbone en 2050. Pour y parvenir, il faudra recourir en complément à des mesures hors secteurs comme la compensation ou la capture et la séquestration du carbone.

Dans l'hypothèse la plus volontariste (IS3), les émissions de CO₂ de l'aérien seraient limitées à 200 millions de tonnes (MT) en 2050, soit le tiers des 600 MT émises en 2019, en dépit de la croissance du trafic. Si aucun effort supplémentaire n'était consenti, autre que le renouvellement des flottes d'appareils avec les technologies actuelles, elles atteindraient 1500 MT.

Quel que soit le scénario, les CAD joueront un rôle déterminant dans la décarbonation d'ici à 2050. Dans le scénario IS3, 55 % des réductions d'émissions de CO₂ sont liées à l'utilisation des carburants d'aviation durable, 21 % à la technologie des avions et 11 % aux mesures d'exploitation. Le CAEP a également évalué les coûts et investissements associés aux différents scénarios tout au long de la chaîne du transport aérien.

LE COMITÉ DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT EN AVIATION (CAEP)

Le CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection) est un comité technique du Conseil de l'OACI, chargé d'assister le Conseil dans l'élaboration des politiques environnementales et l'adoption de nouveaux standards et pratiques recommandées (SARP) relatifs au bruit des avions et aux émissions des moteurs, notamment le CO₂. Son champ d'intervention couvre l'Annexe 16 de la Convention de Chicago (bruit, qualité de l'air local, émissions et Corsia). Il s'intéresse également à la technologie des avions, aux opérations aériennes et aux carburants alternatifs dans le but de réduire les émissions de CO₂. Le CAEP est composé de 31 membres représentant les États membres dont la France, et d'observateurs d'autres États, mais aussi d'ONG, d'organisations professionnelles, d'institutions de l'UE, d'associations. Plus de 600 experts participent à ses travaux.

Un autre chantier complexe pour le CAEP pour 2022-2025 : le double standard



Le « double standard » désigne l'objectif de renforcer simultanément les standards bruit et CO₂ existant pour les appareils subsoniques. Les deux étant difficilement compatibles, des arbitrages entre CO₂ et bruit pourront être nécessaires en vue de l'adoption des futures normes.

Les travaux de concertation s'accroissent pour élaborer la future Stratégie française énergie climat (SFEC)

Le transport aérien publie sa feuille de route pour la décarbonation

L' **article 301 de la loi Climat et résilience** prévoyait que « *chaque secteur fortement émetteur de gaz à effet de serre* » établisse une feuille de route afin de présenter son plan d'action pour « *atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre fixés par la stratégie nationale bas carbone* » (SNBC). **Le secteur aérien a été le premier à remettre sa feuille de route aux ministres concernés, le 14 février 2023**, après un an de travail de tous les acteurs intéressés, compagnies aériennes, constructeurs, aéroports, assistants en escale, énergéticiens et producteurs de CAD, sous la houlette de la DGAC et du GIFAS (Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales, cf p. 47). Les travaux se sont structurés en groupes de travail correspondant aux grands leviers de décarbonation de l'aérien – le progrès technologique et le renouvellement des flottes (avec un sous-groupe dédié à l'adaptation des infrastructures aéroportuaires), la production et l'utilisation de CAD, et les opérations en vol et au sol. Un groupe de travail a également été dédié aux dispositifs de compensation des émissions de CO₂. Chacun de ces groupes s'est accordé sur des hypothèses quantitatives de contribution des leviers à la décarbonation à l'horizon 2050. Deux scénarios de décarbonation plus ou moins optimistes basés sur la mobilisation de ces leviers sont ainsi présentés dans la feuille de route. Pour chaque scénario et hypothèse, les industriels mettent en avant les conditions de succès, notamment financières, réglementaires ou relatives à l'accès aux ressources. Outre la présentation des recommandations de la feuille de route de l'art. 301, la réunion du 14 février a été l'occasion pour les ministres Agnès Pannier-Runacher, Clément Beaune et Roland Lescure de **lancer un groupe de travail pour favoriser le développement des carburants aéronautiques durables**, réunissant des acteurs de haut niveau de l'aérien, de l'aéronautique et de l'énergie. L'objectif est de créer en France une filière de carburants durables permettant au secteur de l'aérien



Présentation de la Feuille de route sur la décarbonation, 14 février 2023

d'atteindre ses objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de décarbonation en 2050. Les trois ministres ont présenté les **lauréats de l'appel à projets** « Développement d'une filière française de carburants aéronautiques durables » (cf. p. 14), lancé en 2021 dans le cadre de la Stratégie nationale Produits biosourcés et biotechnologies industrielles – Carburants durables de France 2030. Conduit par l'ADEME, cet appel à projets soutient financièrement des projets de démonstration de procédés de production de carburants aéronautiques durables et des travaux de pré-ingénierie de processus nécessaires pour engager un projet de production dans la phase de décision d'investissement industriel. Afin de passer désormais à un stade d'industrialisation et de création d'unités de production de biocarburants, le lancement d'une « consultation flash » des acteurs a été décidé afin d'identifier les freins à lever et d'élaborer des modalités d'accompagnement adaptées, d'ici au salon du Bourget au mois de juin 2023.

© MTE Ministère de la transition écologique

De nouvelles structures administratives au service de l'efficacité des politiques environnementales



L' **e CNR, pour une réflexion collective sur les transports de demain...**
Le Conseil national

de la refondation (CNR) a été instauré le 8 septembre 2022 afin de créer un nouveau mode de concertation et d'action pour permettre aux citoyens d'échanger de manière constructive et de bâtir des solutions répondant aux grands défis de l'époque sur différentes thématiques. La concertation sur celle des transports a été lancée le 8 novembre 2022 par le ministre délégué aux Transports Clément Beaune. Elle vise à aborder les enjeux concrets de la transition écologique des mobilités autour de trois ateliers sur la mobilité du quotidien, la mobilité longue distance et le transport de marchandises. Les leviers d'action

identifiés vont être transmis aux citoyens et aux territoires afin d'être définis au sein d'instances de concertations locales.

... une coordination nationale grâce au SGPE...

Par décret du 7 juillet 2022, le président de la République a créé un secrétariat général de la planification écologique (SGPE), placé sous l'autorité de la Première ministre, afin d'assurer la cohérence et le suivi des politiques environnementales menées par tous les ministères et de coordonner les actions et négociations pour concrétiser la décarbonation de la société.

... et une Stratégie française énergie-climat (SFEC) en cours de construction.

Le SGPE est également chargé de coordonner toutes les composantes de la Stratégie française énergie-climat, en cours de construction. La SFEC constituera la feuille de route actualisée de la France pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Elle sera constituée de la première Loi de programmation quinquennale sur l'énergie et le climat (LPEC), qui doit être adoptée en 2023 et déclinée par la Stratégie nationale bas carbone (SNBC 3^e édition), le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC 3^e édition) et la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE 2024-2033), qui doivent être adoptés au premier semestre 2024.

L'OAD, Observatoire de l'aviation durable.

Dans un contexte où les études sur la décarbonation de l'aérien restent souvent complexes à appréhender, à analyser et à comparer, l'Observatoire de l'aviation durable (OAD) se donne pour mission de mettre à la disposition du plus grand nombre des connaissances et des données chiffrées fiables. Une page web dédiée permettra de retrouver de manière rapide et organisée les études de référence. Parallèlement, l'OAD organise les rencontres territoriales de la décarbonation et met en lumière des acteurs de terrain qui agissent dans les territoires, au cœur de l'innovation et de la recherche (PME, start-up, chaires académiques) en proposant des solutions concrètes qui témoignent de l'engagement de la France en la matière.



©MTE, ministère de la transition écologique

La France à l'heure de la sobriété

Plan de sobriété énergétique de la France

Dans un contexte marqué par l'accélération du changement climatique et le conflit ukrainien, la transition énergétique de la France constitue une priorité fondamentale. Le pays doit sortir de sa dépendance aux énergies fossiles et réduire de 40 % sa consommation d'énergie d'ici à 2050. Dans un esprit de concertation et de dialogue, neuf groupes de travail ont été lancés durant l'été 2022 afin de faire remonter des propositions de mesures de sobriété énergétique pour chaque secteur, comprenant l'État exemplaire, l'industrie, les transports. Ainsi, un plan de sobriété énergétique a été consolidé et présenté le 6 octobre 2022.

La feuille de route est ambitieuse : réduire de 10 % la consommation

d'énergie sur les deux prochaines années par rapport à 2019.

Chaque secteur a défini un plan d'action comprenant des mesures de réduction de la consommation énergétique quantifiées. Pour le transport aérien, les mesures mises en place visent à optimiser la consommation énergétique des aéroports, avec notamment des actions relatives à l'optimisation des besoins en chauffage et climatisation ainsi qu'à la mise en place de procédures au sol et en vol limitant la consommation de kérosène : roulage sur un moteur, optimisation des routes aériennes, recours à l'énergie électrique lorsque l'avion est au sol, développement de l'écoconduite. Garant du plan de sobriété énergétique, l'État se doit également d'être à la fois exemplaire et force de proposition et d'expérimentation.



Il prendra toute sa part afin d'impulser un engagement collectif et solidaire, avec la mise en place d'un plan d'action ambitieux comprenant une meilleure gestion des bâtiments de l'État, un accompagnement de la transition dans les mobilités, une réduction de ses consommations liées au numérique et des actions en lien avec la commande publique.

Les grands acteurs du transport aérien s'engagent aussi

Les aéroports ont élaboré des plans d'urgence comprenant différentes mesures : réduction et optimisation des éclairages dans les aéroports, utilisation raisonnée de la climatisation et du chauffage, révision de contrats d'achats d'énergie et sensibilisation des passagers et des tiers. ADP a mis en place un plan de sobriété énergétique en septembre 2022. Ce plan prévoyait pour l'électricité : la réduction des éclairages, la limitation du renouvellement d'air dans certaines zones, la limitation des portes et fenêtres ouvertes et une température de climatisation à 26 °C (été). Et pour

le gaz naturel, une température de chauffage constante à 19 °C (hiver) et une période de chauffe maximale restreinte de mi-octobre à début avril. La mobilisation de l'ensemble des collaborateurs du groupe a permis d'obtenir des gains énergétiques significatifs en 2022 par rapport à la situation de référence en 2019. Sur ses trois plateformes franciliennes, ADP a amélioré sa performance énergétique interne en 2022 de 7 % sur l'électricité par rapport à 2019, et de 31 % sur le chaud (chiffres corrigés des évolutions climatiques). Le plan de sobriété adopté par Air France à la suite de l'annonce du plan de sobriété nationale le 6 octobre 2022

a été présenté au comité exécutif et au conseil d'administration de la compagnie en octobre 2022. Un comité trimestriel « Sobriété énergétique » a été mis en place pour en mesurer les résultats et identifier de nouvelles pistes d'actions. Les mesures, qui portent notamment sur la réduction des éclairages, l'application des consignes de température dans l'ensemble des locaux de l'entreprise et la sensibilisation des salariés aux gestes individuels, ont permis de diminuer de 17 % les consommations énergétiques sur la période de mai à décembre 2022 (date de mise en place d'un premier plan d'action par la compagnie) par rapport à la référence de 2019.

1— Accélérer la décarbonation du transport aérien



©Richard Metzger/DGAC-STAC

L'année 2022 a été marquée par l'engagement historique à l'échelle mondiale de l'industrie et des États en faveur de la neutralité carbone du secteur aérien en 2050 et par l'ambition affirmée de l'Europe de réduire de 55 % ses émissions dès 2030. Au niveau national, l'élaboration de la feuille de route de décarbonation établie par le secteur aérien dans le cadre de l'article 301 de la loi Climat et résilience a fait l'objet d'échanges riches entre tous les acteurs de la chaîne de valeur. Cette contribution du secteur alimentera les travaux menés par le gouvernement et le Parlement pour définir la nouvelle stratégie française sur l'énergie et le climat.

5

PROJETS RETENUS dans le cadre de l'appel à projets « Développement d'une filière de production française de CAD » pour un soutien de 18 M€.

2026

LA FIN DES QUOTAS GRATUITS DANS LE CADRE DE L'ETS À L'HORIZON 2026

100 %

DES ÉMISSIONS DE CO₂ des compagnies sur le champ domestique devront être **compensées** en 2024.

Les carburants aéronautiques durables, un sujet international d'ampleur

Afin de voir émerger une filière de production de CAD en France à court terme, tout en maintenant la dynamique nationale actuelle, les efforts de l'année 2022 ont d'abord porté sur les échelles européenne et internationale.

Au niveau européen, l'objectif de la présidence française de l'Union a été d'harmoniser les ambitions dans le domaine des CAD en faisant aboutir les négociations au Conseil de l'UE sur le règlement ReFuel EU Aviation.

L'orientation générale obtenue en juin 2022 a rempli cet objectif puisque le texte prévoit une obligation croissante d'incorporation de CAD dans les réservoirs des exploitants aériens européens et non européens qui s'approvisionnent dans les aéroports de l'UE de plus de 1 million de passagers par an (initialement, le taux d'incorporation prévu était de 2 % en 2025, 6 % en 2030, 20 % en 2035, et plus de 50 % en 2050, avec des sous-objectifs d'incorporation pour les carburants de synthèse). Bâti sur la proposition de la Commission européenne, le texte adopté prévoit les flexibilités nécessaires pour une approche harmonisée et équilibrée au sein des États membres. En effet, le texte du Conseil établit une définition des CAD qui inclut les électrocarburants (ou e-fuels) produits avec de l'électricité bas carbone; une période transitoire assez large afin de permettre aux fournisseurs de carburants d'anticiper l'adaptation de leur chaîne logistique, ainsi que l'exemption des aéroports dépendant

de fortes contraintes logistiques d'approvisionnement. À la suite de la position du Parlement européen sur le texte, adoptée en juillet 2022, les négociations entre la Commission, le Conseil des ministres et le Parlement, nommées «trilogues», ont débuté sous présidence tchèque au second semestre 2022. Elles ont abouti en avril 2023 sous présidence suédoise, les trois institutions parvenant à un accord plus ambitieux que la proposition initiale de la Commission énoncée ci-dessus : le taux d'incorporation de CAD augmentera progressivement : il devra toujours atteindre 2 % en 2025, puis 6 % en 2030... mais 70 % en 2050 (au lieu de 50 %) dont 35 % d'e-fuel. Les carburants de synthèse bas carbone produits à partir d'hydrogène provenant de l'énergie nucléaire pourront être pris en compte pour atteindre ces objectifs d'incorporation conformément au souhait de la France. Cet accord provisoire doit maintenant être voté par les institutions européennes.

Au niveau international, l'année 2022 a permis de clôturer le douzième cycle de travail du CAEP et de définir les priorités du cycle 13 pour la période 2022-2024.

S'agissant des CAD, l'accent a été mis sur les électrocarburants (e-fuels). Jusqu'alors peu étudiés au sein du sous-groupe du CAEP concerné par

les carburants et dénommé Fuel Task Group (FTG), les e-fuels sont pourtant un levier déterminant pour la décarbonation de long terme, notamment sur les lignes aériennes qui ne pourront pas bénéficier des technologies de rupture concernant l'électrification ou l'hydrogène. Le FTG travaille à la définition des éléments techniques à ajouter aux SARP (voir encadré p. 7) permettant d'assurer aux e-fuels un niveau de prise en compte équivalent à celui existant pour les autres CAD.

Mutualiser les efforts pour soutenir le développement des CAD.

Au niveau européen comme au niveau international, des instances d'échanges sont créées pour mutualiser les efforts et harmoniser les actions mises en œuvre pour assurer le développement de CAD, dans le respect des objectifs collectivement fixés.



© AIRBUS - Jane Widdowson / Beetroot

En Europe, l'alliance industrielle pour la chaîne de valeur des carburants renouvelables et à faible intensité de carbone (ou Renewable and Low-Carbon Fuels Value Chain Industrial Alliance – RCLF – en anglais) a été constituée le 6 avril 2022. Composée de deux chambres dont l'une dédiée au transport aérien et animée par Safran, et l'autre relative au transport maritime, elle est ouverte à tous les acteurs du secteur. La France a été le premier État membre à s'y inscrire et à y participer activement. Cette alliance vient compléter le cadre réglementaire harmonisé par le règlement ReFuel EU Aviation. Son objectif est de concentrer les efforts visant à accélérer la production et la mise sur le marché de CAD à des prix abordables. Les thématiques clés identifiées par l'alliance couvrent en particulier l'accès au financement, la disponibilité

des ressources et les synergies à mettre en œuvre entre secteurs.

Au niveau international, une initiative complémentaire a été prise dans le cadre du programme de l'OACI d'assistance, de renforcement des capacités et de formation pour les carburants d'aviation durables (programme ACT-SAF) présenté le 1^{er} juin 2022.

Cette initiative s'inscrit dans la volonté explicite de l'OACI qu'«*aucun pays [ne sera] laissé de côté*» (NCLB) pour la mise en œuvre des SARP. Elle est avant tout destinée à soutenir les États membres de l'OACI dans le développement d'une chaîne de valeur pour les CAD, qui leur permettrait d'atteindre les objectifs de neutralité carbone en 2050. La France, forte de sa dynamique et de son expérience sur le développement d'une filière nationale de CAD, a souhaité s'investir dans cette action.

Elle est le deuxième pays à rejoindre le programme. Dans une approche similaire à celle du programme ACT-Corsica, la première action du projet a été de fournir un socle de connaissances générales aux participants. La première des sept «ACT-SAF series» a eu lieu le 25 novembre 2022. Elle a présenté le programme et défini les CAD. Les suivantes permettront aux participants de monter progressivement en compétence sur le sujet des carburants d'aviation durables en abordant des thématiques clés comme la certification de nouveaux procédés de fabrication, la durabilité de ces carburants ou encore un retour d'expérience par les États qui ont déjà mis en œuvre des politiques de soutien au développement des CAD. Le contenu de ces sessions est accessible sur la page dédiée du site Internet de l'OACI.



De la feuille de route française aux réalisations sur le terrain en faveur des CAD

À l'échelon national, la dynamique ne ralentit pas ! L'année 2022 est celle des premières actions permettant d'atteindre les objectifs de la feuille de route nationale.

D'une part, l'appel à projets « Développement d'une filière de production française de carburants aéronautiques durables » a été clôturé en septembre 2022.

À ce jour, comme annoncé par les ministres Agnès Pannier-Runacher, Clément Beaune et Roland Lescure lors de la réunion de haut niveau du 14 février 2023, cinq projets ont été retenus pour 18 millions d'euros de financement² (cf. p. 8). Parmi eux, quatre projets sont consacrés aux carburants de synthèse : Reuze (Dunkerque), Hynovera (Territoire de Gardanne-Meyreuil), Avebio (Tartas) et France KerEAUzen (Le Havre), et un projet est consacré aux biocarburants avancés : BioTJet (France).

D'autre part, afin d'encourager l'incorporation de CAD dans le carburant vendu actuellement, une mesure fiscale incitative a été mise

en place. Depuis le 1^{er} janvier 2022, les fournisseurs de carburants sont soumis à la Taxe incitative relative à l'utilisation d'énergies renouvelables dans les transports (Tiruert), qui impose une incorporation d'au moins 1 % de CAD³ dans le carburant vendu avec des critères de durabilité précis. Les fournisseurs devront s'acquitter d'une pénalité en cas de non-atteinte de l'objectif fixé. L'adéquation de la mesure avec les objectifs nationaux et le marché des CAD est assurée annuellement. Enfin, un nouvel outil facilitant le suivi des flux de CAD vendus en France accompagne l'obligation d'incorporation minimale de la feuille de route nationale. La plateforme numérique nationale CarbuRe, initialement consacrée au transport routier, accueille désormais, grâce à une collaboration entre la DGAC et la DGEC, un environnement dédié à l'aérien. Il permet de répondre aux attentes des compagnies aériennes, consommatrices finales des CAD, pour qu'elles aient accès aux caractéristiques des CAD qu'elles achètent (matière première utilisée,

niveau de réduction des émissions de GES) dans un espace numérique sécurisé.

Se projeter vers une utilisation à 100 % de CAD

L'objectif de demain est de pouvoir consommer un carburant composé à 100 % de CAD (la certification des moteurs des avions actuels étant limitée à 50 % de CAD). Les travaux engagés dans le cadre du CORAC (Conseil pour la recherche aéronautique civile, cf. p.47) par un sous-groupe dédié cherchent à lever cette limite et à définir les solutions à mettre en œuvre. Du CAD identique à du kérosène ou non, rien n'est écarté et cette question fait l'objet d'analyses entre les acteurs français du secteur et la DGAC pour continuer de progresser vers la production d'avions utilisant 100 % de CAD.

2. <https://www.gouvernement.fr/france-2030-annonce-des-laureats-de-l-appel-a-projets-developpement-d-une-filieres-de-production>.

3. Objectif calculé annuellement et en énergie ; les biocarburants produits à partir des matières premières de l'annexe IX de la directive RedII sont comptés pour le double de leur contenu énergétique réel dans la Tiruert.

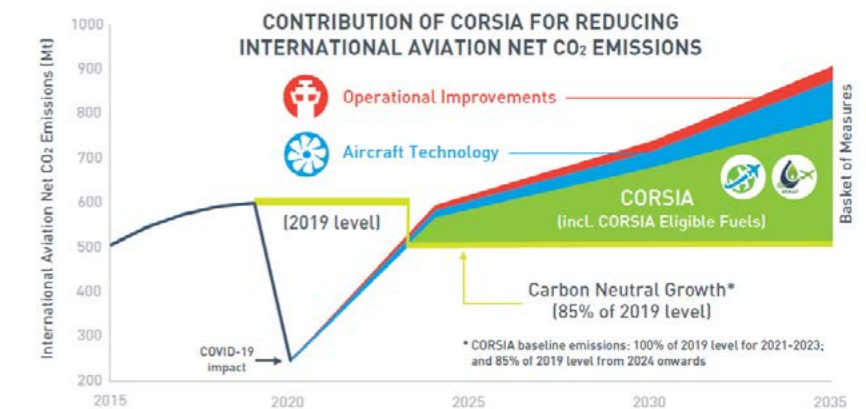
L'actualité du SEQUE-UE (ETS) et du CORSIA en 2022

Des dispositifs en place pour réduire l'impact carbone

L'année 2022 est celle de la mise en œuvre effective du dispositif national de compensation des émissions de CO₂ des vols domestiques prévu par l'article 147 de la loi Climat et résilience. Ce dispositif complète, sur le territoire national, le Système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQUE-UE, ou ETS en anglais, Emission Trading System) et le dispositif pour la réduction et la compensation des émissions de carbone de l'aviation internationale (CORSIA). Un exploitant pourra être soumis simultanément aux trois dispositifs en fonction du périmètre de ses émissions, des règles d'application de ceux-ci et de son activité.

Des mécanismes différents pour un même objectif

Si le SEQUE-UE repose sur le principe de restitution de quotas d'émissions suivant l'approche « pollueur/payeur », le CORSIA et le dispositif national issu de l'article 147 de la loi Climat et résilience (cf. p. 16) visent à compenser les émissions de l'aviation par le financement de projets comme des projets forestiers ou agricoles.



Des ajustements pour CORSIA et SEQUE-UE

Le CORSIA est entré dans sa première phase opérationnelle en 2021 pour une durée de trois ans. Les premières exigences de compensation seront calculées à l'issue de cette première phase triennale 2021-2023, pour une première compensation effectuée en 2025. Lors de sa 41^e assemblée en octobre 2022 (cf. p. 6), l'OACI a confirmé que les émissions de l'année 2019 constitueront le niveau de référence pour le calcul des compensations du CORSIA sur la phase triennale en cours 2021-2023 ; elle a aussi acté une évolution plus ambitieuse en abaissant le niveau de référence à 85 % des émissions de l'année 2019 pour les phases ultérieures à compter

de 2024. Enfin, il a été décidé que la prise en compte, dans le calcul des compensations, de la croissance des opérateurs serait repoussée à 2032 et son poids limité à 15 %. Ces ajustements résultent de négociations qui constituent un point d'équilibre avec celles sur le LTAG (Long Term Global Aspirational Goal). La révision de la réglementation relative au SEQUE-UE (EU-ETS) a également été négociée par les institutions européennes afin notamment d'articuler le système européen avec le CORSIA. La directive ETS révisée vise en effet principalement à la fois :

- à renforcer l'ambition du SEQUE-UE en supprimant rapidement l'allocation gratuite de quotas

historiques ; baisse de 25 % en 2024 et de 50 % en 2025, puis de 100 % à partir de 2026 pour basculer vers la totalité des quotas mis aux enchères ;

- à articuler le marché ETS européen avec le CORSIA en utilisant l'option « clean-cut » (application du SEQUE-UE limitée aux vols intraeuropéens et application du CORSIA limitée aux vols extra-UE) ;
- à encourager l'import de carburants d'aviation durables (CAD) par l'allocation de quotas gratuits dits « SAF allowances », qui compensent l'écart de prix entre CAD et kérosène fossile ;
- à inclure les effets hors CO₂ de l'aviation dans un cadre de surveillance, déclaration et vérification (MRV) de l'ETS.

La loi Climat et résilience

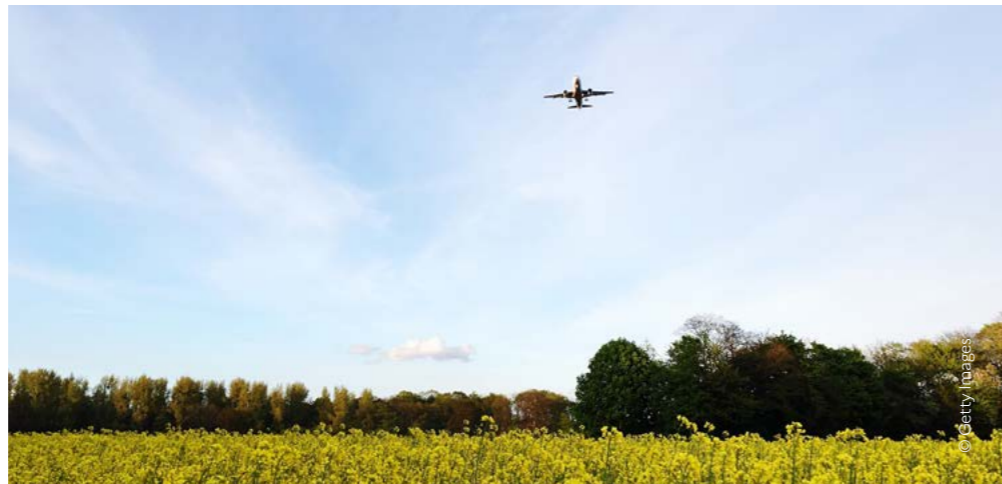
entre progressivement en application

Les articles 142 à 147 de la loi Climat et résilience du 22 août 2021, ainsi que l'article 12, consacrés au transport aérien, prévoient des décrets d'application pour certaines mesures, des rapports pour d'autres. Où en sommes-nous aujourd'hui ?

Sur les décrets :

- L'interdiction de créer de nouveaux aéroports ou d'agrandir un aéroport (pris en application de l'article 146 de la loi), dès lors que ces travaux aboutiraient à une augmentation nette des émissions, est devenue effective par le décret du 23 juin 2022. Les aéroports ultramarins, de Bâle-Mulhouse, de Nantes et les hélistations ne sont pas concernés par cette interdiction.

- Le décret « 2 h 30 » (pris en application de l'article 145 de la loi) interdisant les vols intérieurs, dès lors qu'un transport par train direct et dans des conditions satisfaisantes est possible en moins de 2 h 30, a fait l'objet d'échanges nourris avec la Commission européenne qui a finalement rendu un avis favorable sur la compatibilité de la mesure aux règles du marché. Après un dernier examen par le Conseil d'État, le décret a été publié le 23 mai 2023. Les conditions satisfaisantes seront appréciées selon la fréquence et les horaires des trains directs, en particulier le matin et le soir, afin de permettre un aller-retour dans la journée, en étant présent à destination durant 8 heures. Trois lignes sont concernées à ce jour par la fermeture en application du décret : celles reliant Orly à Nantes, à Bordeaux



et à Lyon. Au fur et à mesure que l'offre ferroviaire s'améliorera, avec des fréquences plus nombreuses et des horaires adaptés, davantage de liaisons ferroviaires pourront être considérées comme répondant aux conditions fixées par le décret et d'autres lignes aériennes intérieures pourraient donc être supprimées.

- L'article 147 de la loi prévoit l'obligation de compenser la totalité des émissions des vols intérieurs d'ici à 2024 (voir page suivante).
- L'article 12 de la loi vise à encadrer la publicité pour les produits et services « neutres en carbone ». Ainsi, depuis le 1^{er} janvier 2023, il est interdit aux annonceurs d'affirmer dans une publicité qu'un produit ou service est « neutre en carbone » sans le démontrer (cf. décrets n° 2022-538 et 2022-539 du 13 avril 2022).

S'agissant des rapports du gouvernement au Parlement :

- Dans son article 142, la loi Climat et résilience demande au gouvernement de remettre

au Parlement deux rapports : l'un sur la manière de fixer d'ici à 2025 un prix du carbone « au moins équivalent au prix moyen constaté sur le marché du carbone pertinent », l'autre sur l'accompagnement du secteur aérien dans sa stratégie de décarbonation. Ces deux rapports sont en cours de finalisation.

- L'article 144 de la loi prévoit que l'État lutte contre la vente à perte de billets d'avion, notamment par une évolution de la réglementation européenne permettant d'instaurer un prix minimal de vente des billets. L'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) et l'Inspection générale des finances (IGF) ont remis leurs conclusions au gouvernement. Ces propositions pourront servir à alimenter les débats dans le cadre de la planification écologique.

La compensation carbone se met en place

LABEL BAS CARBONE

L'obligation de compensation des émissions de gaz des vols intérieurs est entrée en vigueur en 2022.



Cette obligation, prévue par l'art. 147 de la loi Climat et résilience, s'applique aux exploitants d'aéronefs soumis à l'ETS (cf. p. 15), réalisant des vols intérieurs entre deux aéroports de métropole et générant plus de 1000 tonnes de CO₂ par an sur le territoire national. Les vols entre la métropole et les territoires d'outre-mer ne sont pas concernés. L'obligation est progressive : les exploitants impliqués doivent compenser 50 % de leurs émissions en 2022, 70 % en 2023 et la totalité de leurs émissions en 2024. Cette obligation doit aussi répondre à certaines conditions :

- Les projets sélectionnés par les exploitants doivent se situer dans l'UE pour 20 % d'entre eux en 2022, 35 % en 2023 et 50 % en 2024. À partir de 2025, ce pourcentage sera déterminé par un nouvel arrêté. Une dérogation à cette disposition n'est possible que si l'exploitant justifie son impossibilité de trouver suffisamment de projets de compensation en UE répondant aux principes édictés par le décret.
- Les projets de compensation doivent être mesurables, vérifiables, permanents et additionnels

(art. R. 229-102-1 du Code de l'environnement), ce qui est le cas des projets français certifiés « **label Bas carbone** » et des projets Corsia. Un arrêté est en cours d'adoption pour valoriser les projets de compensation apportant des améliorations significatives en matière de préservation et de restauration de la biodiversité. Ces crédits carbone seront majorés à hauteur de 15 % maximum, par exploitant et par an. En cas de non-respect de la compensation, le montant de l'amende est de 100 € par tonne de gaz à effet de serre (GES) non compensée par l'exploitant, amende s'appliquant aussi en cas de non-remise du rapport de compensation que l'exploitant doit remettre tous les ans au ministère de la Transition énergétique pour le 1^{er} juin, accompagné du rapport de vérification établi par un vérificateur agréé. Parmi ces standards, le « **label Bas carbone** », créé par le MTECT en 2018, a pour objectif de faire émerger un marché français et européen de la compensation avec exigences environnementales élevées et au niveau des meilleurs standards internationaux.

COMPENSATION DES ÉMISSIONS, CRÉDITS CARBONE, DE QUOI PARLE-T-ON ?

L'objectif de la **compensation** est de financer des projets permettant de stocker du CO₂ (renouvellement forestier par exemple) ou de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'autres activités. Pour s'acquitter de leur obligation de compensation, les exploitants utilisent des **crédits carbone**. Il s'agit de documents délivrés à la suite d'un projet de compensation qui certifie que l'exploitant a supprimé ou évité des émissions de CO₂. Un crédit carbone correspond à une tonne de CO₂ évitée ou séquestrée. De nombreux standards de compensation européens et internationaux existent, ils peuvent être comparés selon les cinq critères fondamentaux (unicité, mesurabilité, vérifiabilité, permanence et additionnalité) ainsi que selon des critères socio-économiques et environnementaux. Le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (MTECT) a réalisé une étude comparée de ces standards disponible sur son site.

Les aéroports français en marche vers la décarbonation



Parkings recouverts de photovoltaïques; aéroport de Nice

Un fort engagement des aéroports français dans la décarbonation.

Les aéroports français sont fortement engagés dans la décarbonation de leur structure. Ainsi, sur 86 pays représentés dans l'Airport Carbon Accreditation (ACA), la France regroupe de loin le plus grand nombre d'aéroports engagés dans la démarche. Développée par l'Airport Council International (ACI), l'ACA est un programme de certification basé sur le volontariat dans lequel les aéroports s'engagent à réduire leurs émissions de CO₂. Elle comprend six niveaux, le plus élevé correspondant à une réduction des émissions des aéroports et des tiers en valeur absolue, en accord avec l'Accord de Paris, ainsi que la compensation des émissions résiduelles. Lancé en 2020 à l'initiative de l'Union des aéroports français et francophones associés (UAF), le programme **EASEE** (Engagement des aéroports pour la sobriété énergétique et l'environnement) propose un accompagnement technique et financier aux aéroports, notamment aux petites et moyennes plateformes afin de faciliter leur intégration puis leur progression dans le dispositif ACA. Fin 2022, 74 aéroports français ont rejoint le programme EASEE. 46 sont partis de rien pour

atteindre pour la plupart le niveau 2 et 27 ont atteint le niveau 3. Les aéroports français représentent maintenant près de 30 % du nombre total d'aéroports accrédités en Europe et 15 % à l'échelle mondiale. Un programme EASEE 2 est à l'étude pour aider le maximum d'aéroports à parvenir au niveau 3.

La loi du 10 mars 2023 permettra l'accélération de la production des énergies renouvelables.

Son objectif est clair : cette loi doit permettre d'aller « deux fois plus vite » pour déployer les énergies renouvelables afin de rattraper le retard persistant de la France en la matière. Elle repose sur 4 piliers : accélérer les procédures, libérer le foncier nécessaire, accélérer le déploiement de l'éolien en mer et améliorer le financement et l'attractivité des projets d'énergie renouvelable. L'exploitation aéroportuaire est essentiellement concernée par l'article 11 relatif à l'installation de panneaux photovoltaïques sur ombrières. Les parcs de stationnement extérieurs d'une superficie supérieure à 1500 m² devront être équipés, sur au moins la moitié de cette superficie, d'ombrières intégrant un procédé de production d'énergie renouvelable

74

aéroports se sont engagés dans le programme ACA.

Après les aéroports de la Côte d'Azur, l'aéroport de Lyon obtient le niveau ACA4+.

sur la totalité de leur partie supérieure assurant l'ombrage. Ces dispositions entreront en vigueur au 1^{er} juillet 2026.

Révision de la note d'information technique relative aux projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximité des aérodromes.

La note d'information technique (NIT) relative à l'implantation des **panneaux photovoltaïques** à proximité des aérodromes a été révisée fin novembre 2022 par le Service technique de l'aviation civile (STAC). Cette mise à jour prend en compte le contexte économique ainsi que la volonté politique de développement de champs solaires dans le voisinage des aérodromes, tout en simplifiant les processus d'étude d'éblouissement par les porteurs de projet et de traitement de ces dossiers par la DGAC. Cette mise à jour de la NIT résulte d'un travail de coordination avec les autorités de l'aviation civile européennes et américaines, l'Institut de recherche biomédicale des armées (IRBA), l'UGE et des industriels français du secteur solaire. Des études sur l'éblouissement et l'incapacité des pilotes sont également en cours avec des prestataires extérieurs.

Cette note est disponible sur le site du ministère :

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/3_2_NIT_Photovoltaïque_V5_signee_10nov2022.pdf



Aéroport de St Pierre Pierrefonds, La Réunion

Vulnérabilité des aéroports face au changement climatique

Dans le cadre du Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), le STAC a développé en 2013 une **méthodologie d'évaluation des aléas climatiques et de leurs impacts potentiels sur les aérodromes métropolitains** à l'horizon 2100. En 2019, la méthodologie a abouti à la création de l'outil **Vulclim** qui, à partir d'un questionnaire en ligne, établit une grille de vulnérabilité pointant les faiblesses de la plateforme face au changement climatique. En 2022, Vulclim a été mis à jour pour prendre en compte les nouvelles projections climatiques proposées sur le site Drias à partir

des scénarios du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). La note d'information technique consacrée à ce sujet a également été mise à jour.

Les rencontres des aéroports français et francophones programmées par l'UAF ainsi que le séminaire « Résilience des aéroports » organisé par Proavia ont été l'occasion de réunir de nombreux acteurs (exploitants aéroportuaires, Météo France, Eurocontrol, DGAC) autour de cet enjeu. Les témoignages des aéroports de Nice, Kansai et les avis d'experts, notamment de la DGAC, Météo France, Eurocontrol et Airbus ont permis d'échanger

sur les risques et les stratégies à mettre en place. Des sociétés innovantes et les représentants des projets OLGA, Stragate et Tulips (lauréats du programme Horizon 2020 de la Commission européenne nommé « Green Airport »), menés respectivement par le Groupe ADP, Aéroport de Bruxelles et Aéroport d'Amsterdam, ont présenté leurs solutions et leurs expérimentations pour atténuer l'empreinte environnementale des aéroports et les rendre plus résilients face au changement climatique et aux risques météorologiques extrêmes.

Une circulation aérienne plus respectueuse de l'environnement

Amélioration de la performance environnementale

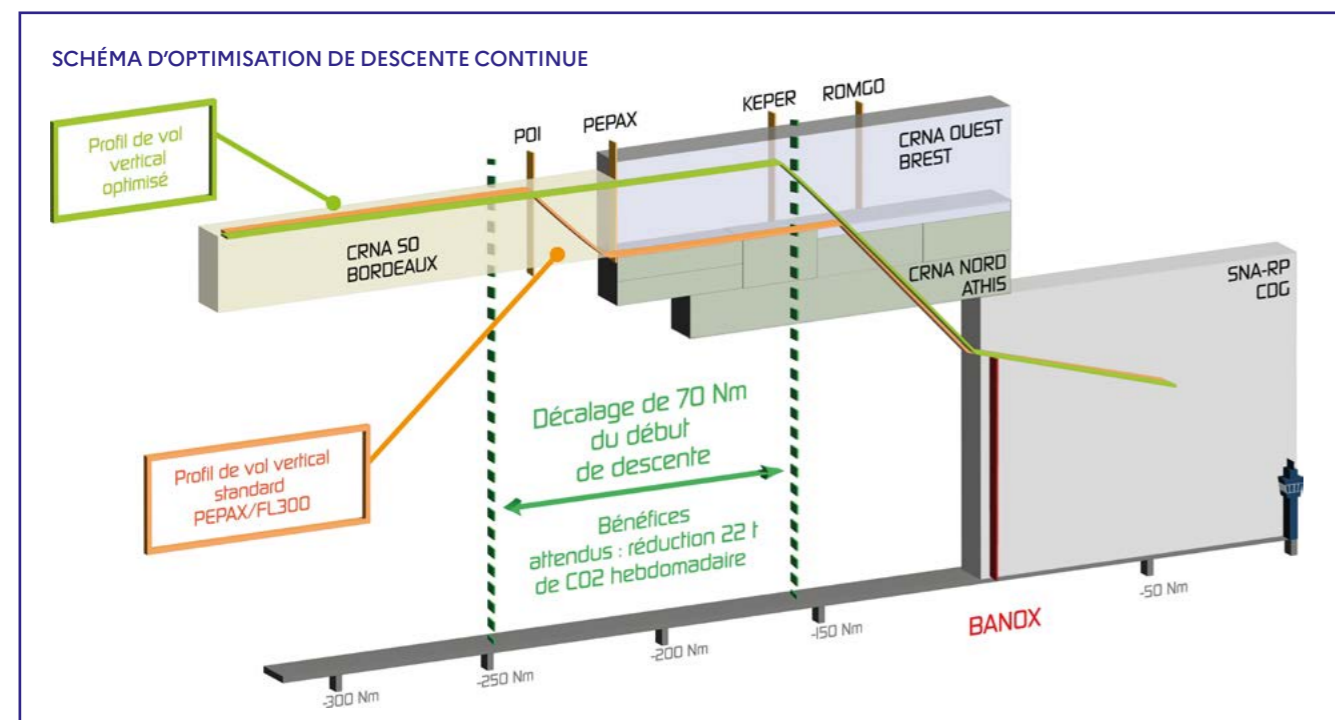
La mise en œuvre de nouvelles procédures de vol, les modifications d'espace, l'ajustement dynamique des contraintes sont des éléments importants d'amélioration de la performance environnementale.

La stratégie de la DSNA aborde la performance environnementale à l'échelle des flux de trafic

et non sur la base du vol par fait. Aussi, l'enjeu est de trouver, en fonction du trafic, le meilleur équilibre entre la recherche de trajectoires optimales et la volonté de simplifier les croisements des flux pour fluidifier l'écoulement du trafic. Cela repose sur une gestion du trafic aérien plus

dynamique et une meilleure compréhension de l'impact des concepts « Green Operations » sur la capacité. La DSNA a créé un groupe de travail « Green Operations » avec des compagnies aériennes pour apporter des solutions court terme à l'amélioration des trajectoires dans les régions les plus contraintes. À titre d'exemple, Air France estime que l'optimisation verticale des profils de vols à destination des aéroports de Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-Orly représenterait une économie annuelle d'environ 12 000 tonnes de kérosène, soit l'équivalent d'environ 3 000 vols Paris-Nice. Une première évaluation opérationnelle s'est concentrée sur le flux des vols arrivant la nuit par

le Sud-Ouest en région parisienne, à l'interface des CRNA Sud-Ouest, Ouest et Nord, considéré comme le plus pénalisant du réseau Air France en matière environnementale. Ainsi, depuis le 1^{er} décembre 2022, une procédure vise à maintenir chaque avion de ce flux à un niveau de vol optimisé (FL 360 au lieu de FL 300) au plus proche du Top of Descent (TOD) idéal. Le gain estimé est d'environ 300 kg de kérosène par vol optimisé. De plus, les solutions Sesar comme celles validées dans le projet Heron (cf. p. 46) devraient permettre d'étendre ces améliorations au trafic de jour, plus soutenu. Au-delà de la gestion en temps réel, il s'agira de définir des



processus aux niveaux stratégique et pré-tactique en ciblant des méthodes de travail adaptées et en faisant évoluer les outils afin d'identifier plus facilement des plages temporelles d'optimisations possibles.

« Green Descents » : des descentes optimisées et plus écologiques.

En région parisienne, des procédures appelées « Green Descents », visant à maintenir les avions à un niveau de vol plus élevé et à réduire les longueurs des paliers en approche lors du transfert de contrôle entre le CRNA et les approches, sont évaluées depuis fin 2020 lorsque le niveau de trafic le permet. Elles contribuent à une meilleure optimisation des profils en approche, donc à une réduction des émissions gazeuses. Après plusieurs étapes d'affinage du dispositif et de démonstration des gains réels, la phase de pérennisation peut être lancée en 2023.

Descente sur Ajaccio par la face nord par guidage satellitaire.

Le 4 avril 2022, un Airbus A320neo d'Air Corsica a inauguré une nouvelle procédure PBN (Performance Based Navigation) d'arrivée par le nord sur l'aéroport d'Ajaccio. Cette procédure dite « RNP AR » (Required Navigation Performance with Authorization Required) permet aux équipages et avions certifiés d'atterrir face à la mer, en toute sécurité, en survolant une région montagneuse avec des conditions météorologiques dégradées (plafond de 630 pieds ou 190 mètres et 2 800 mètres de visibilité). Cette procédure exigeante en matière de niveau de performance a fait l'objet d'une autorisation opérationnelle délivrée par l'autorité nationale de surveillance (DSAC). La procédure, qui s'appuie sur un guidage GPS, offre une approche sûre et plus courte avec un profil de descente optimisé qui apporte **des gains environnementaux significatifs en matière de bruit et de réduction de la consommation de carburant, et donc d'émissions de**

CO₂. Le temps de vol est réduit d'environ 10 minutes sur ce segment par rapport à une arrivée ILS par le sud. De plus, cette procédure RNP AR évite de survoler des zones urbanisées. Elle améliore aussi l'accessibilité de l'aéroport en réduisant les détournements. Dans le cadre du programme Sesar, la procédure RNP AR a été évaluée à l'échelle européenne sur d'autres terrains aux configurations locales aussi très contraintes. En France, ce sont les organismes de contrôle de Nice et d'Ajaccio qui ont grandement contribué au succès du développement de la procédure qui a reçu le prix de la catégorie Environnement lors du World ATM Congress à Madrid en 2017. Ce type de procédure sera à terme étendu



La DSNA a entamé la labellisation de ses services conformément à la démarche « Green ATM » que Canso a lancée en 2022.

aux aéroports de Bordeaux, Marseille, Nice, et Chambéry. En attendant que les avions soient certifiés « RNP AR », une procédure hybride dite « RNP VPT », associant IFR et VFR, sera bientôt disponible.

GAINS CO₂ EN 2022

En 2022, l'action des contrôleurs de la circulation aérienne, notamment par l'utilisation optimale de l'espace aérien, a permis une réduction des émissions de CO₂ et des coûts dus aux différences (en Nm) entre les vols réalisés et les vols planifiés.

Réduction des distances parcourues	17932043 Nm
Réduction des distances parcourues	91453 t
Réduction des émissions de CO ₂	288 000 t



Descente sur Ajaccio



© Getty Images

Des outils modernisés pour une meilleure performance environnementale

La modernisation technique permet l'amélioration de la performance environnementale.

Le déploiement de l'outil «4Flight», un nouvel environnement de contrôle et de traitement des plans de vol pour les centres en route de la navigation aérienne, est majeur dans ce domaine. D'autres systèmes contribuent également à ces avancées. On peut citer l'outil Salto.

Salto, une aide à l'optimisation de la gestion des flux de trafic.

En septembre 2022, les 5 CRNA français ont déployé une nouvelle version de l'outil Salto. Utilisé par le gestionnaire des flux (FMP), il sert à anticiper, sur une plage temporelle donnée, les pointes de trafic et les possibles dépassements de la capacité de contrôle dans les secteurs.

Des fonctions de simulation de changements de configuration ou de mesures participent à la prise de décision. Chaque opérateur peut envoyer de manière électronique vers le *network manager* des demandes de régulation, de mesures plus

ponctuelles ou de changements de configuration de secteurs, dans un objectif d'adéquation entre la capacité de contrôle disponible et les flux de trafic attendus. Ainsi, en optimisant la gestion des flux de trafic, Salto contribue à une aviation plus verte.

Acropole.

L'outil «Acropole» permet quant à lui de définir de nouveaux indicateurs de performance utilisant l'intelligence artificielle pour déterminer la consommation de carburant pour chaque vol. Il permet d'analyser les trajectoires des avions et d'en identifier les éventuelles inefficacités en matière de consommation. Pour cela, la consommation du vol suivi est comparée aux consommations des autres vols sur ce même flux. Une profondeur de 5 années est disponible.

SkyLab, un outil innovant pour piloter la performance opérationnelle.

L'outil «SkyLab» développé par la DSNA enregistre de manière automatisée de nombreuses données liées aux services de navigation aérienne rendus. Il présente à J+1 une série

d'indicateurs de performance concernant la sécurité, l'environnement, la capacité et la météo. Ces informations permettent de contrôler a posteriori la performance de la navigation aérienne et de mener des études d'amélioration de la performance correspondant aux besoins opérationnels. Dans l'outil, la performance environnementale est analysée grâce aux taux d'utilisation des montées et descentes continues (CCO et CDO), aux altitudes de livraison des avions dans l'espace géré par l'approche de Paris-CDG, aux taux d'adhérence, aux approches de nuit, au respect des procédures ainsi qu'aux bilans de consommation de carburant et de réduction d'émissions de CO₂. L'outil «SkyLab» a été déployé à ce jour dans les organismes de contrôle de Bâle-Mulhouse, Nice, Orly, CDG, Le Bourget, Toulouse, Lyon et Bordeaux. En 2023, il est prévu de poursuivre son implémentation sur les aéroports les plus importants ainsi que dans un CRNA. Enfin, la possibilité d'intégrer les données de l'outil «Acropole» dans l'outil «SkyLab» est en cours.

2 —

Limiter les nuisances sonores



© @Richard Metzger/DGAC-STAC

Limiter les nuisances sonores aériennes est essentiel pour préserver la qualité de vie des populations survolées et prévenir les effets néfastes sur la santé. La DGAC joue un rôle central dans la gestion des nuisances sonores aériennes en élaborant et en appliquant la réglementation environnementale. La coopération entre l'État, les acteurs du secteur aérien et les riverains est primordiale pour trouver des solutions durables permettant de limiter les nuisances sonores tout en garantissant une mobilité aérienne efficace et sécurisée.

20 M€

SUR LE BUDGET GÉNÉRAL DE L'ÉTAT attribués au dispositif d'aide à l'insonorisation sur les cinq plateformes présentant le besoin le plus élevé (Beauvais-Tillé, Paris-Charles-de-Gaulle et Le Bourget, Nantes-Atlantique et Toulouse-Blagnac).

4 PPBE

APPROUVÉS (Bordeaux-Mérignac, Nice-Côte-d'Azur, Paris-Orly et Toulouse-Blagnac).

3

ARRÊTÉS DE RESTRICTION ENTRÉS EN VIGUEUR (Bâle-Mulhouse, Nantes-Atlantique et Lyon-Saint-Exupéry).

L'approche équilibrée de la gestion du bruit des aéronefs, bilan 2022

La politique de maîtrise des nuisances sonores s'appuie sur les quatre piliers d'action du concept d'approche équilibrée, défini par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) : la réduction du bruit à la source (exploitation d'avions acoustiquement plus performants); la planification et la gestion de l'utilisation des terrains environnant l'aéroport (contraintes d'urbanisme fixées par les plans d'exposition au bruit et par le dispositif d'aide à l'insonorisation autour du plan de gêne sonore); une exploitation des vols à moindre bruit (trajectoires visant à réduire les nuisances sonores); les restrictions d'exploitation dans les aéroports (couvre-feu, plafonnement des mouvements...)

Tous les cinq ans, **des cartes stratégiques de bruit (CSB)** dressent l'état des lieux du niveau d'exposition au bruit actuel et futur des principaux aéroports français, permettant d'établir un diagnostic auquel répond un plan d'action associé : **le plan de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE)**.

Le PPBE rassemble les mesures, relevant des trois premiers piliers de l'approche équilibrée, à prendre sur les cinq années à venir. Il traduit les engagements de l'État en matière de lutte contre les nuisances sonores. Les acteurs intéressés peuvent porter des mesures sur la base d'un engagement volontaire. Figure ainsi dans le PPBE de Paris-Charles-de-Gaulle portant sur la période 2022-2026 un engagement des compagnies aériennes à accélérer le renouvellement de leur flotte (en particulier Air France et FedEx). Ces plans d'action font l'objet d'une concertation renforcée. La DGAC, accompagnée des services préfectoraux, participe régulièrement à des réunions avec l'ensemble des parties prenantes dans un souci constant de dialogue et de transparence. À cette phase de dialogue s'ajoute la consultation

du public sur le projet de PPBE. Celui de Paris-CDG a ainsi fait l'objet de plus de 1600 commentaires dont une synthèse a été publiée en décembre 2022. En 2022, les PPBE de Bordeaux-Mérignac, Nice-Côte-d'Azur, Paris-Orly et Toulouse-Blagnac ont été approuvés; ceux de Marseille-Provence et Paris-Charles-de-Gaulle (pour la période 2022-2026) ont fait l'objet d'une concertation préalable à leur adoption.

Si les mesures envisagées n'empêchent pas l'émergence d'un problème de bruit ou ne résolvent pas une question déjà identifiée, le PPBE peut prévoir le lancement d'une étude dite d'impact selon l'approche équilibrée (**EIAE**) pour l'introduction de restrictions d'exploitation (quatrième pilier de l'approche

équilibrée). Cette étude est réalisée conformément aux dispositions du règlement européen (UE) n° 598/2014 relatif à l'établissement de règles et de procédures concernant l'introduction de restrictions d'exploitation liées au bruit dans les aéroports de l'Union, dans le cadre d'une approche équilibrée. Des études menées pour trois aéroports ont conduit à prendre autant d'arrêtés de restriction. Ceux de Bâle-Mulhouse et Nantes-Atlantique, entrés en vigueur en 2022, ont permis une amélioration de la situation sonore autour de l'aéroport. À Nantes, le nombre de mouvements réalisés entre minuit et 6 heures a été divisé par six avec l'instauration d'un couvre-feu, passant en moyenne de 9 vols nocturnes à 1,3. À Bâle-Mulhouse, depuis l'interdiction des départs

AÉROPORT	PUBLICATION DE L'ARRÊTÉ	ENTRÉE EN VIGUEUR	CONTENU DE L'ARRÊTÉ
BÂLE-MULHOUSE	6 août 2021	1 ^{er} février 2022	Interdiction des aéronefs de chapitre 3 avec marge cumulée inférieure à 13 EPNdB entre 22 h et 6 h. Couvre-feu : Interdiction des départs programmés entre 23 h et minuit.
LYON-SAINT-EXUPÉRY	29 juin 2022	1 ^{er} février 2023	Interdiction des aéronefs de chapitre 3 avec marge cumulée inférieure à 13 EPNdB entre 22 h et 6 h.
NANTES-ATLANTIQUE	28 sept. 2021	8 avril 2022	Interdiction des aéronefs chapitre 3, avec marge cumulée inférieure à 13 EPNdB entre 22h et 6h Couvre-feu : Interdiction des vols programmés entre minuit et 6h.

programmés entre 23 heures et minuit, l'exploitant a constaté une diminution de 75 % de la surface impactée (homogène) par le bruit sur cette heure. L'arrêté pour Lyon est entré en vigueur au premier trimestre 2023; un premier bilan pourra être fait prochainement. L'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (Acnusa) est enfin compétente pour sanctionner les infractions aux restrictions d'exploitation liées au bruit, le montant de l'amende pouvant aller jusqu'à 40 000 € pour les personnes morales.

Désignation d'une nouvelle autorité compétente chargée de la procédure à suivre lors de l'adoption des restrictions d'exploitation.

Saisi par des associations de défense de riverains d'aéroport, le Conseil d'État a jugé le 5 avril 2022 que la DGAC ne présentait pas les garanties suffisantes d'indépendance prévues par le règlement n° 598/2014 pour faire office d'autorité compétente « chargée de la procédure à suivre lors de l'adoption de restrictions d'exploitation d'aérodromes ». La DGAC travaille donc activement pour désigner une autorité

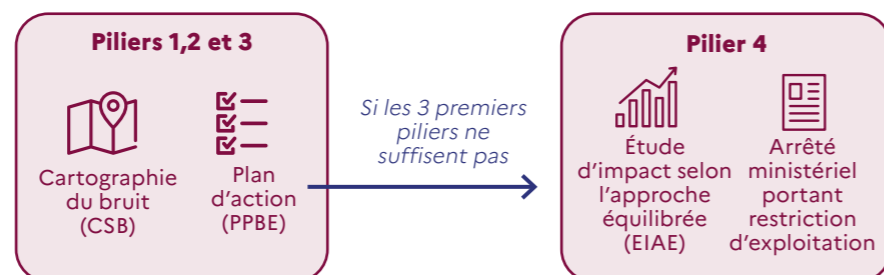
compétente répondant aux prescriptions du Conseil d'État. Dès sa désignation, une EIAE pourra être initiée pour les aéroports de Bordeaux-Mérignac, Lille-Lesquin, Marseille-Provence, Paris-Charles-de-Gaulle (CDG), Paris-Orly et Toulouse-Blagnac.

L'année 2023 sera par conséquent jalonnée par l'élaboration des EIAE d'ores et déjà programmées ainsi que des PPBE dits de 4^e échéance⁴ couvrant la période 2024-2028.

La concertation et la consultation seront au cœur de cette démarche visant à lutter contre la pollution sonore aérienne.

4. Selon le calendrier fixé par la Commission européenne.

« Des études menées pour trois aéroports ont conduit à prendre autant d'arrêtés de restriction. »



Les abondements exceptionnels de l'État

pour compenser partiellement le déficit de financement **des travaux d'insonorisation des riverains des grands aéroports**

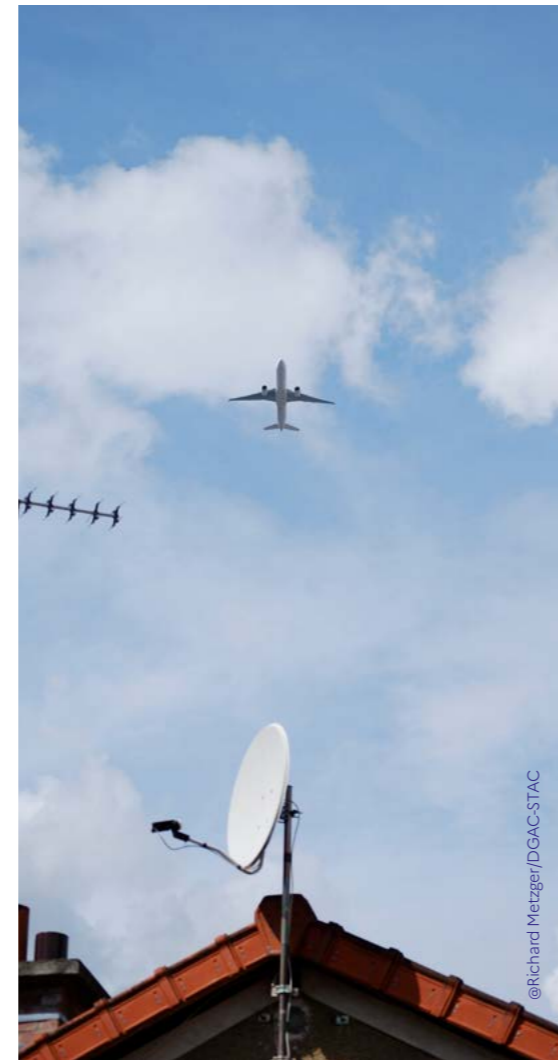
L'a politique d'aide à l'insonorisation en faveur des riverains dont les locaux sont situés autour de 11 principaux aéroports⁵ est financée par une taxe affectée qui répond au principe du « pollueur-payeur », la taxe sur les nuisances sonores aériennes (TNSA), acquittée par les compagnies aériennes.

Avant la pandémie, le produit annuel de la TNSA était de l'ordre de 45 M€ et les dépenses annuelles permettaient de financer les travaux d'environ 4 000 logements. Depuis mars 2020, la crise sanitaire mondiale a fortement limité le trafic des aéronefs et par voie de conséquence le niveau de recettes de la TNSA. Sur la période 2020-2022, le dispositif a connu des pertes de recettes cumulées s'élevant à environ 74 M€. La situation du dispositif d'aide à l'insonorisation s'est fortement dégradée, les travaux d'insonorisation ont pris du retard si bien que le Parlement a adopté, en loi de finances rectificative pour 2021 un abondement de 8 M€ qui a été réparti entre tous les aéroports relevant du dispositif.

Le gouvernement a remis au Parlement un rapport concernant les impacts de la crise sur le dispositif d'aide à l'insonorisation et les pistes de mesures correctrices, notamment la possibilité d'une compensation budgétaire totale ou partielle de cette baisse des ressources, sous forme de subvention ou d'avance de l'État.

En cohérence avec les solutions dégagées par ce rapport, le Parlement a adopté un second abondement d'un montant de 20 M€ en loi de finances rectificative pour 2022. Sa répartition a priorisé les aéroports qui présentent le besoin de financement le plus élevé : Paris-Charles-de-Gaulle, Paris-Le Bourget, Nantes-Atlantique, Toulouse-Blagnac et Beauvais-Tillé. Ces aéroports présentent un stock élevé de dossiers en attente de présentation en Commission consultative d'aide aux riverains (CCAR) à cause d'un manque de ressources.

Ce choix assure un effet immédiat à cette contribution du budget général de l'État en ce qu'elle permettra d'accélérer l'attribution des aides aux riverains. Il convient enfin de souligner que



ces deux mesures exceptionnelles dérogent au principe du pollueur-payeur et représentent un geste fort de solidarité nationale envers les riverains soumis aux nuisances sonores engendrées par le trafic aérien.

5. Beauvais-Tillé, Bordeaux-Mérignac, Lille-Lesquin, Lyon-Saint-Exupéry, Marseille-Provence, Nantes-Atlantique, Nice-Côte-d'Azur, Paris-Charles-de-Gaulle (CDG), Paris-Le Bourget (LBG), Paris-Orly et Toulouse-Blagnac.

@Richard Metzger/DGAC-STAC



© Getty Images

L'évaluation environnementale des PEB

Les Plans d'exposition au bruit (PEB) sont des documents d'urbanisme qui visent à prévenir et limiter l'exposition des riverains des aéroports aux nuisances sonores liées à l'activité aérienne. Ils sont élaborés avec l'appui technique des services de la DGAC et approuvés par décision préfectorale à l'issue d'une phase réglementaire de consultations des collectivités territoriales concernées, de l'Acnusa et du public.

Par décision du 28 octobre 2021, le Conseil d'État a jugé qu'ils devaient faire l'objet d'une évaluation environnementale préalable non prévue jusqu'à présent par la réglementation. Le Commissariat général du développement durable (CGDD) a donc travaillé avec la DGAC pour élaborer un décret portant diverses dispositions relatives à l'évaluation environnementale des plans et programmes et à la participation du public. Il vise notamment à désigner l'autorité environnementale compétente et à organiser la procédure de soumission des PEB à l'évaluation environnementale. Ce texte sera présenté dans les prochaines semaines au Conseil d'État. Enfin, un groupe de travail sera prochainement créé par l'Inspection générale du développement durable (IGDD), ses missions régionales d'autorité environnementale (MRAe) et la DGAC pour encadrer les attendus de l'évaluation environnementale d'un PEB et orienter au mieux les directions de la sécurité de l'aviation civile interrégionales dans la mise en œuvre de cette nouvelle procédure.

CIGALE : Améliorer la description de la gêne sonore des avions

Afin de mieux comprendre la gêne ressentie par les riverains lors d'un passage d'avion, un projet de recherche interdisciplinaire intitulé « Cigale » (Conciliation des études sur la gêne aéroportuaire en laboratoire et des enquêtes de terrain) a été lancé en 2019. Il réunit notamment des chercheurs de l'Onera, le CNRS, l'université de Cergy-Pontoise et le bureau de recherche en psychologie environnementale « Environnons ». L'objectif à terme est de proposer des solutions innovantes pour réduire cette gêne.

L'une des spécificités de ce projet est une meilleure intégration des facteurs non acoustiques dans la gestion des nuisances sonores afin de contribuer à l'objectif de réduction de l'impact environnemental du transport aérien.

Une enquête auprès de 1 250 riverains des aéroports de Toulouse-Blagnac et de Paris-Charles-de-Gaulle a conduit à dresser une typologie de six profils de riverains en fonction de leur ressenti pour qualifier et mieux appréhender la gêne sonore. La prochaine étape sera de travailler sur la possible intégration de cette typologie dans la mise en œuvre d'outils opérationnels. En 2022, les représentants des parties prenantes (Airbus, ADP, Aéroport de Toulouse, DSN ainsi que les autres services impliqués de la DGAC) ont participé à des ateliers visant l'intégration de cette typologie dans des outils opérationnels. Les conclusions de ces travaux seront présentées auprès de publics spécialisés lors d'un workshop organisé à la DGAC en juin 2023.

Une importante campagne de mesures acoustiques à La Réunion en mai 2022.

La campagne de mesures acoustiques la plus importante en 2022 a été menée à La Réunion, sur sept points sensibles différents, afin d'y objectiver l'émergence du bruit aérien, sujet très conflictuel localement.

L'émergence acoustique est la différence en dB entre le niveau de bruit ambiant, ici le bruit aérien que l'on cherche à caractériser, et le bruit résiduel ou bruit « normal » de l'environnement (en dehors de l'activité aérienne ici donc). L'analyse des résultats de ces mesures permettra d'établir une stratégie de

gestion du bruit local en 2023 pour mieux répondre au problème des nuisances sonores supportées par les riverains. Les mesures confirment qu'il existe des nuisances sonores, même si les situations diffèrent géographiquement :

- La région la plus touchée est celle de Cilaos, même si les durées et niveaux d'exposition sonore sont modérés. L'étude acoustique confirme la gêne sonore pour les riverains, le bruit résiduel y étant très faible. Une des solutions pour réduire l'impact sonore a été de modifier les trajectoires

et les hauteurs de survol, avec en retour une diminution de la gêne confirmée par les riverains.

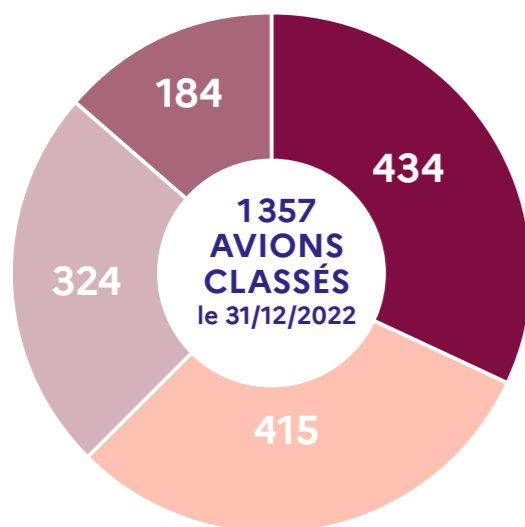
- Dans la région Ouest, la modification récente de trajectoires adoptée pour les hélicoptères, en réponse aux plaintes, a permis une diminution de la gêne sonore.
- Dans le secteur Sud de l'île, les données sont moins exploitables en raison du peu de mouvements au moment des mesures; le bruit résiduel environnant y est cependant plus important.

Un point sur Calipso

Un sixième centre de mesures à Aubenas. Créé en 2013, l'outil de Classement acoustique des avions légers selon leur indice de performance sonore (Calipso) permet d'attribuer une classe acoustique A, B, C ou D à chaque avion en fonction de ses performances sonores. La classe A, la classe des avions les plus silencieux, regroupe 30 % des appareils classés. Il manquait à l'appel depuis quelques années, le sud-est de la France a maintenant son nouveau site de mesures Calipso : Aubenas, situé en Ardèche, qui a effectué ses premières évaluations en mars 2023.

Le classement de ces avions est librement consultable sur l'application web Calipso : <https://calipso.dta.aviation-civile.gouv.fr/application-externe/>.

BILAN 2022



CLASSE A : 434 avions

IP (indice de performance sonore) ≥ 60
Par mesure : 80 (4 en 2022)
Par équivalence : 354 (31 en 2022)

CLASSE B : 415 avions

$30 \leq IP < 60$
Par mesure : 80 (4 en 2022)
Par équivalence : 335 (26 en 2022)

CLASSE C : 324 avions

$0 \leq IP < 30$
Par mesure : 55 (0 en 2022)
Par équivalence : 269 (28 en 2022)

CLASSE D : 184 avions

$IP < 0$
Par mesure : 43 (0 en 2022)
Par équivalence : 141 (5 en 2022)

Le point sur les hélisurfaces à travers le bilan de la saison estivale à Saint-Tropez

Le décret du 27 avril 2022 « modifiant les dispositions relatives à l'atterrissage et au décollage des aéronefs hors des aérodromes et créant un régime de sanctions » et l'arrêté du 24 avril 2022 « modifiant l'arrêté du 6 mai 1995 relatif aux aérodromes et autres emplacements utilisés par les hélicoptères » ont renoué en profondeur le cadre réglementaire applicable aux hélisurfaces :

- les préfets peuvent soumettre à déclaration préalable et réglementer l'utilisation des hélisurfaces sur un territoire donné;
- des outils (renforcement des obligations de transmission des mouvements d'hélicoptères sur les hélisurfaces, règles de comptabilisation des mouvements sur une même hélisurface) permettent de mieux contrôler l'activité;
- un régime d'amendes administratives (jusqu'à 750 euros pour une personne physique et 3750 euros pour une personne morale) a été institué.

En amont de la saison estivale et sur la base du nouveau cadre réglementaire, les services locaux de l'État (préfecture, GTA, PAF, DSAC Sud-Est) se sont fortement mobilisés pour définir un plan de contrôle très strict adapté à la situation particulière de la presqu'île de Saint-Tropez, caractérisée l'été par un très grand nombre de survols. L'arrêté préfectoral du 21 juin 2022 porte réglementation des hélisurfaces sur certaines communes du Var en imposant diverses obligations aux exploitants d'hélicoptères et en renforçant les restrictions d'utilisation des hélisurfaces sur l'ensemble de



Aéroport de Cannes

l'année, avec de fortes contraintes sur la période du 15 juin au 15 octobre. Les moyens localement mis en œuvre et la rapidité d'action en cas de constat d'un manquement ont permis, dès le début de la saison estivale, d'obtenir des opérateurs locaux une très bonne conformité aux nouvelles exigences requises.

Les attentes étaient fortes, et les résultats sont probants.

L'analyse des données statistiques de juillet et août 2022 montre une baisse très importante des mouvements effectués sur les hélisurfaces de la presqu'île (-58 % par rapport à 2021 et -67 % par rapport à 2019). Si un report des mouvements est à noter sur l'aéroport de La Mole (+136 % par rapport à 2021 et +59 % par rapport à 2019) et, dans une moindre mesure, sur l'hélistation de Grimaud (+20 % par rapport à 2021 et +15 % par rapport à 2019), la baisse globale du nombre de mouvements sur l'ensemble de la presqu'île reste significative (-22 % par rapport à 2021 et -38 %

par rapport à 2019). Durant l'été 2022, l'hélistation de Grimaud a offert aux opérateurs autant de mouvements que l'ensemble des hélisurfaces de la presqu'île (respectivement 2564 et 2579 mouvements). La DGAC continuera donc de promouvoir la création de plusieurs hélistations sur des emplacements choisis en concertation avec la Communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez et qui permettront d'accueillir le trafic fréquentant aujourd'hui les différentes hélisurfaces.

L'ARRÊTÉ DU 27 JUIN 2022 limitant les conditions d'utilisation de l'hélistation de Grimaud prévoit que, du 1^{er} juillet au 15 septembre de chaque année, tout mouvement entre 13 heures 15 et 15 heures 45 est interdit et que le nombre de mouvements journaliers est limité à 60.

Les chartes environnementales, illustration de la priorité donnée au dialogue



Dans le souci permanent d'améliorer l'intégration des aéroports dans leur environnement et de favoriser le dialogue entre les riverains et les usagers, les chartes environnementales se développent et s'enrichissent au fil du temps. Une bonne raison pour s'y intéresser de plus près !

Une charte environnementale a pour objet de « mettre en place toutes les mesures susceptibles de diminuer les nuisances subies par les riverains (...), sans entraver ni remettre en cause le droit des usagers à pratiquer leurs activités dans le respect de la réglementation en vigueur », pour reprendre les termes de la charte de l'aéroport de Chavenay-Villepreux. Elle favorise le dialogue entre les parties prenantes et vise l'atteinte de compromis, en évitant la mise en place de dispositions réglementaires plus contraignantes, conduisant potentiellement à des sanctions des usagers

de l'aviation légère. Elles sont signées par toutes les parties intéressées et validées en CCE. En 2022, cinq nouveaux aéroports ont signé une charte : Lyon-Bron, Aix-les-Milles, Chavenay, Lognes et Valence-Chabeuil. Les dispositions instaurées par les chartes environnementales sont extrêmement variées et sont adaptées aux enjeux locaux. Pour les usagers, les engagements peuvent porter sur l'amélioration progressive des flottes ou sur les modalités d'utilisation de la plateforme. Les chartes mentionnent par exemple l'engagement à respecter les procédures à moindre bruit, celui de réaliser des tours de piste avec les avions présentant les meilleures performances acoustiques sur certaines plages horaires, engagement à former et sensibiliser régulièrement les pilotes du site. Concernant les exploitants, les mesures peuvent porter sur le dispositif de traitement des plaintes (avec par exemple la mise en place

d'un protocole de gestion garantissant leur traitement rapide, comme en DSAC Ouest) ou sur la facilitation du règlement des désaccords, ou la prévention des conflits avec la mise à disposition d'un médiateur (à l'exemple de Lyon-Bron). L'exploitant peut par ailleurs s'engager à installer des repères permettant le meilleur respect des circuits de piste ainsi que des systèmes de mesure permettant de mesurer les nuisances sonores et leur évolution. Enfin, l'exploitant peut développer dans la charte ses engagements visant à limiter les émissions de CO₂, préserver la qualité de l'air ou développer la biodiversité sur la plateforme. Les conditions de mise en œuvre des chartes environnementales font l'objet d'un suivi régulier (en principe une fois par an) dans le cadre d'un comité de suivi de la charte. Cette instance favorise la continuité des échanges entre parties prenantes et permet la réalisation d'état des lieux réguliers conduisant à d'éventuelles nouvelles orientations et évolutions de la charte.

3 — Améliorer la qualité de l'air



@Richard Metzger/DGAC-STAC

Aéroport de Cannes

La qualité de l'air constitue un enjeu majeur de santé publique. Depuis une dizaine d'années, les émissions et les concentrations de polluants atmosphériques diminuent mais des progrès restent à faire. Le secteur aérien, bien que peu contributeur, participe à l'effort.

41 %

D'ENGINES DE PISTES PROPRES (électriques, hybrides ou gaz) en 2021, en hausse de 9 % par rapport à 2020. L'objectif est d'atteindre 90 % d'engins propres en 2030.

100 %

DE POSTES AU CONTACT équipés pour fournir l'électricité aux avions en stationnement dès 2025, c'est l'objectif de la réglementation européenne AFIR.

Décarbonation

des opérations au sol dans les aéroports

QU'EST-CE QU'UN APU ?

Le moteur auxiliaire de puissance (APU) est un petit turboréacteur (moteur thermique) situé à l'arrière du fuselage. Lorsque l'avion est au sol, il pourvoit aux besoins en énergie électrique et en climatisation et permet la mise en route des réacteurs principaux. Toutefois, lorsque l'aéronef est en escale, il est possible de le remplacer par des solutions thermiques ou électriques moins génératrices de bruit, de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.



e-GPU

De nouveaux arrêtés de limitation du temps d'utilisation des APU.

Ces arrêtés ont pour but de limiter les temps d'utilisation des APU des aéronefs lors de l'escale sur les douze principaux aéroports français sous contrôle de l'Acnusa. Jusqu'alors, seuls cinq aéroports étaient dotés d'un tel dispositif (les aéroports franciliens, Nantes et Nice). L'objectif est de réduire les émissions de polluants liées à l'utilisation de ces moteurs, ce qui est bénéfique à la fois pour lutter contre le changement climatique et améliorer la qualité de l'air. Un important travail de concertation a été mené depuis 2021 par la DGAC avec toutes les parties prenantes (exploitants aéroportuaires,

compagnies aériennes, associations de riverains, élus...). Ce travail a abouti à un projet d'arrêté dont les orientations principales sont la diminution des temps d'utilisation des APU sur les plateformes déjà soumises à un arrêté de restriction, la généralisation de la limitation des temps APU aux principales plateformes aéroportuaires, l'homogénéité dans la rédaction de l'arrêté et la détermination des temps imposés, tout en laissant une possibilité d'adaptation pour prendre en compte les spécificités locales. Les arrêtés différencient les temps d'utilisation de l'APU au départ et à l'arrivée, en fonction de la disponibilité de moyens de substitution disponibles

en électricité, climatisation-chauffage ainsi que de la capacité des aéronefs selon leur masse. Les projets d'arrêtés ont été présentés en Commission consultative de l'environnement (CCE) sur chaque plateforme concernée en fin d'année 2022. Ils ont ensuite été soumis à la consultation du public et présentés à l'Acnusa. Ces arrêtés entreront en vigueur à l'automne 2023. Cette réglementation sera renforcée par la révision des règlements européens AFIR et RTE-T qui apporteront des obligations en matière d'équipements aux exploitants d'aérodromes.

La solution APU-OFF.

L'APU-OFF, c'est-à-dire l'arrêt total de l'APU lorsque l'avion est au sol, permet de consommer moins de kérosène et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, de pollutions atmosphériques et sonores sur la plateforme aéroportuaire.

Cet arrêt total de l'APU est possible grâce à l'utilisation de moyens de substitution à l'APU qui peuvent être fixes ou mobiles. Pour la fourniture d'électricité, l'équipement fixe est la prise 400 Hz, et l'équipement mobile est le « Ground Power Unit » (GPU). Pour la fourniture d'air climatisé et de chauffage, l'équipement fixe est le « Pre-Conditioned Air » (PCA), et l'équipement mobile l'« Air Conditioning Unit » (ACU). L'utilisation de moyens de substitution à l'APU offre une réduction considérable de l'empreinte carbone (entre 6 et 10 tonnes émises par an, contre 408 à 1166 tonnes avec l'APU) et du niveau de bruit (75 dB au lieu de 120 dB avec l'APU). Leurs coûts d'utilisation sont bien plus faibles comparés aux coûts de consommation en kérosène et de maintenance de l'APU. Ils offrent une meilleure sécurité dans l'aéroport et améliorent les relations avec le voisinage.

Les engins de piste électriques.

Les engins de piste sont nombreux sur les plateformes aéroportuaires et la majorité de ces engins est encore à moteur thermique, mais la transition est en marche. Ainsi, selon la Chambre syndicale des assistants en escale (CSAE), la flotte en 2021 comportait 41 % d'engins de pistes propres (électriques, hybrides ou gaz), en hausse de 9 % par rapport à 2020. L'objectif est d'atteindre 90 % d'engins propres en 2030. Les équipements d'assistance au sol (GSE) durables, bénéfiques pour l'environnement, offrent également des avantages face

aux équipements plus traditionnels grâce à une longévité accrue et à la modularité des composants. Cette électrification des flottes doit s'accompagner d'installations d'infrastructures de recharge électriques et nécessite une collaboration accrue entre les acteurs aéroportuaires.

Une solution de transport de bagages électrique et autonome pour des aéroports plus verts.

TractEasy est une solution de transport de bagages entièrement électrique et autonome, visant à réduire les émissions polluantes des opérations au sol des aéroports en proposant une alternative intelligente, efficace et propre. La société TLD, qui a développé cette solution,

a été acceptée dans la fondation Solar Impulse avec ses solutions GSE durables TaxiBot et TractEasy.

Première dégivreuse 100 % électrique à Clermont-Ferrand Auvergne.

L'aéroport de Clermont-Ferrand Auvergne, géré par Vinci Airports, a reçu la toute première dégivreuse 100 % électrique pour avion au monde. Cette dégivreuse Elephant e-Mini MY Lite permet d'assurer le traitement de l'ensemble des avions petits et moyens-porteurs (ATR, Airbus A320/321, B737) fréquentant l'aéroport. Équipée d'une batterie puissante, elle peut effectuer 8 à 12 dégivrages par charge en fonction de l'état de l'avion et peut parcourir 40 à 75 km.



Dégivreuse sur l'aéroport de Clermont Ferrand

Des leviers réglementaires pour accélérer la transition énergétique

La révision du règlement européen AFIR.

À la suite d'une orientation générale de juin 2022 du Conseil de l'UE et de son adoption par le Parlement européen en octobre 2022, les négociations pour la révision du règlement européen sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs (AFIR) ont fait l'objet d'un trilogue, conclu au premier trimestre 2023. Le texte prévoit une obligation, pour les gestionnaires d'aéroports appartenant au Réseau transeuropéen de transport (RTE-T) central et global, d'assurer l'approvisionnement en électricité des aéronefs stationnaires. Cette obligation concerne les opérations de transport aérien commercial, au 1^{er} janvier 2025 pour tous les postes fixes, puis au 1^{er} janvier 2030 pour tous les postes au large. Jusqu'au 1^{er} janvier 2030, l'utilisation de groupes électrogènes (GPU) alimentés au gazole est autorisée. Le but est de favoriser le recours à l'électricité plutôt qu'au kérosène.

La révision du règlement RTE-T.

Le règlement sur les orientations de l'Union européenne pour le développement du Réseau transeuropéen de transport (RTE-T) est en cours de révision. Il devrait fixer une obligation de fourniture d'air préconditionné aux avions commerciaux en stationnement sur les aéroports du réseau RTE-T. Dans l'orientation générale obtenue par le Conseil de l'Union européenne en décembre 2022, cette obligation concernerait les aéroports dont le volume annuel



© Guinauld

de trafic passagers est supérieur à 4 millions. Elle s'appliquerait pour les postes au contact au plus tard le 31 décembre 2030 pour les aéroports du réseau central et le 31 décembre 2040 pour ceux du réseau global.

Création d'un tarif réduit de TICFE pour les aéronefs en stationnement.

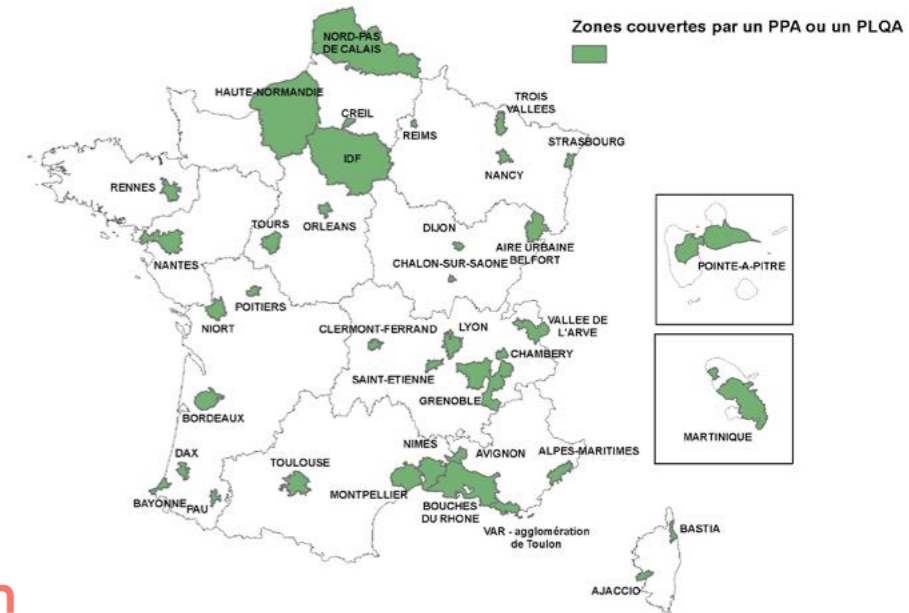
Les exploitants dont les aéronefs stationnent sur un aéroport, s'approvisionnent en électricité soit à partir des moteurs auxiliaires des aéronefs, qui fonctionnent avec du kérosène, soit en se fournissant au moyen d'un câble 400 Hz ou d'engins mobiles de substitution (GPU). Afin de favoriser l'approvisionnement au sol

et de réduire la pollution, un amendement à la loi de Finances pour 2021 a introduit un tarif réduit de la Taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (TICFE) pour l'électricité fournie par les aérodromes aux aéronefs en stationnement. Le tarif de cette taxe est fixé à 0,5 euro par mégawattheure, en cohérence avec celui adopté en loi de Finances pour 2020 pour les navires stationnant à quai dans les ports. La Commission européenne a été informée par les autorités françaises de cette mesure qui devra recueillir l'accord préalable du Conseil.

Révision du Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA)

L'État élabore tous les quatre ans un Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) afin de protéger la population et l'environnement. Il fixe les axes prioritaires de réduction des émissions de polluants atmosphériques dans le respect des engagements européens pour quatre secteurs : transport, industrie, résidentiel et agriculture. Le PREPA pour la période 2022-2025 est applicable depuis le 8 décembre 2022, date de parution de l'arrêté. Les actions concernant le transport aérien portent sur :

- la limitation de l'utilisation des moteurs auxiliaires de puissance (APU) sur les 12 principaux aéroports français ;
- la taxation réduite de l'électricité pour les aéronefs en stationnement par le TICFE (tarif réduit de la Taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité) ;
- la mise en œuvre de programmes d'action par les exploitants d'aéroport afin de réduire en 2025 d'au moins 20 % par rapport à 2010 l'intensité de leurs émissions de gaz à effet de serre et polluants atmosphériques sur leur plateforme.

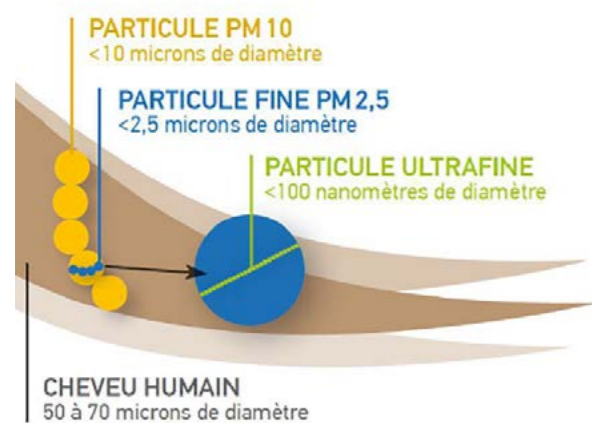


Zones couvertes par un PPA ou un PLQA, sous réserve d'évolutions récentes

L'aérien contribue aussi aux Plans de protection de l'atmosphère (PPA)

En France, la surveillance de la qualité de l'air est obligatoire depuis 1996 et a été prévue par la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie « Laure ». Cette obligation est déclinée au niveau local pour les agglomérations de plus de 250 000 habitants par l'élaboration de Plans de protection de l'atmosphère (PPA) précisant les mesures prises en faveur de la qualité de l'air pour une période de cinq ans. À l'issue de ce délai, le plan fait l'objet d'une évaluation et d'une révision. Le préfet définit, en collaboration avec les acteurs locaux et les services de l'État, dont la DTA par l'intermédiaire des DSAC/IR, une nouvelle stratégie et de nouvelles mesures pour les cinq années à venir, compatibles avec les orientations prévues dans le plan régional pour la qualité de l'air (PRQA) et aux Plans air-climat-énergie territoriaux (PACET). L'objectif est de poursuivre et d'accélérer l'amélioration de la qualité de l'air dans les agglomérations afin notamment de mieux protéger la santé de la population. En 2022, les PPA des agglomérations lyonnaise, bordelaise et parisienne ont été révisés ou sont en cours de révision. Les acteurs locaux du transport aérien y ont contribué. Leurs actions portent sur la réduction des pollutions liées aux plateformes aéroportuaires, le renouvellement des flottes de véhicules sur les aéroports, l'accompagnement pour le développement des plans de mobilité des plateformes aéroportuaires ainsi que l'amélioration de la connaissance par des actions de mesures de la qualité de l'air.

Campagnes de mesure sur les particules ultrafines (PUF)



QU'EST-CE QUE LES PUF ?

Les particules ultrafines (PUF) sont des particules dont le diamètre est inférieur à 100 nanomètres ($0,1\text{ }\mu\text{m}$). Les principales sources d'émission de PUF peuvent être d'origine naturelle (incendies de forêt, volcanisme, érosion éolienne...) ou liées à l'activité humaine (procédés industriels, trafic routier, trafic aérien, chauffage résidentiel...).

Les PUF, une pollution encore méconnue.

La pollution en particules ultrafines est une pollution peu documentée. De ce fait, contrairement à d'autres types de polluants (particules fines, oxyde d'azote) dont les niveaux de concentration dans l'air sont réglementés, il n'existe pas aujourd'hui de réglementation concernant les PUF dans l'air ambiant. D'après un avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) datant de juillet 2019, ces particules, du fait de leur petite taille, sont susceptibles d'entrer profondément dans le corps et d'avoir un impact plus important sur la santé que les particules de diamètre plus élevé comme les particules fines. De tels impacts ne peuvent toutefois pas être quantifiés en raison du manque de données disponibles. C'est pourquoi l'Anses estime qu'il est nécessaire de compléter et de pérenniser l'acquisition de données dans l'air ambiant

en raison des enjeux sanitaires potentiels.

Une étude de longue durée réalisée aux abords de l'aéroport de Nantes-Atlantique.

Une étude de longue durée sur la qualité de l'air aux abords de l'aéroport de Nantes-Atlantique est en cours. Confiée à Air Pays de la Loire, Association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AASQA), elle est un engagement de l'État pris à la suite de la concertation préalable relative au réaménagement de l'aéroport visant à répondre aux préoccupations exprimées à cette occasion sur la qualité de l'air.

Les objectifs de l'étude :

- Évaluer les concentrations de PUF en zone urbaine non influencée par l'aéroport et en zone habitée à proximité de l'aéroport.
- Étudier l'influence du trafic aérien sur les niveaux de concentration en PUF en comparant les résultats

obtenus dans la zone urbaine de Nantes et aux abords de l'aéroport.

- Partager les résultats obtenus avec l'ensemble des acteurs de la communauté scientifique pour faire progresser l'état des connaissances sur les PUF et pouvoir ainsi contribuer à éclairer leur impact sanitaire.

Le dispositif se compose de quatre campagnes de mesure de 3 à 6 mois, chacune réalisée avec des appareils de type SMPS fournissant des concentrations en nombre de particules ultrafines par cm^3 classées selon leur taille (7 classes à partir de 5 nm, la classe 1 couvrant les particules de 5 à 20 nm). Les campagnes comprennent des mesures :

- à proximité de l'aéroport, en particulier au sud à Saint-Aignan-de-Grand-Lieu et au nord à Bouguenais dans l'alignement de la piste;
- en zone urbaine et zone de trafic de Nantes sans influence de l'aéroport.

Les résultats :

- En zone urbaine : deux hausses de concentration de PUF pouvant durer entre 2 et 6 heures sont observées, une le matin – liée au trafic routier – et l'autre le soir – liée au trafic routier et au chauffage résidentiel pendant la période hivernale.
- À proximité de l'aéroport : des niveaux de pollution de fond plus faibles qu'en zone urbaine sont observés avec cependant des pointes d'une durée de 5 à 10 minutes de concentrations plus élevées de particules inférieures à 20 nm en provenance de la piste. Une corrélation a pu être établie entre les profils journaliers des concentrations et le profil journalier de trafic, lorsque les vents proviennent de la piste, soit 3 % du temps.

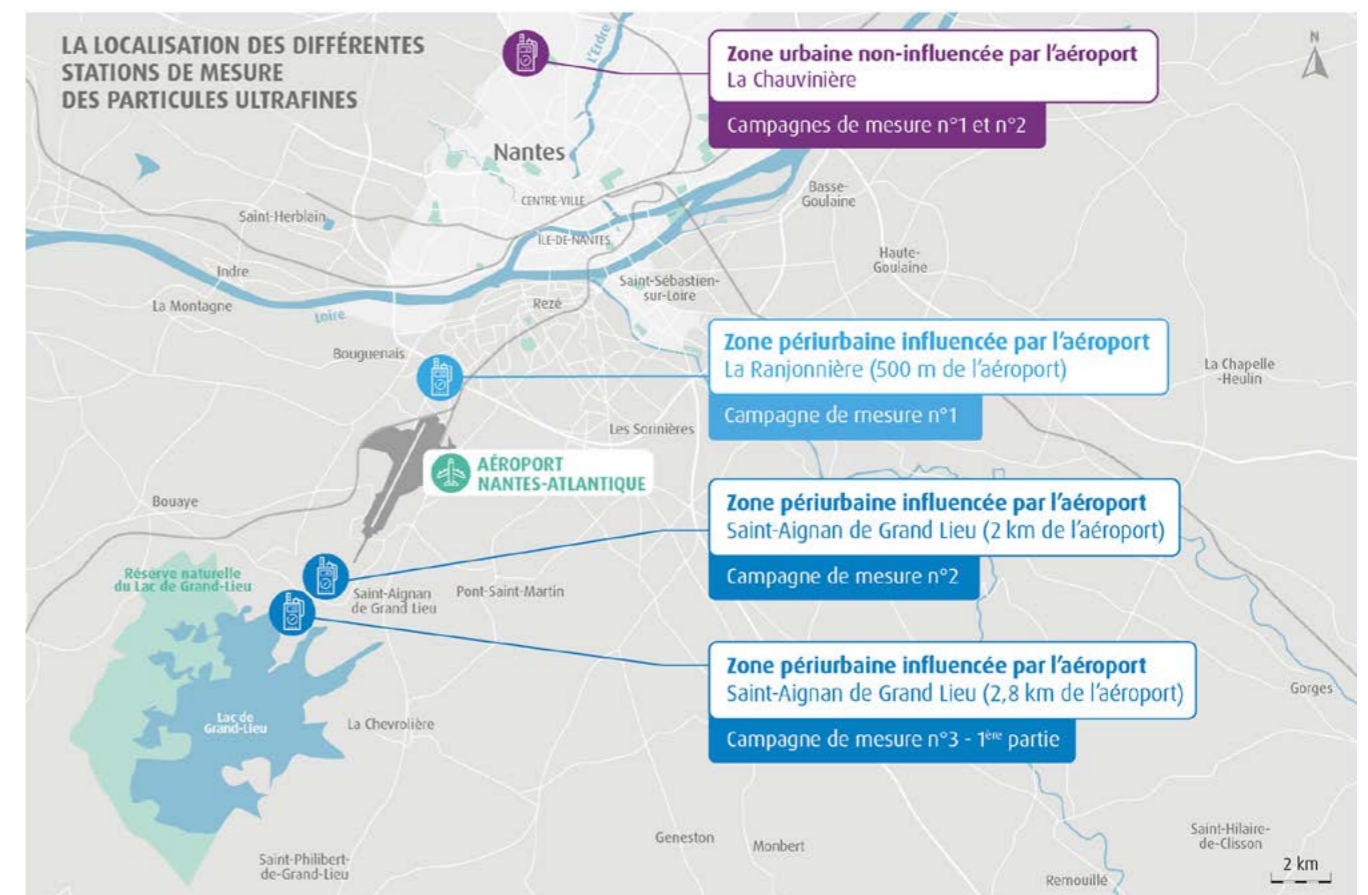
L'étude a démarré en novembre 2020. Elle devrait se poursuivre jusqu'à la fin de l'année 2023 afin de permettre d'évaluer l'impact de la reprise du trafic aérien sur la qualité de l'air.

Une étude en cours en région parisienne.

Airparif a lancé en décembre 2020 une étude exploratoire sur quatre ans visant à renforcer la surveillance opérationnelle des particules ultrafines. Elle permettra d'évaluer la variabilité spatiale et temporelle des PUF (niveaux en nombre et par classes granulométriques) dans différents environnements : en situation de fond (éloignée des sources spécifiques de pollution), le long du trafic routier et à proximité des plateformes aéroportuaires franciliennes (Paris-CDG et Paris-Orly). Les résultats des deux premières campagnes sur les deux premiers environnements sont disponibles sur le site d'Airparif : <https://www.airparif.asso.fr>. La campagne autour de l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle a démarré à l'été 2022 avec des résultats attendus en 2023. La campagne le long du trafic routier met en évidence des concentrations de PUF 2 à 5 fois plus élevées le long des routes que sur le site de référence parisien, avec des PUF d'un diamètre des particules moyen de 15 nm.

Une multiplication des études nécessaire pour améliorer les connaissances.

Plusieurs AASQA ont entrepris des actions pour documenter, dans les différentes régions françaises, les niveaux de concentrations des PUF et leurs granulométries associées. Une étude sur l'aéroport de Nice a été menée et publiée en 2021 par AtmoSud, en plus de celles menées à Nantes et en région parisienne. Elle concluait à une influence de l'activité de l'aéroport sur le nombre de PUF, mais indiquait une difficulté à lier le nombre de PUF aux nombres de mouvements d'avions (ces derniers n'étant pas la seule cause d'émission de PUF). L'ensemble des résultats de ces études permettra une meilleure compréhension des propriétés des PUF et la réalisation d'études épidémiologiques pour mieux caractériser leurs effets sanitaires et les mécanismes en jeu.



Surveillance de la qualité de l'air sur et autour des aéroports



Station de mesures pour la qualité de l'air à Mayotte.

Les aéroports ont une mission de surveillance de la qualité de l'air sur et autour de leur plateforme. Ainsi, ils réalisent des campagnes de mesure régulières et des inventaires des émissions atmosphériques. Les campagnes évaluent les concentrations des polluants alors que les inventaires évaluent la contribution de chaque source d'émissions de polluants, permettant d'identifier des gisements de réduction. L'Acnusa recommande de réaliser des campagnes a minima tous les cinq ans (particules fines, dioxyde d'azote ou NO₂, COV selon les cas) et des inventaires tous les deux à cinq ans selon le trafic de l'aéroport. Les aéroports se font généralement aider par les AASQA (cf p.36) pour réaliser ces études.

Étude de la qualité de l'air de l'île de Petite-Terre à Mayotte.

L'un des objectifs du Plan régional de surveillance de la qualité de l'air (PRSQA) 2017-2021 était d'améliorer les connaissances relatives à la pollution de l'air ambiant

sur le territoire de Mayotte. C'est dans ce cadre que Hawa Mayotte, l'observatoire de la qualité de l'air sur le territoire, a choisi d'évaluer la qualité de l'air sur l'île de Petite-Terre à Mayotte où se situent l'aéroport et une partie des activités économiques et industrielles. Les polluants mesurés ont été les PM₁₀, les PM_{2,5}, le NO₂ et le C6H6. Cette campagne d'une durée de 5 mois a débuté en avril 2022. Les résultats ont montré que les concentrations moyennes annuelles en polluants ne dépassent pas les valeurs réglementaires. Néanmoins, on relève quelques hausses ponctuelles de concentration horaire au cours de l'hiver austral qui pourraient être dues à la saison sèche et à des travaux de réfection de chaussée réalisés au cours de la saison hivernale.

Campagne de mesure sur l'aéroport de Bordeaux-Mérignac.

Une campagne de mesures a été lancée sur l'aéroport de Bordeaux-Mérignac (ADB) dans le cadre de la surveillance

de la qualité de l'air de la plateforme. Elle a été confiée à ATMO Nouvelle-Aquitaine qui a réalisé des mesures sur 2 périodes d'un mois, en février-mars et juillet-août 2021, au sein et autour de l'aéroport. Les objectifs de la campagne étaient multiples : évaluer les concentrations en polluants, vérifier le respect des valeurs réglementaires, comparer les résultats à deux stations de référence du réseau fixe d'ATMO Nouvelle-Aquitaine (stations de fond urbain et trafic), évaluer un suivi de la pollution par rapport à une campagne similaire datant de 2011 et proposer des cartes de modélisation de l'aéroport. Les valeurs réglementaires ont été respectées pour tous les polluants concernés. Les seuils recommandés par l'OMS ont quant à eux été dépassés pour les particules PM₁₀, PM_{2,5} et NO₂ sur le site de l'aéroport, mais également sur les stations de référence, indiquant qu'il s'agit d'une pollution de fond.

©Hawa-Mayotte

4 —

L'innovation pour le développement durable du secteur aérien



© aura aéro

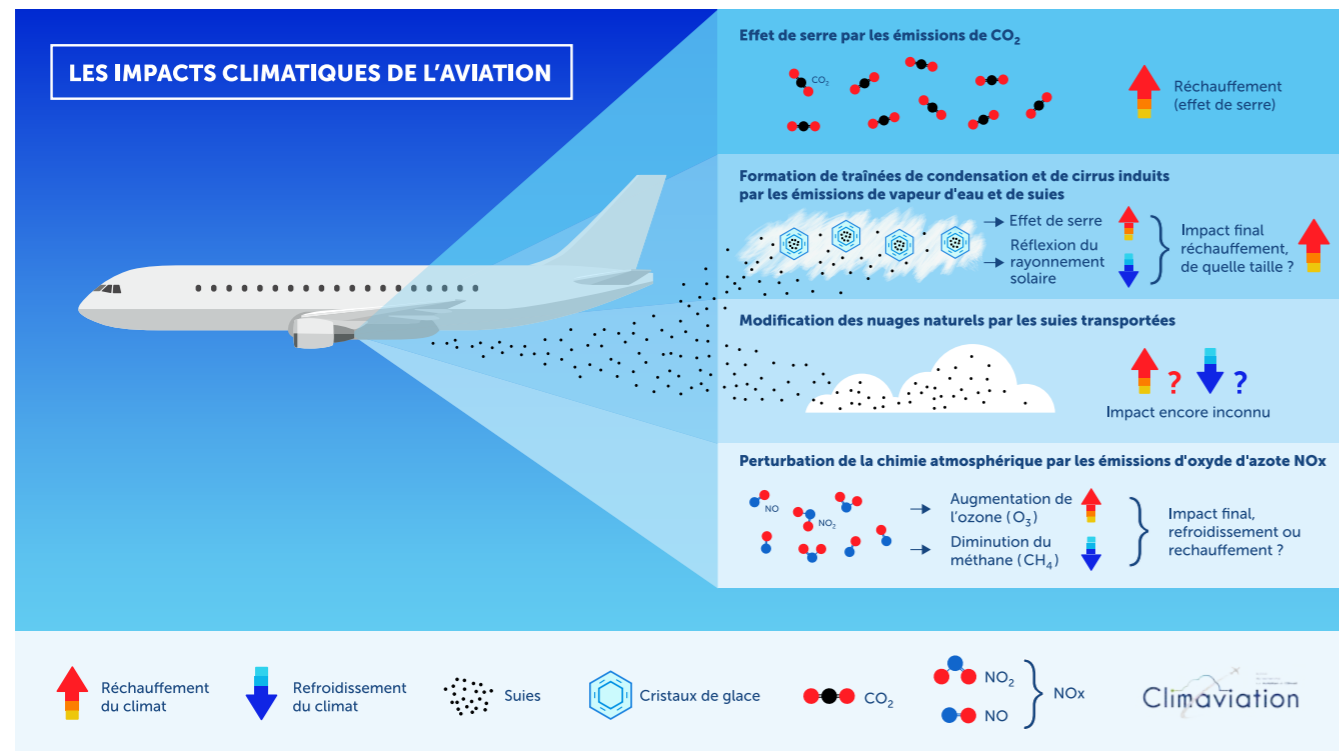
Modèle ERA de la société Aura aéro

Le volet CORAC (cf. p. 47) du plan France 2030 mobilise une enveloppe de 800 M€, opérée par la DGAC, afin de poursuivre la très forte dynamique de R&D engagée par la filière grâce au plan France Relance qui a soutenu plus de 230 projets représentant 1,6 Md€ entre 2020 et 2022. Pour France 2030, 300 M€ ont déjà alimenté la feuille de route partenariale du CORAC en 2022 pour préparer, à échéance 2025-2030, les grandes démonstrations technologiques de l'avion bas carbone.

800 M€

C'EST LA SOMME MOBILISÉE pour le volet aéronautique du plan France 2030.

Quel impact climatique pour la propulsion à hydrogène ?



© Chaire Climaviation

La propulsion à hydrogène apparaît aujourd'hui comme l'une des solutions technologiques les plus prometteuses pour décarboner l'aviation puisque sa combustion ne produit pas de CO₂. Cependant, comparativement au kérosène, la combustion de l'hydrogène multiplie les rejets de vapeur d'eau dans la haute atmosphère par un facteur 2,6 et pourrait donc générer davantage de traînées de condensation, un contributeur potentiellement majeur aux effets non CO₂ de l'aviation (voir encadré). Avionneurs et scientifiques cherchent donc à comprendre les mécanismes de formation

des « traînées hydrogène » et à en réduire les incertitudes sur leur impact climatique.

Créer un consensus scientifique.

Les recherches sur les effets non CO₂ de l'aviation sont menées depuis 2021 dans le cadre du programme scientifique Climaviation, soutenu en intégralité par la DGAC, à hauteur de 11,5 M€. Climaviation associe les compétences en climatologie de l'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace) et en aéronautique de l'Onera. Fruit d'une collaboration inédite, l'objectif de ce programme est de produire les connaissances scientifiques nécessaires à l'établissement d'un consensus mondial sur les effets non CO₂.

Ces connaissances doivent notamment aider à orienter efficacement les choix des avionneurs en matière de futurs combustibles bas carbone (CAD et H₂). S'agissant des traînées de condensation, les travaux de cette chaire couvrent toute leur durée de vie, depuis leur formation initiale dans le champ proche de l'avion, puis leur évolution aux échelles météorologiques et enfin leur impact aux échelles climatiques.

Comprendre la formation initiale des cristaux de glace dans le cas de l'hydrogène

Dans le cas des carburants conventionnels, la vapeur d'eau se condense à la surface

des particules de suie émises par les moteurs, entraînant l'apparition de gouttelettes puis de cristaux de glace à l'origine de la formation des traînées de condensation. Dans le cas de l'hydrogène, la combustion ne génère pas de suies et les émissions de particules non volatiles sont drastiquement réduites. Les seules particules susceptibles de jouer le rôle de « noyaux de condensation » sont donc celles déjà présentes dans l'atmosphère ou les aérosols secondaires formés dans le sillage de l'avion.

Cela rend nécessaire l'analyse fine des nouveaux mécanismes microphysiques pouvant intervenir dans ce cas particulier, puis l'intégration de ces mécanismes aux outils de modélisation afin d'obtenir une évaluation fiable du nombre, voire de la taille des cristaux formés.

Simuler l'évolution des traînées hydrogène du champ proche aux échelles météorologiques.

Une fois les cristaux de glace formés, ils évoluent dans le sillage tourbillonnaire de l'avion, qui dépend de la configuration de l'avion (forme des ailes, position des moteurs...). Cette interaction en champ proche va déterminer l'évolution des traînées jusqu'à quelques minutes après le passage de l'avion. À ces petites échelles, plusieurs outils de simulation numérique ont été développés pour caractériser les propriétés initiales des traînées, mais ces outils doivent encore être adaptés. Au-delà, en fonction des conditions atmosphériques, les traînées peuvent s'évaporer rapidement

ou bien persister plusieurs heures, voire évoluer en nuages de type cirrus s'étendant sur plusieurs dizaines de kilomètres. Pour évaluer leur impact, il est nécessaire de simuler le vieillissement des traînées à ces échelles météorologiques. Cependant, les outils de modélisation sont encore peu développés en raison de difficultés liées notamment à la prise en compte du comportement de l'atmosphère et à l'influence potentielle du champ proche sur les propriétés des traînées en champ lointain.

Enfin, pour valider les modélisations, il convient de disposer de mesures représentatives sur les traînées aux différentes échelles, mais les données expérimentales sont rares et même inexistantes dans le cas de l'hydrogène.

Évaluer l'impact climatique des traînées hydrogène.

La compréhension de la formation puis de l'évolution de traînées hydrogène isolées ne suffit pas à évaluer leur impact climatique. Pour ce faire, il faut également calculer leur contribution au forçage radiatif en tenant compte notamment des propriétés des cristaux de glace qu'elles contiennent, puis modéliser leur distribution spatiotemporelle à l'échelle du globe, en caractérisant les propriétés des régions sursaturées propices à leur apparition, et enfin intégrer toutes ces nouvelles connaissances sur les traînées hydrogène dans les modèles climatiques planétaires afin de mesurer leur impact sur la couverture nuageuse haute et sur le rayonnement.

EFFETS NON CO₂ DE L'AVIATION

Les effets non CO₂ désignent un ensemble de phénomènes dus aux émissions hors CO₂ des avions dans l'atmosphère qui conduisent à un refroidissement ou à un réchauffement climatique. Contrairement aux effets des émissions de CO₂ dont les propriétés réchauffantes sont bien connues, les effets de ces phénomènes demeurent très incertains. Ils regroupent les traînées de condensation persistantes et les émissions d'oxydes d'azote (NO_x), de vapeur d'eau, de particules fines. Dans le cas de l'hydrogène, qui produit 2,6 fois plus de vapeur d'eau lors de sa combustion que le kérosène mais aucune particule fine, les effets des traînées persistantes, de la vapeur d'eau et des NO_x sont prépondérants.

Un renouveau de l'aviation légère porté par l'impératif de décarbonation

Comme les autres segments de l'aviation, l'aviation légère est soumise à des exigences environnementales croissantes et se doit d'accélérer sa transition énergétique. Ce nouveau contexte représente autant d'opportunités pour faire émerger de nouveaux aéronefs légers bas carbone, tout en répondant à de nouveaux besoins de mobilité. En plus des avionneurs historiques du secteur, de nouveaux acteurs apparaissent sur ce segment, en Europe et dans le monde, à la faveur d'un nouveau cadre réglementaire de certification, la CS-23 Amendement 5 au niveau européen, qui favorise l'innovation en déléguant aux constructeurs le développement des moyens de conformité appropriés. Pour développer ces nouveaux aéronefs, les constructeurs de l'aviation légère peuvent s'appuyer sur les technologies développées par les grands industriels de l'aviation commerciale, notamment dans les domaines de l'électrification de la propulsion, l'utilisation des CAD et la propulsion à hydrogène, qui constituent des voies de décarbonation tout aussi pertinentes pour les aéronefs légers. Inversement, l'aviation légère peut, dans certains cas, servir de cadre technique et réglementaire pour réduire les risques des solutions



Ascendance (Flight technologies)- modèle Atéa

potentiellement applicables à des aéronefs de plus grande taille. En France, l'aviation légère connaît un véritable renouveau, porté par l'avionneur historique Daher et des avionneurs émergents comme Elixir Aircraft, Aura Aero ou Voltaero. Le Corac (cf. p. 47) accompagne ce nouvel élan en rassemblant ces acteurs autour d'une feuille de route technologique partagée, focalisée sur la décarbonation de l'aviation légère, tout en favorisant les synergies avec les grands industriels du Corac (cf. p. 47) et l'Onera. Ces efforts de structuration du Corac ont déjà permis de faire émerger et de soutenir plusieurs projets fédérateurs, à l'instar du projet de démonstrateur EcoPulse™ d'avion à propulsion hybride distribuée porté par Daher en collaboration avec Airbus et Safran, ou du projet BeautHyFuel

de conception d'une chaîne propulsive à hydrogène pour avion léger porté par Elixir Aircraft et le jeune motoriste Turbotech en association avec Daher, Safran et Air Liquide. Au-delà, le plan France 2030 met à la disposition des acteurs émergents des dispositifs adaptés pour accélérer le passage à l'échelle industrielle de leurs projets d'aéronefs légers bas carbone. Outre de nouveaux outils de financement en fonds propres accessibles à toutes les start-up industrielles, des aides au développement et à l'industrialisation sont mises en œuvre dans le cadre de l'appel à projets « Produire en France des aéronefs bas carbone », doté de 100 M€ et opéré par Bpifrance. Les premiers lauréats de cet appel à projets, clôturé en décembre 2022, ont été annoncés en début d'année 2023.

©Ascendance-Flight technologies

Les nouvelles mobilités aériennes : le déploiement du VTOL



©Groupe ADP

Le projet français VTOL 2024, qui a pour but de transporter des passagers pour les Jeux olympiques et paralympiques dans un nouveau concept d'appareil, l'eVTOL pour Electrical Vertical Take-Off and Landing, se poursuit et prend de l'ampleur. L'année 2022 a vu naître sur l'aérodrome de Pontoise un vertiport.

Conçu et développé par Skyports et le groupe ADP, ce vertiport va servir de banc d'essai pour l'ensemble des infrastructures et services aéronautiques de ces futurs aéronefs : accès au terminal, zones de contrôle, d'embarquement, de décollage et d'atterrissage, hangar. Cette expérimentation servira directement à l'aménagement de plusieurs vertiports en région parisienne pour être au rendez-vous de l'échéance de 2024. Cinq vertiports ont été retenus pour proposer des liaisons avec passagers : l'héliport de Paris-Issy-les-Moulineaux-Valérie André, l'aérodrome de Saint-Cyr-L'École, les aéroports de CDG et du Bourget et une future barge située sur la Seine dans Paris au niveau du quai

d'Austerlitz. 2022 a également été une année de tests de VTOL avec des démonstrations de vol en environnement réel afin de mesurer leur impact acoustique et vibratoire et leur intégration dans l'espace aérien. Ainsi, en mars, une campagne de mesures acoustiques, travail commun réalisé par les laboratoires d'acoustique de BruitParif, l'Onera, la RATP et le STAC (Service technique de l'aviation civile de la DGAC) a été réalisée en vue de caractériser le son rayonné au sol par ce nouveau type d'avion dans diverses conditions de vol : survol, vol stationnaire, décollage

et approche. Des capteurs acoustiques ont été implantés au niveau du sol sur une ligne droite de 300 mètres de long, perpendiculaire à la direction du vol, sur un bras vertical de 10 mètres et à d'autres endroits critiques. Ce dispositif acoustique a été complété par des accéléromètres, des capteurs double vidéo-bruit Meduse (développés par BruitParif), des capteurs Ambisonic et une station météo. L'e-VTOL était également équipé d'un système D-GPS pour assurer un positionnement précis en 3D par rapport aux réseaux de microphones. Les résultats correspondent au niveau de 76 dB(A), soit l'équivalent des émissions sonores d'un autobus. L'eVTOL de Volocopter s'avère 4 fois moins bruyant qu'un hélicoptère. En septembre, sous l'égide du programme européen d'innovation dans la gestion du trafic aérien Sesar, l'intégration dans l'espace aérien de ces nouveaux aéronefs, ainsi que celle de drones et d'un avion électrique, a également été testée et une série d'essais en vol ont permis de simuler avec succès des manœuvres d'évitement en situation réelle.



© Groupe ADP

Falcon 10X

l'innovation au service de la performance environnementale



Falcon 10X de Dassault

Le Falcon 10X est le nouveau biréacteur d'affaires développé par Dassault Aviation.

Prévu pour un lancement fin 2025, il se distingue par un ensemble d'innovations majeures focalisées sur la performance environnementale.

Tout d'abord, le Falcon 10X sera certifié pour voler avec 100 % de carburant d'aviation durable (CAD) dès son entrée en service. Actuellement, les avions sont autorisés à utiliser jusqu'à 50 % de CAD. Selon la filière, les CAD permettent de réduire les émissions de CO₂ de 70 % à 95 % sur l'ensemble de leur cycle de vie. Avec une capacité « 100 % CAD », le Falcon 10X offrira ainsi un potentiel majeur de décarbonation.

La nouvelle motorisation du Falcon 10X (Rolls Royce Pearl 10X) offrira non seulement une compatibilité totale avec les CAD mais également un rendement énergétique amélioré, permettant une réduction de 5 % des émissions

par rapport aux générations précédentes. En outre, le Falcon 10X sera équipé d'une nacelle moteur particulièrement fine et optimisée afin de réduire les impacts de l'intégration motrice sur la traînée et sur le bruit.

Le Falcon 10X bénéficie par ailleurs de conceptions innovantes pour son aile et son fuselage, contribuant également à réduire l'impact environnemental. Ce nouveau jet sera équipé d'une voilure de grande dimension à forte flèche, dotée d'un système de contrôle actif pour améliorer l'efficacité de la croisière. Celle-ci sera fabriquée exclusivement à base de fibres de carbone – une première sur un Falcon –, réduisant significativement la masse de l'appareil et donc sa consommation de carburant. À titre illustratif, un allègement de 100 kg sur un avion de type Falcon permet d'améliorer l'efficacité énergétique d'environ 1 %. Le fuselage métallique et les empennages de l'appareil ont

également été optimisés pour réduire la masse et améliorer les performances en croisière à haute vitesse.

Enfin, les trajectoires de vol du Falcon 10X seront optimisées grâce à un système avionique innovant assurant une navigation sûre tout en réduisant la consommation de carburant et les émissions de CO₂, avec un gain potentiel estimé jusqu'à 15 % sur une mission. Ce système sera également doté d'une fonction qui permettra aux opérateurs d'utiliser des procédures adaptées d'atterrissage et de décollage pour minimiser l'empreinte sonore. Le Falcon 10X intègre ainsi d'importantes avancées technologiques alliant performance et environnement. Ces innovations sont issues de travaux de recherche cohérents avec les objectifs environnementaux de la feuille de route du Corac (cf. p. 47) et soutenus par la DGAC via les plans France Relance (inclus dans Next Generation UE) et France 2030.

©Dassault

Les nouveaux combustibles aéronautiques

L'Onera adapte ses bancs d'essai de combustion aux nouveaux combustibles.

Les nouveaux combustibles aéronautiques comme les carburants d'aviation durables (CAD) ou l'hydrogène (H₂) ont un rôle majeur à jouer dans la décarbonation de l'aviation. Au-delà des enjeux liés à l'approvisionnement de ces combustibles, leurs impacts sur les aéronefs doivent être évalués, en particulier lors de leur combustion dans les moteurs, car leurs propriétés peuvent différer significativement de celles des carburants conventionnels.

L'étude des phénomènes de combustion fait partie des compétences historiques de l'Onera. L'office dispose notamment de quatre bancs de recherche uniques au niveau national, voire européen, pour tester l'impact des carburants sur le fonctionnement des chambres de combustion, les émissions de polluants ou encore le rallumage des moteurs en altitude. Le projet Becar, soutenu par la DGAC,

va permettre d'adapter ces bancs aux nouveaux combustibles aéronautiques. Ces nouveaux moyens expérimentaux seront incontournables pour les futures recherches sur l'utilisation de ces nouveaux combustibles dans les foyers aéronautiques. Ils vont notamment être exploités dans le cadre du projet Phydrogene, également soutenu par la DGAC, qui vise à étudier les phénomènes spécifiques à la combustion H₂ et à établir une nouvelle méthodologie de conception d'injecteurs H₂.

ATR réalise le premier vol « 100 % CAD » d'un avion régional et dévoile une nouvelle génération d'appareils bas carbone.

Le 21 juin 2022, le constructeur ATR, en collaboration avec la compagnie suédoise Braathens Regional Airlines et l'énergéticien Neste, a réalisé avec succès un vol d'essai sur un ATR 72-600 alimenté avec 100 % de CAD dans ses deux moteurs. Ce vol s'inscrit dans la perspective à l'horizon 2025

de la certification « 100 % CAD » des avions ATR. Le CAD fourni pour ce vol est produit à partir d'huile usagée et permet de réduire jusqu'à 80 % les émissions de CO₂ par rapport au kérosène d'origine fossile. Fort de ce succès, l'avionneur a annoncé le lancement en 2023 d'un nouveau programme d'avion régional, l'ATR EVO, en affichant des objectifs de compatibilité « 100 % CAD » et de gain de consommation de 20 % pour cet appareil qui doit entrer en service à l'horizon 2030.

La préparation technologique de ce programme, qui permet d'assurer la montée en maturité des technologies clés (propulsion hybride électrique, hélices ultra performantes...) contribuant à ces objectifs, est soutenue par la DGAC dans le cadre du plan France Relance (inclus dans Next Generation EU). Grâce à ces nouvelles technologies, l'ATR EVO offrira un potentiel de réduction de 85 % des émissions de CO₂ sur l'ensemble d'une mission.



©ATR

Modèle EVO d'ATR (2023)

D'autres projets innovants pour décarboner le transport aérien



Airbus X WING

Airbus X-WING, un démonstrateur innovant pour tester en vol des ailes haute performance

Le démonstrateur Airbus X-WING, soutenu par la DGAC dans le cadre du plan France Relance (inclus dans Next Generation EU), vise à améliorer fortement les performances aérodynamiques des ailes des futurs avions commerciaux, l'un des leviers technologiques majeurs pour atteindre l'objectif d'ultra sobriété. Il s'agit d'un démonstrateur volant à échelle réduite, basé sur un Cessna

Citation VII modifié pour intégrer une voilure à fort allongement dotée de moyens de contrôle actif. Ce démonstrateur, qui doit être mis en vol en 2024 pour de premiers essais, permettra de valider des technologies inspirées par le biomimétisme pour adapter la forme, l'envergure et la surface de la voilure aux conditions de vol et ainsi accroître l'efficacité en vol. Ce nouveau concept requiert des technologies de rupture

pour permettre le contrôle actif de l'aile, notamment des capteurs de rafale, de nouvelles surfaces mobiles (spoilers ultra réactifs, bords de fuite ajustables) et de nouvelles lois de commande de vol. Airbus estime que cette technologie de voilure souple et déformable, applicable à tout type de configuration d'avion, offre un potentiel de réduction de 5 à 10 % de la consommation de carburant par rapport aux appareils actuels.

©AIRBUS



Démonstrateur Disruptive Lab

Airbus Helicopters lance le « Disruptive Lab », un démonstrateur pour tester en vol des technologies de rupture focalisées sur la décarbonation

Lors de son sommet annuel de 2022, Airbus a présenté son nouveau laboratoire volant, le DisruptiveLab, destiné à évaluer les technologies les plus avancées pour améliorer les performances des hélicoptères et réduire leur impact environnemental. Ce démonstrateur sera notamment utilisé pour étudier la faisabilité d'un système de propulsion hybride électrique capable de recharger la batterie en vol, ainsi que pour tester une architecture aérodynamique innovante. Cette nouvelle architecture est composée d'un fuselage central profilé en aluminium et en composite, conçu pour réduire la traînée et donc la consommation de carburant, ainsi que d'un fuselage arrière plus léger, intégrant un rotor de queue caréné de type fenestron, et contribuant également à l'amélioration

des performances aérodynamiques. Les pales sont par ailleurs intégrées au rotor principal d'une manière plus compacte, avec à la clé une réduction supplémentaire de la traînée et une réduction du niveau de bruit perçu. En combinant toutes ces innovations, il est possible d'atteindre une réduction de 50 % des émissions de CO₂, un objectif visé par Airbus Helicopters. Avec le DisruptiveLab, l'hélicoptériste prépare le successeur de l'Écureuil, qui intégrera de multiples innovations positives pour l'environnement, tout en travaillant sur de nouvelles approches disruptives pour la conception, la certification et l'exploitation de ses futurs appareils. Ce démonstrateur s'inscrit dans la feuille de route du Corac et bénéficie d'un soutien partiel de la DGAC via les plans France Relance (inclus dans Next Generation EU) et France 2030.

CORAC ET GIFAS

Le CORAC, Conseil pour la recherche aéronautique civile, est l'organe de concertation État-Industrie destiné à l'établissement de la feuille de route technologique de la filière dont dérivent les programmes de recherche de la filière aéronautique qui seront soutenus par la DGAC. Il est présidé par le ministre des Transports et réunit les différents acteurs concernés : grands groupes, équipementiers, laboratoires, PME... Facilitateur de l'association de toute la filière aux travaux du Corac, le GIFAS (Groupement français des industries aéronautiques et spatiales) est le syndicat professionnel représentatif de la filière aéronautique et spatiale française. Il s'assure en particulier de la bonne prise en compte de l'ensemble de la filière dans les travaux du Corac, grâce au Groupement des équipements aéronautiques et défense, qui traite spécifiquement des équipementiers, et au comité Aéro-PME.

©Airbus Hélicoptères

Projets de recherche pour améliorer la performance environnementale de la navigation aérienne



Le projet Adscensio

Le projet piloté par la DSNA associe 21 partenaires dont Airbus, la société ESSP, des industriels et les principaux opérateurs de navigation aérienne (ANSP) européens.

Il vise à progresser vers l'utilisation par les ANSP des données de la trajectoire bord calculée par le système de gestion du vol (FMS) de l'avion. Les données transmises par les avions (ADS-C EPP) permettent d'avoir au sol une meilleure vision de la trajectoire future du vol, contribuant ainsi à l'amélioration de la sécurité et une réduction de la consommation de carburant. Neuf démonstrations seront menées en 2022 et 2023 en Europe avec des avions équipés, dont deux dans l'espace aérien français.

Le règlement européen CP1 (Common Project) prévoit la mise en place d'une nouvelle fonctionnalité qui alerte le contrôleur en cas d'écart entre la trajectoire réalisée et la trajectoire calculée par les systèmes de la navigation aérienne et visualisée par le contrôleur (sol). Elle contribuera à éviter les pertes de séparation entre avions et à mieux détecter les pénétrations d'avions civils dans les zones militaires actives.

Entre novembre 2022 et janvier 2023, les CRNA Nord, Est, Ouest et Sud-Ouest ainsi que les compagnies aériennes partenaires (Air France, British Airways, easyJet) ont mené des évaluations sur l'utilisation de ces données pour optimiser la gestion des arrivées en région parisienne. Ces évaluations ont aussi permis de tester l'affichage des données du vol (trajectoire 4D, vitesse prévue). Grâce à ces données plus précises, le contrôleur peut visualiser la trajectoire prévue par le bord et la prendre en compte si la situation le permet.

Ces 2 projets sont menés en collaboration avec l'entreprise commune SESAR.



Projet Heron

8 OPÉRATEURS DE NAVIGATION AÉRIENNE (ANSP) 6 COMPAGNIES AÉRIENNES 5 AÉROPORTS

COLLABORENT SUR LE PROJET «HERON» PILOTÉ PAR AIRBUS.

Son mandat : rechercher des solutions pour améliorer la performance environnementale des opérations aériennes dans toutes les phases du vol en utilisant les technologies embarquées ou émergentes.

La participation de la DSNA à ce projet est multiple. Elle contribue à :

- démontrer l'optimisation environnementale des flux d'arrivées sur les aéroports parisiens grâce au partage des données sur la trajectoire 4D et sur les intentions du pilote (En-Route, Extended TMA et TMA);
- étudier la mise en place d'approches plus « vertes » basées sur des procédures satellitaires et RNP-AR;
- améliorer la planification de la trajectoire en affinant de manière dynamique les restrictions de routes (RAD);
- préparer le déploiement de services liés à l'ADS-C (mutualisation de la collecte des données et distribution via l'intranet de la navigation aérienne (SWIM) vers les clients, les ANSP et le Network Manager d'Eurocontrol).

L'ENAC toujours aussi mobilisée dans la recherche



En 2022, les équipes de recherche de l'ENAC, dans le cadre de 25 propositions de projets soumis lors de la troisième vague de l'appel à projets Sesar, ont résolument orienté leurs travaux vers la réduction de l'empreinte environnementale et le renforcement de l'utilité et acceptabilité sociale du transport aérien. Les projets sont nombreux :

• **Projet AEON** : en s'appuyant sur les capacités de simulation à larges échelles temporelles et spatiales d'un trafic aéroportuaire, il vise à étudier l'impact opérationnel de l'introduction sur les aéroports d'aéronefs réalisant les opérations de roulage avec les moteurs coupés en s'appuyant sur des technologies de propulsion électrique ou hydrogène.

• **Projet ECHO** : il a pour objectif de modéliser et d'analyser le rôle du transport aérien dans une chaîne multimodale et intégrée de transports.

• **Projet Metropolis 2** : il vise à définir des structures d'espaces aériens métropolitains adaptées à la mise

en œuvre du concept de U-Space pour du trafic aérien urbain à très forte densité en intégrant la contrainte de réduction des nuisances environnementales.

• **Projet Transit** : centré sur la planification, l'optimisation et la reconfiguration des trajets porte-à-porte multimodaux à partir de mécanismes de prises de décisions coopératives, ce projet vise à l'élaboration de schémas de transports multimodaux résilients ayant un impact environnemental contrôlé.

• **Projet Descartes** : coopération scientifique entre la France et Singapour, il vise le développement de modèles hybrides d'intelligence artificielle pour l'aide à la décision dans les systèmes urbains critiques, en particulier dans le cadre des services de mobilité aérienne urbaine et de leur analyse et gestion en matière d'impact environnemental et d'acceptabilité sociale.

• **Projet ANR Panache avec le CNRS** : il vise à déployer des flottes de drones

pour le suivi et l'analyse temps réel de pollutions atmosphériques accidentelles.

• **Projet Sesar Artimation** : il a pour objectif de conforter l'explicitabilité et la transparence des algorithmes d'intelligence artificielle en particulier dans le cadre de la gestion des trajectoires sous contraintes environnementales.

• **Projet CPER Modus** : il vise à mettre en œuvre une architecture informatique logicielle et matérielle permettant de réaliser des simulations à large échelle spatiale et temporelle de systèmes de transport multimodaux et à formaliser la juste place du transport aérien dans une chaîne intégrée et durable de mobilités centrées sur l'utilisateur.

L'ENAC a également obtenu la première place au **challenge international Micro Air Véhicules 2022**, visant à optimiser les performances des drones, en particulier les performances environnementales, dans le domaine du déploiement de nouveaux services de transport aérien (délivrance de colis par exemple).

En bref

Évolution de la flotte pour la formation au pilotage

L'ENAC, en partenariat avec la Fédération française aéronautique, a réalisé en 2021 une étude ayant pour objectif d'évaluer l'utilisation possible de l'avion électrique Vélis Electro, premier et seul avion léger à propulsion 100 % électrique certifié par l'EASA. L'étude a permis de confirmer que cet avion est adapté au contenu pédagogique des 10 premières heures des cursus de formations pilotes. Dès 2022, l'ENAC s'est engagée, dans le cadre d'un contrat de leasing auprès de la société Green Aerolease, à la location de deux avions destinés à la formation des élèves pilotes

de ligne (EPL), filière républicaine d'excellence. L'ENAC prévoit également d'intégrer cet avion pour les formations pilotes de ligne des compagnies aériennes clientes. Deux Vélis supplémentaires devraient ainsi permettre, à partir du second semestre 2023, de former une centaine de pilotes par an, stagiaires EPL inclus. En parallèle, l'ENAC travaille sur un projet de renouvellement de sa flotte qui devrait se dérouler sur la période 2026 à 2030. Cette flotte répondra à des exigences strictes en matière de normes environnementales. L'objectif en 2025 est une réduction des émissions de CO₂ de 23T par an.



Vélis Electro

©Denis Weber / DGAC-STAC

Le projet de dirigeable géant Flying Whales

Le LCA 60T de Flying whales

Le projet de dirigeable géant Flying Whales a bouclé en 2022 une troisième levée de fonds de 122 M€, avec notamment l'entrée à son capital de l'État français, via le nouveau fonds French Tech Souveraineté de Bpifrance. Le futur ballon dirigeable permettra de transporter des charges lourdes et/ou hors gabarit (bois, containers, pales d'éolienne, pylônes à haute tension), dans des zones difficiles d'accès tout en minimisant l'empreinte au sol et en réduisant les émissions de GES et de polluants atmosphériques. Son développement est pris en charge par un consortium de 40 industriels dont Thales, Safran, le groupe d'ingénierie ADF, Epsilon Composite ou le groupe Réel, ce dernier fournissant des treuils qui permettront de lever ou de déposer jusqu'à 60 tonnes de fret. La finalisation de la conception est prévue en 2023, avant l'ouverture d'une usine de production opérationnelle à Laruscade en 2024.



Des chaussées aéronautiques plus écologiques

Les pistes d'atterrissage et les voies de circulation sont toutes composées de granulats compactés ou d'enrobages bitumineux. D'où l'idée de **tester des chaussées aéronautiques composées pour partie de matériaux recyclés, en s'inspirant de ce qui a été réalisé pour le transport routier, où les routes peuvent être composées de 40 % de matériaux recyclés.** Le STAC de Bonneuil-sur-Marne a donc construit en 2022 une nouvelle planche d'essais représentative d'une structure de chaussée souple, intégrant des matériaux recyclés. Elle est divisée en six sous-planches composées d'un pourcentage différent d'agrégats recyclés afin de comparer leur résistance et leur durée de vie respectives, et de mieux appréhender l'utilisation et le comportement de matériaux recyclés dans les chaussées aéronautiques. Le trafic avion y sera simulé en soumettant la planche expérimentale à des cycles de chargement/déchargement réalisés à l'aide d'une remorque de portance

et d'un vérin simulant le passage répété d'avions.

Par ailleurs, le STAC avec le ministère des Armées et le SNIA, a développé un projet visant à réaliser une évaluation fine et un suivi de l'état des infrastructures à travers une méthode intitulée « **Diagnostic global raisonné** ». Cette expérimentation vise à améliorer les méthodes de diagnostic et de suivi des chaussées aéronautiques, en vue d'optimiser et de mieux planifier les opérations de maintenance, dans une logique de gestion de patrimoine. En 2022, une première campagne d'essais a été menée sur la base aérienne 105 d'Évreux. Elle incluait des essais de portance du sol, des carottages, des essais d'ovalisation, ainsi qu'une auscultation au HWD (Heavy Weight Deflectometer).

Enfin, le 4 octobre 2022, un **Symposium Gestion de Patrimoine et ACR/PCR** a réuni près de 120 participants issus de la communauté aéronautique.

Les échanges ont porté sur l'importance d'une bonne gestion de son patrimoine et le changement de méthode d'admissibilité décidé par l'OACI. Cette nouvelle méthode, dite ACR/PCR (Aircraft Classification Rating/Pavement Classification Rating), déclinée au niveau national par le STAC, entrera officiellement en application en novembre 2024. Elle vient compléter le package cohérent de méthodes rationnelles qui permettent en phase de dimensionnement des optimisations de matériaux, mais également d'intégrer de nouveaux matériaux plus verts (matériaux biosourcés, bas carbone, ou intégrant des matériaux recyclés). La méthode ACR/PCR permet de vérifier au plus juste que les chaussées sont bien adaptées au trafic d'aéronefs accueilli et constitue un outil de gestion de patrimoine optimisée. **L'objectif de toutes ces expérimentations est de promouvoir des chaussées plus vertueuses à l'échelle nationale.**



©Richard Metzger/DGAC-STAC

Vue aérienne de la planche expérimentale composée de 6 sous-planches (% d'agrégats recyclés différents)

5 —

Protéger et valoriser la biodiversité aéroportuaire



© Sébastien Mirouze

Aéroport de St Pierre et Miquelon

Face à l'érosion de la diversité biologique, des engagements volontaristes ont été pris lors de la COP 15, définissant un nouveau cadre stratégique international pour 2030. Sur le plan national, la Stratégie nationale pour la biodiversité 2030 (SNB) décrit la trajectoire pour inverser la tendance du déclin de la biodiversité. Le secteur aérien poursuit son engagement pour la sauvegarde de la biodiversité aéroportuaire en s'adossant à la SNB.

54

ADHÉRENTS À AÉROBIOBIOLOGIE
en 2022 représentant 70 aéroports

500 km²

DE PRAIRIES AÉROPORTUAIRES
EN FRANCE

70 %

DE LA SURFACE DES 500 AÉROPORTS
MÉTROPOLITAINS ET ULTRA-MARINS
est constituée de prairies

La COP 15 Biodiversité et la SNB 2030

Biodiversité en danger : des solutions internationales pour la préserver.

La 15^e conférence des parties à la convention des Nations unies sur la biodiversité a réuni les 196 pays signataires à Montréal du 7 au 19 décembre 2022. Le constat est alarmant pour la biodiversité : 1 million d'espèces sont menacées de disparition, 75 % de la surface terrestre est altérée de façon significative et 85 % des zones humides ont disparu. On parle de sixième extinction de masse. Les parties ont abouti à un accord sur le cadre mondial de préservation de la biodiversité. Il définit un cadre stratégique ambitieux composé d'un objectif chiffré de protection nommé « 30X30 » – 30 % des terres et 30 % des mers protégées d'ici à 2030 – et de 17 engagements comprenant : la réduction de moitié des pesticides et des excès de nitrates; la restauration de 30 % des écosystèmes terrestres et maritimes dégradés d'ici à 2030; la réduction de 50 % de l'introduction des espèces exotiques envahissantes d'ici à 2050 ainsi que l'arrêt de l'extinction des espèces protégées dues aux activités anthropiques à cette date. Enfin, un financement à la hauteur des enjeux a également été décidé, soit 500 Mds d'euros/an d'ici à 2030 et la création en 2023 d'un fonds mondial pour l'environnement (FEM).

SNB 2030 : la France s'engage au titre de la convention sur la biodiversité.

À l'échelle mondiale, la France est le sixième pays hébergeant le plus

grand nombre d'espèces menacées inscrites sur la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN). Ainsi, sur plus de 12 500 espèces évaluées en France, plus de 2 300 d'entre elles sont menacées, dont 660 espèces endémiques. Pour lutter contre l'érosion de la biodiversité, la France s'est dotée d'une Stratégie nationale biodiversité (SNB) qui assigne aux politiques publiques des cibles à atteindre à l'horizon 2030 en matière de protection de la biodiversité. Certaines cibles découlent du cadre mondial défini lors de la COP 15 ou de la Stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité (SUEB). L'objectif premier de la SNB est de « promouvoir un modèle socio-économique favorable à la biodiversité : faire évoluer les modes de consommation, soutenir une agriculture durable et intégrer les enjeux de biodiversité dans les transports et la transition énergétique ». La SNB se décline en 5 axes, 15 objectifs et 71 mesures. La biodiversité aéroportuaire s'inscrit dans quatre mesures de la SNB 2030 qui sera publiée au deuxième trimestre 2023. Ainsi, elle s'inscrit dans :

- l'accélération de la protection et de la restauration des écosystèmes (mesure 1.4), au travers de la poursuite par l'association Aéro Biodiversité du maillage de la préservation des prairies aéroportuaires des 500 aéroports français;
- le renforcement de la lutte contre la pollution (mesure 3.1), notamment des sols, par la publication d'un guide *Aéroports zéro phyto* en 2023;
- le renforcement de la dimension biodiversité des labels et des normes dans les secteurs économiques (mesure 7.1), grâce au développement du label « AéroBio » décerné aux plateformes aéroportuaires par l'association Aéro Biodiversité;
- l'incitation aux expériences de connaissance et de nature (mesure 8.3), à travers les activités de sciences participatives proposées par l'association Aéro Biodiversité.

Les actions associées à ces mesures sont développées dans les pages suivantes.



©MTE, Ministère de la transition écologique

La DGAC adopte son plan d'action biodiversité

Lancée par la DGAC à l'occasion de la Stratégie nationale pour le transport aérien, la feuille de route biodiversité définit un cadre d'actions et de moyens à mettre en œuvre pour une meilleure protection et valorisation de la biodiversité aéroportuaire.

Il en est ressorti cinq axes stratégiques :

- Faire évoluer les textes réglementaires relatifs à la gestion du risque animalier sur les plateformes aéroportuaires pour mieux prendre en compte la biodiversité.
- Accompagner les exploitants d'aéroports pour mieux articuler l'aspect sécuritaire avec la biodiversité.
- Favoriser la mise en place de stations d'accueil animalières dans les aéroports.
- Sensibiliser et communiquer sur les enjeux de préservation de la biodiversité aéroportuaire auprès des professionnels du secteur et des usagers.
- Promouvoir les sciences participatives sur les aéroports.

L'avancement des travaux sur la feuille de route a permis d'aboutir à un plan d'action biodiversité en adéquation avec les besoins internes de la DGAC en matière d'acquisition de connaissances et de diffusion de l'information.

Le plan d'action biodiversité de la DGAC se décline en sept grandes thématiques :

- Adapter la réglementation relative à la gestion du risque animalier pour introduire une dimension plus compatible avec une gestion davantage vertueuse des espaces verts aéroportuaires favorisant la biodiversité ordinaire.
- Accompagner la mise en œuvre des démarches de développement de la biodiversité sur les aéroports.



© Richard Metzger/DGAC-STAC

- Favoriser l'intégration de la biodiversité des aéroports dans les espaces naturels environnants du territoire.
- Établir un recensement et un suivi des mesures en faveur de la biodiversité mises en œuvre sur les plateformes et favoriser le partage.
- Promouvoir l'action de l'association Aéro Biodiversité.
- Développer les formations et l'accès à l'information sur la biodiversité.
- Développer les campagnes de communication.

Il est en particulier destiné aux DSAC régionales qui constituent un relais essentiel de la stratégie en matière de biodiversité aéroportuaire. Elles sont en effet un maillon incontournable pour la remontée d'information sur les problématiques environnementales (populations concernées, initiatives locales) ainsi que pour intégrer les zones aéroportuaires dans les plans locaux de protection de la biodiversité.

PICTAGRAINES, UNE INITIATIVE QUI PREND DE L'AMPLEUR !

Le projet Pictagraines du Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle Aquitaine (CEN-NA), débuté sur l'aéroport de Poitiers en 2019, se développe sur les plateformes de La Rochelle et de Niort avec la signature de partenariats en 2022. Tout comme la marque collective Végétal local portée par l'Office français de la biodiversité (OFB), ce projet vise à récolter des graines de plantes locales sur des prairies encore préservées, telles que les prairies aéroportuaires, pour ensuite les réimplanter lors de projets locaux de réhabilitation ou de végétalisation. L'avantage de ces végétaux sauvages et locaux est qu'ils ont bénéficié d'une longue co-évolution avec la faune et la flore locales, ce qui contribue au bon fonctionnement des écosystèmes auxquels ils sont inféodés. Ils sont aussi bénéfiques à la résilience des écosystèmes.



© Aéro Biodiversité

Les équipes d'Aérobiodiversité sur le terrain

Aéro Biodiversité, partenaire incontournable

Le rôle de l'association Aéro Biodiversité dans la préservation et la valorisation de la biodiversité aéroportuaire n'est plus à démontrer. Depuis plusieurs années, elle accompagne le secteur aéroportuaire dans l'appropriation des bonnes pratiques mettant en valeur la biodiversité environnante sans compromettre la sécurité. S'appuyant sur une démarche de science participative dont les protocoles sont développés par le Muséum national d'histoire naturelle, elle permet de mieux appréhender les différentes composantes de la biodiversité sur les plateformes tout

en sensibilisant les personnels aux enjeux de la biodiversité. Pour cela, les naturalistes Aéro Biodiversité interviennent deux à trois fois par an sur chaque plateforme partenaire afin d'inventorier les espèces animales et végétales présentes sur le terrain. Ce travail minutieux permet de recueillir des données précises sur la diversité des espèces observées et de cartographier leurs habitats. Quelques chiffres clés à l'appui : en six ans, 34 000 données ont été observées ; 3 000 espèces végétales et animales ; 1 300 espèces de plantes dont 45 espèces d'orchidées ; 255 espèces d'oiseaux ont été recensées et 24 espèces

de chauve-souris ont été enregistrées en métropole (sur 34 existantes). Victime de son succès, l'association poursuit sa progression puisqu'en 2022, elle compte 54 aéroports et aérodromes en métropole et outre-mer. Ce nombre devrait augmenter en 2023. Le lancement du label « Aérobio » en 2021, décerné par un comité indépendant et éthique issu du conseil scientifique du Muséum national d'histoire naturelle, est également un succès : trois aéroports ont été labellisés en 2021 (Paris-Orly, Tarbes et Perpignan) et cinq ont été labellisés début 2023 (Ajaccio, Bastia, Carcassonne, Roissy-Charles-de-Gaulle et Tours, cf encadré).



LABEL AÉROBIO

En 2022, le label a été ouvert aux plateformes adhérentes à l'association depuis au moins un an. Six dossiers ont été reçus et analysés en fin d'année 2022. Le comité scientifique de l'association décide de façon indépendante, de l'attribution du Label et de son niveau (il y a 3 niveaux). Ainsi ont été labellisés en février 2023, les aéroports de Bastia Poretta, d' Ajaccio Napoléon Bonaparte et Tours Val de Loire au niveau 1, puis Carcassonne Sud de France et Paris-Charles de Gaulle au niveau 2.



©Adobe stock

Gypète barbu

Les zones de sensibilité majeure (ZSM)

En 2021, dans un double objectif de protection de la biodiversité et de sécurité, le STAC a lancé un travail en partenariat avec les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et le Service d'information aéronautique (SIA) visant à une meilleure prise en compte par les pilotes de la présence de zones de sensibilité majeure (ZSM) liées à des zones de reproduction de certains grands rapaces protégés, lors de la préparation de leurs vols. Le travail a abouti en novembre 2022 à la publication, à travers la section ENR 5.6-A de l'AIP et le site Internet du STAC, de cartes détaillées par secteurs géographiques (Alpes, Pyrénées, Massif central) indiquant les ZSM actives. Plusieurs actions de communications ont été élaborées lors de la mise en ligne des cartes, dont une information spécifique auprès des fédérations aéronautiques. Le travail se poursuivra en 2023 avec l'amélioration des cartes diffusées sur la base des premiers retours et un élargissement des actions de communication auprès des usagers des espaces aériens.

Des espèces exotiques envahissent les plateformes aéroportuaires

Les espèces exotiques envahissantes (EEE) d'origine animale ou végétale représentent l'une des principales causes d'érosion de la biodiversité à l'échelle mondiale. Elles sont introduites volontairement ou non hors de leurs milieux naturels par les activités humaines. Leur implantation et propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces. En France métropolitaine, 1379 plantes exotiques envahissantes et 708 espèces de faune ont été recensées. Seules deux plateformes aéroportuaires sur les 36 en France métropolitaine échappent à ce phénomène. Dès 2017, le ministère chargé de l'Environnement a publié la Stratégie nationale relative aux EEE afin d'accompagner la mise en application de la réglementation européenne et de répondre aux enjeux nationaux.

Des conservatoires botaniques nationaux ont élaboré des listes hiérarchisées des EEE sur l'ensemble du territoire, selon le degré d'envahissement. On distingue ainsi trois grands niveaux : EEE avérées, potentielles et à surveiller. En 2021, l'association Aéro Biodiversité a recensé les principales EEE végétales présentes sur les aérodromes, soit environ une quinzaine dont la plus répandue est « la Vergerette du Canada ». D'autres espèces sont visibles, dans une moindre mesure : le seneçon du Cap, l'ambrosie à feuilles d'armoises, le sporobole tenace. L'éradication d'une EEE est quasiment impossible dès lors que l'espèce est largement répandue. Cependant, la propagation peut être limitée soit par des interventions de régulation, soit par une gestion adaptée de la zone concernée. La mise en place d'un plan d'action spécifique à la problématique est en cours de réflexion.



©Aérobiodiversité

Senecio Inaequidens



©Richard Metzger/DGAC-STAC

Tracteur de fauche

Des guides techniques pour aider les aéroports à valoriser la biodiversité

La fauche sur les aéroports entre gestion du risque animalier et valorisation de la biodiversité.

Le Service technique de l'aviation civile (STAC) a mené une étude relative aux pratiques de fauche sur les aérodromes dans l'objectif de concevoir un guide technique à l'attention des exploitants d'aérodromes, des bases aériennes et de leurs responsables en charge du péril animalier et des espaces verts. Ce guide technique aborde le sujet à la fois sous l'angle de la sécurité aérienne et de la biodiversité, avec l'ambition d'engager les acteurs de la communauté aéroportuaire vers des pratiques de gestion plus vertueuse pour l'environnement. Il présente des informations générales relatives aux prairies aéroportuaires et aux modalités d'entretien, partage des bonnes pratiques et des pistes de réflexion qu'il convient d'adapter localement, chaque aéroport présentant des spécificités en matière de faune et de flore locale. Il fournit enfin une méthodologie générale relative à la conception d'un plan de gestion des espaces verts.

Guide « Aéroports Zéro Phyto ».

Le projet « Aéroports Zéro Phyto » lancé dans le cadre du plan Écophyto II s'est poursuivi en 2022. Ce guide ambitionne d'accompagner les aéroports français dans la mise en œuvre d'un plan zéro phyto et de pérenniser l'approche sur l'ensemble des plateformes aéroportuaires. Cet outil, à destination des gestionnaires d'aéroports, rassemblera les bonnes pratiques sous forme de fiches techniques à mettre en œuvre, afin de parvenir à l'élimination complète de l'usage des produits phytosanitaires. Ce guide a été publié en mai 2023.

De nouveaux émulseurs plus écologiques

De nouveaux émulseurs pour lutter contre les incendies d'aéronefs respectueux de l'environnement.

Les Services de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs sur les aéroports (SSLIA) interviennent lors d'un incident ou d'un accident d'avion sur une plateforme. Ils utilisent des mousses extinctrices destinées à la lutte contre les incendies de kérosène. Depuis près de 50 ans, la majorité des mousses utilisées contre les feux d'hydrocarbures contiennent des tensioactifs fluorés, reconnus pour leur efficacité, mais néfastes pour la santé et l'environnement, notamment pour la biodiversité. En 2011 puis en 2020, l'Union européenne a interdit ou restreint l'utilisation de certaines familles de tensioactifs. Les fabricants d'émulseurs développent depuis de nouvelles formules et gammes d'émulseurs, fluorés ou non fluorés, plus respectueuses de l'environnement. En conséquence, un « guide des émulseurs » est en cours d'élaboration par le STAC. Il vise à accompagner les exploitants d'aéroports dans le choix de produits performants en matière de lutte contre l'incendie tout en étant plus exigeants en matière de protection de la santé et de l'environnement. Sa parution est prévue en 2023.



©Richard Metzger/DGAC-STAC

Test des nouveaux émulseurs conçus par le STAC, à Vernon

En bref

DES ABRIS POUR HÉRISSEONS SUR L'AÉROPORT DE NIORT-MARAI POITEVIN

Dans le cadre du plan de gestion de la biodiversité de l'aérodrome de Niort-Marais poitevin, la ville de Niort, propriétaire et exploitante de l'aérodrome, a mené des actions sur les modalités de fauche des abords des pistes. Elle a acquis un matériel permettant le ramassage des résidus de fauche afin de limiter l'acidification des sols. Ces résidus sont ensuite placés en des points stratégiques de la plateforme afin de limiter les déplacements routiers et de permettre la création d'abris, avec des herbes et des branchages, pour certains reptiles, ou de petits mammifères, notamment les hérissons. Les prairies de l'aéroport de Niort sont également une zone naturelle de reproduction des lombrics et autres petits animaux qui permettent aux hérissons de se nourrir.



©Museum d'histoire naturelle



©Association CPIE Corse

L'hélix de Corse sur l'aéroport d'Ajaccio

LA PROTECTION DE L'ESCARGOT DE CORSE, UNE ESPÈCE RARE, QUI A VALU À L'AÉROPORT D'AJACCIO LE LABEL AEROBIO

Longtemps considéré comme disparu, l'Hélix de Corse est un escargot micro-endémique de Corse. Son habitat, restreint à 2 hectares de la terrasse fluvio-marine du Ricantu, est enclavé à l'intérieur du territoire de l'aéroport d'Ajaccio. L'espèce est en voie d'extinction (environ 5000 individus).

Dans le passé, la construction d'une piste et le réaménagement de la plateforme ont détruit en partie l'habitat de l'escargot. Les études génétiques ont montré qu'ils ont été isolés et se sont retrouvés de part et d'autre de la piste.

L'enjeu aujourd'hui pour la DSAC SE/délégation Corse, pour l'aéroport et pour l'association environnementale CPIE (Centre permanent d'initiatives pour l'environnement), est de préserver la bande littorale où ils vivent et de restaurer un « corridor » afin d'assurer la continuité de l'habitat et de maintenir le brassage génétique de la population. Un Plan national d'action pour l'escargot de Corse est en cours de rédaction.

LA LUTTE CONTRE LE TRAFIC D'ESPÈCES PROTÉGÉES

La lutte contre le trafic d'espèces sauvages et l'introduction de viande dite « de brousse » sur le territoire national, notamment par voie aérienne, constitue un enjeu sanitaire et environnemental majeur pour la France. En 2021, sur l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle, 19,7 tonnes de produits carnés ont été saisies dans les bagages des voyageurs, dont environ 500 kg de viande de brousse. Ainsi, des viandes provenant d'espèces protégées par la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore

menacées d'extinction (Cites) sont régulièrement découvertes dans les bagages. L'importation de produits carnés dans les bagages est pourtant prohibée par la réglementation européenne, pour des raisons sanitaires. Cette pratique est également interdite au regard de la protection des espèces protégées et de la biodiversité. Afin de concevoir et mettre en œuvre des actions communes, coordonnées et adaptées au territoire national, contre le trafic d'espèces protégées, un groupe de travail interministériel s'est monté. Il inclut la DGAC.

6 —

Le Service public écoresponsable (SPE), un nouvel enjeu environnemental



©DGAC-STAC

Ecopâturage sur les terrains du STAC à Toulouse

Le plan de sobriété de l'État s'impose non seulement à tous les acteurs économiques et aux citoyens, mais aussi aux administrations elles-mêmes. Voyons comment elle se traduit concrètement dans nos locaux!



Comment s'organise la démarche SPE à la DGAC ?

La démarche du Service public écoresponsable (SPE).

Pour mémoire, la démarche SPE a pour but la nécessaire réduction de l'empreinte environnementale de l'activité quotidienne de l'administration.

Elle a été formalisée initialement par la circulaire du 25 février 2020 qui, à travers vingt mesures, demande aux administrations de concrétiser cet effort d'écoresponsabilité dans tous les domaines d'action de l'administration. Elle a été complétée par la circulaire du 10 novembre 2022, mettant en place un **plan de sobriété énergétique de l'État** s'appliquant à toutes les administrations et réparti en 20 chantiers, dont la rénovation énergétique des bâtiments, la baisse des émissions de gaz à effet de serre, la commande publique, l'encouragement aux mobilités douces. Tous les services de l'État, dont la DGAC, doivent établir un rapportage annuel de certains indicateurs afin de mesurer concrètement le développement progressif de la démarche.



Atelier Réparation vélos à l'ENAC Toulouse

La déclinaison de la démarche à SPE à la DGAC.

Dans le cadre de cette démarche, des structures ont été mises en place au sein de la DGAC afin de faire progresser significativement l'action écoresponsable de l'administration :

- Un «**réseau SPE**» d'une centaine de personnes, accompagné par une équipe projet, a été créé en février 2022. En vue de piloter et de coordonner les actions menées au sein de la DGAC, il réunit des représentants de toutes les directions et se décline en 16 chantiers (dont achats durables, énergie et bâtiments, bilan des émissions des gaz à effet de serre, alimentation, numérique, biodiversité).

- En parallèle, fin 2022, un **Comité du développement durable** s'est monté au sein de la DGAC. Composé de représentants des différentes directions et des syndicats, présidé par le directeur général, il se réunit au moins une fois par an. Sa mission est triple : veiller à une application rigoureuse des engagements SPE, proposer des actions additionnelles, échanger sur toute initiative locale. Par ailleurs, par sa note 22-55-SG du 18 août 2022, la secrétaire générale

de la DGAC a, dans le cadre du plan de sobriété énergétique, appelé tous les services à prendre les mesures nécessaires à la réalisation d'économies d'énergie rapides et massives en prévoyant notamment une température maximale de 19° dans les locaux, une utilisation de la climatisation uniquement à partir de 26°, l'extinction des lumières inutiles, l'utilisation de LED, l'encouragement au covoiturage et aux mobilités douces. **La décarbonation sera le grand chantier de 2023.**

FOCUS SUR L'EXPÉRIMENTATION DE LA FERMETURE DU SIÈGE DE LA DGAC LE 31 OCTOBRE :

Le 31 octobre 2022, la DGAC a profité de la possibilité d'un week-end prolongé à l'occasion du 1^{er} novembre férié pour tester l'efficacité d'une fermeture de son siège rue Henry-Farman à Paris. Le mode «**hivernation**» a été utilisé : fermeture du chauffage, des parkings, des lumières, de la cantine par exemple. Le résultat a été intéressant avec 26 % d'économie d'énergie par rapport à une journée «**ordinaire**» de la semaine précédente.

La rénovation énergétique des bâtiments, une priorité !

Depuis 2020, l'Etat a lancé successivement des plans massifs de rénovation énergétique des bâtiments publics pour allier soutien de l'économie suite aux diverses crises traversées, diminution drastique de l'empreinte environnementale et baisse de la facture énergétique, l'énergie utilisée par les bâtiments de l'administration étant le 2^e poste de dépenses de son budget de fonctionnement, après les salaires. En 2022, la guerre en Ukraine, et la crise énergétique qu'elle a provoquée, ont encore accru la nécessité de réduire la consommation et la facture énergétique des bâtiments. Pour cela, un plan de sobriété énergétique (cf p.10) sonnait une mobilisation générale de tous les secteurs d'activité, a été présenté le 6 octobre 2022 avec un objectif de gain énergétique de 10 % dans les deux ans.

Le SNIA, Service national d'ingénierie aéroportuaire, et gestionnaire du parc immobilier DGAC (dont 502 bâtiments tertiaires sur une centaine de sites pour 687 000m² de surface hors d'œuvre nette), est au cœur de ce dispositif de rénovation énergétique des bâtiments et de conception HQE (Haute qualité environnementale) des nouvelles constructions, avec une augmentation croissante des chantiers au fil des années. Dans le cadre du plan de relance, 106 projets ont pu être lancés dont 65 achevés en 2022. Les programmes de rénovation doivent s'inscrire dans la trajectoire du Dispositif éco-énergie tertiaire (DEET) prévu par le décret dit «**tertiaire**» du 23 juillet 2019, qui impose une réduction progressive de l'énergie finale utilisée dans les bâtiments tertiaires, de 40% dès 2030 et jusqu'à 60% en 2050, objectif qui

rejoint les ambitions du secteur aérien, auquel il incombe de réduire de 50 % ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. Les travaux les plus courants dans le cadre de la rénovation énergétique sont l'amélioration de la régulation des systèmes de chauffage et de climatisation, l'isolation thermique de l'enveloppe, le remplacement des menuiseries extérieures, ou le recours croissant à l'électricité d'origine photovoltaïque (PhV) via des installations en autoconsommation. Par exemple, sur le campus de l'ENAC (Toulouse), l'énergie PhV représente 17% de l'énergie consommée, 25% à terme.

En plus de ces dispositifs courants, d'autres réalisations sont à souligner :

GTA Ajaccio : installation de systèmes Triple C assurant chauffage, climatisation et chauffe-eau thermodynamique.

DAC Nouvelle-Calédonie : réduction de l'effet albédo et rafraîchissement naturel des locaux par la végétalisation, la pose de brise-soleil et l'optimisation des ventilations naturelles.

ENAC, et DSAC Nord (Orly) : recours partiel à la géothermie ou le raccordement à des réseaux de chaleur.

Focus sur une rénovation exemplaire la DSAC Ouest en 2022:

Le bâtiment a atteint le niveau E3C1 (Energie 3-Carbone 1), traduisant une excellente performance énergétique avec notamment :

- l'utilisation de matériaux de construction en bois,
- le recours aux panneaux photovoltaïques en autoconsommation ;
- une enveloppe performante et compacte (triple vitrage, bois, brise-soleil orientable, amélioration de l'étanchéité).



Vue aérienne de l'extension du siège de la DSAC Ouest (au 1^{er} plan), construction Haute qualité environnementale



Plantations sur le terrain de la DAC à Nouméa par des agents de la DGAC, avec des bénévoles du WWF pour guides

De multiples initiatives au service d'un SPE

Incitations nationales aidant, la démarche SPE s'impose désormais dans tous les services de la DGAC, et se décline en six thèmes : énergie et bâtiments, mobilité, déchets, alimentation, biodiversité, sensibilisation. Certains services se sont montrés particulièrement innovants en 2022. Quelques exemples...

En matière de mobilité, ça roule !

Le renouvellement de la flotte des véhicules de service par des véhicules électriques ou l'incitation au covoiturage et aux mobilités douces sont largement déployées et mises en avant via par exemple la participation à des «villages de la mobilité (douce)» à la DSAC Sud-Ouest (aéroport de Bordeaux) ou la campagne «DAC à vélo» à la DAC Nouvelle-Calédonie.

Un intérêt croissant de l'administration

pour la biodiversité sur ses terrains. Ainsi, le STAC de Toulouse a développé l'écopâturage, les moutons venant brouter les espaces verts

(cf photo p.59). La DAC Nouvelle-Calédonie poursuit son partenariat vertueux avec le WWF, qui se traduit notamment par des opérations régulières de sensibilisation des agents à la biodiversité, par exemple en les associant à la plantation d'arbres et de plantes sur les terrains de la DAC avec l'aide des bénévoles de l'association. Les carrés potagers, comme la déminéralisation de certains espaces quand c'est possible, se développent aussi.

Sensibilisation des agents et formation.

Des ateliers «**Fresque du climat**» sont peu à peu proposés, aux côtés d'actions de sensibilisation à la responsabilité solidaire et écoresponsable ou aux écocgestes. Dans le cadre de son projet Transformation écocitoyenne à la DSAC AG (Antilles-Guyane), la DSAC a obtenu le financement de son volet Formation par le CGDD à la suite de l'appel à défis «Innovation écoresponsable». De leur côté, les services de l'**ENAC** ont mis en place une «**rentrée climat**»

en septembre 2022, trois jours de cours et d'ateliers pour apporter aux 400 étudiants, futurs diplômés, une bonne connaissance des enjeux environnementaux. Ces trois jours comprennent notamment la Fresque du climat, la Fresque aéro, des modules sur la décarbonation, les questions énergétiques, ou encore les controverses sociotechniques et les nouvelles technologies. Ce dispositif novateur et complet mobilise 70 enseignants et agents.

DEUX PRIX POUR L'ENAC EN 2022

L'École, et en particulier sa mission SPE, a en effet été lauréate de deux concours régionaux, le Concours Développement durable de l'université fédérale de Toulouse et les Trophées Tisseo, grâce à une double initiative : le prêt de vélos électriques et de vélos cargo à ses usagers, étudiants et agents (pour quatre mois) et l'organisation d'ateliers de réparations de vélos sur le campus de Toulouse.

7 — Glossaire

ACNUSA : Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANSP : Air Navigation Service Provider ou prestataire de services de la navigation aérienne

APU : Auxiliary Power Unit, ou moteur auxiliaire de puissance

CAD : Carburant d'aviation durable

CAEP : Committee on Aviation Environmental Protection

CALIPSO : Classification acoustique des avions légers selon leur indice de performance sonore

CCE : Commission consultative de l'environnement

CDO : Continue Descent Approach au développement durable

CNR : Conseil national de la refondation

CSB : Carte stratégique de bruit

CORAC : Conseil pour la recherche aéronautique civile

CORSIA : Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, ou mécanisme mondial de compensation des émissions de l'aviation civile internationale

DSAC : Direction de la sécurité de l'aviation civile

DSNA : Direction des services de la navigation aérienne

DTA : Direction du transport aérien

EIAE : Étude d'impact selon l'approche équilibrée

ENAC : École nationale de l'aviation civile

EU-ETS : European Union-Emission Trading System, ou Système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (SEQE)

eVTOL : Electrical Vertical Take-Off and Landing

GES : Gaz à effet de serre

GIFAS : Groupement des industries françaises aéronautiques

GPU : Ground Power Unit, ou groupe électrogène pour l'alimentation électrique des avions au sol

IGEDD : Inspection générale de l'environnement et du développement durable

MRAe : Mission régionale d'autorité environnementale

OACI : Organisation de l'aviation civile internationale

OAD : Observatoire de l'aviation durable

ONERA : Office national d'études et de recherches aérospatiales

PEB : Plan d'exposition au bruit

PGS : Plan de gêne sonore

PIA : Programme d'investissement d'avenir

PNACC : Plan national d'adaptation au changement climatique

PPA : Plan de protection de l'atmosphère

PPE : Programmation pluriannuelle de l'énergie

PPBE : Plan de prévention du bruit dans l'environnement

PREPA : Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques

PUF : Particules ultrafines

RTE-T : Réseau transeuropéen de transport

SAF : Sustainable aviation fuel, ou carburant d'aviation durable (CAD)

SARP : Standards and Recommended Practices

SFEC : Stratégie française sur l'énergie et le climat

SGPE : Secrétariat général de la planification écologique

SPE : Service public écoresponsable

SNB : Stratégie nationale biodiversité

SNBC : Stratégie nationale bas carbone

STAC : Service technique de l'aviation civile

TIRUERT : Taxe incitative relative à l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les transports

TNSA : Taxe sur les nuisances sonores aériennes

UAF : Union des aéroports français et francophones associés

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

UE : Union européenne

ZSM : Zone de sensibilité majeure



**Rapport Environnement
de la Direction générale
de l'aviation civile 2022**
Juin 2023

www.ecologie.gouv.fr