



**MINISTÈRE  
CHARGÉ  
DES TRANSPORTS**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



direction  
générale  
de l'Aviation  
civile



# RAPPORT ENVIRONNEMENT 2024



Rapport Environnement  
de la Direction générale  
de l'Aviation civile 2024  
Mai 2025

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 : Avion en approche  
d'Orly, forêt de Boissy Saint-léger -  
© Richard Metzger/DGAC-STAC

1 — P. 8

Les carburants  
d'aviation durables  
(CAD), principal levier  
de décarbonation



2 — P. 20

Climat  
& décarbonation



3 — P. 31

Limiter les nuisances  
sonores



4 — P. 39

Qualité de l'air,  
de l'eau et des sols



# Sommaire

5 — P. 45

Innovations



6 — P. 56

Protéger  
et valoriser  
la biodiversité



7 — P. 63

Le service public  
écoresponsable (SPE),  
nouveau enjeu  
environnemental



8 — P. 67

Glossaire



Éditorial

DAMIEN  
CAZÉDirecteur général  
de l'Aviation civile

**A**près l'annonce, en 2022, des ambitions du secteur de l'aviation en matière de décarbonation et l'adoption, en 2023, du paquet « Ajustement à l'objectif moins 55 % » dit « Fit for 55 », l'année 2024 a été celle de la mise en œuvre pratique des leviers qui permettront au secteur d'atteindre son ambition.

Les années 2022 et 2023 ont en effet fixé un cadre clair au secteur pour diminuer son impact sur le climat et l'environnement. À l'échelle internationale, la 41<sup>e</sup> Assemblée de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), en octobre 2022, a adopté, pour l'aviation civile internationale, une résolution fixant l'objectif ambitieux à long terme d'atteindre la neutralité carbone en 2050 (en anglais, *Long-Term Aspirational Goal* – LTAG). L'Union

européenne (UE) a quant à elle inscrit son objectif climatique dans la loi européenne sur le climat, publiée en juillet 2021. Il est de réduire les émissions de l'UE d'au moins 55 % net d'ici à 2030 (par rapport au niveau de 1990) et d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

Cette évolution du cadre normatif international et du cadre réglementaire européen donne de la visibilité aux acteurs et nécessite un travail de mise en œuvre conséquent pour les États membres. À compter de 2024, les États ont donc organisé la mise en œuvre pratique des leviers qui leur permettront d'atteindre leur ambition.

Ainsi, à l'OACI, au sein du Comité sur la protection de l'environnement en aviation (CAEP), la tâche d'étudier et de chiffrer les mesures de la mise en œuvre du LTAG a été dévolue

**« L'évolution du cadre normatif international et du cadre réglementaire européen donne de la visibilité aux acteurs et nécessite un travail de mise en œuvre conséquent pour les États membres. »**

au groupe de travail LTAG Monitoring and Reporting (LMR) méthodologies (LMR-TG), tandis que le sous-groupe dédié aux carburants, Fuel Task Group (FTG), se concentre sur les modalités de mise en œuvre de l'objectif de réduire l'intensité carbone des carburants de 5 % d'ici à 2030 issu de la 3<sup>e</sup> édition de la Conférence sur l'aviation et les carburants alternatifs (CAAF/3). Enfin, le CAEP a dédié un symposium aux effets non-CO<sub>2</sub> de l'aviation.

À l'échelle européenne, la quasi-totalité des propositions réglementaires concernant le secteur aérien du paquet « Ajustement à l'objectif moins 55 % » (« Fit for 55 ») ont été adoptées en 2023, à l'exception de la révision de la directive sur la taxation de l'énergie. Les évolutions suivantes du cadre réglementaire ont nécessité un travail conséquent de mise en œuvre en 2024 par les États membres.

Les effets non-CO<sub>2</sub> intéressent également l'UE, leurs surveillance et rapportage ayant été imposés aux exploitants d'aéronefs pour les vols intra-EEE (Espace économique européen) pendant les années 2025 et 2026, au sein du système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQE-UE ou EU-ETS, en anglais). Le SEQE-UE a par ailleurs fortement évolué en 2024 en intégrant par des actes d'exécution et des actes délégués son articulation avec le CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*), la valorisation de carburants d'aviation durables (CAD ou SAF en anglais) par des modalités comptables appelées « zero-rating » et la possibilité de disposer de quotas gratuits pour les incorporations de certains CAD, nommés « *fuels eligible for EU-ETS support* ».

**« L'étude engagée sur l'aéroport de Paris-Orly [...] aboutira ainsi prochainement à un renforcement des exigences environnementales au bénéfice des populations riveraines. »**

Ces mesures incitatives d'incorporation de CAD mises en œuvre dans le SEQE-UE recourent – de manière parfois complexe – l'obligation d'incorporation du règlement ReFuelEU Aviation, applicable depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024. Dans ce règlement, un délai a été prévu pour les obligations d'incorporation de part minimale de CAD dans le carburant d'aviation mis à la disposition des exploitants d'aéronefs sur les aéroports de l'Union. Elles s'appliquent à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2025. Ainsi, tandis que les incorporations de l'année 2024 ont dû être déclarées par les fournisseurs de carburant en février 2025, les premières sanctions relatives aux incorporations de l'année 2025 ne seront prononcées au titre de ce règlement que dans le courant de l'année 2026.

S'agissant des règlements AFIR et RTE-T, la quasi-totalité des aéroports concernés a satisfait l'obligation pour les gestionnaires d'aéroport de fournir de l'électricité aux aéronefs stationnés au contact au 31 décembre 2024. Quant à l'obligation de fournir de l'électricité aux aéronefs stationnés au large au 31 décembre 2029, certains aéroports y satisfont déjà.

Ce sont ensuite les travaux de planification écologique qui permettent de déployer les objectifs de l'UE au niveau national. À cette échelle, en matière de biodiversité, la Stratégie nationale biodiversité (SNB),

adoptée en novembre 2023, fête sa première année. Le dispositif national de compensation issu de l'article 147 de la loi climat et résilience a, quant à lui, permis de compenser 1036070 tCO<sub>2</sub> et de financer ainsi le boisement/reboisement de 1014 hectares de forêt, soit près de 1500 terrains de football, et de soutenir environ 190 agriculteurs dans leurs démarches de réduction d'émissions.

Enfin, l'année 2024 s'inscrit dans la continuité de l'année précédente, avec des travaux importants en matière de réduction des nuisances sonores, menés dans le cadre des études d'impact selon l'approche équilibrée, déployées conjointement sur six aéroports majeurs français, fait inédit en Europe.

L'étude engagée sur l'aéroport de Paris-Orly, dont les conclusions ont été rendues au premier semestre 2024, aboutira ainsi prochainement à un renforcement des exigences environnementales au bénéfice des populations riveraines, sous la supervision de l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aériennes, dont le collège a été récemment renouvelé. Les conclusions des autres études suivront en 2025.

Cette année 2024 est donc un tournant : après les engagements et la réglementation, place à l'action concrète pour un avenir plus durable de l'aviation.

## FAITS MARQUANTS 2024

## De la SNBC 2 à la SNBC 3 : les travaux de révision de la Stratégie nationale bas carbone se poursuivent

**L**a Stratégie française énergie climat (SFEC), qui constitue la feuille de route actualisée de la France pour atteindre la neutralité carbone en 2050 et assurer l'adaptation de notre société aux impacts du changement climatique, est révisée tous les cinq ans.

C'est dans le cadre de la SFEC que sont traitées les questions d'arbitrage entre secteurs et de conflits d'usage, notamment par l'étude de scénarios de mise en place de mesures de réduction des émissions, pour tous les secteurs de l'économie française, aérien compris, ainsi que par une analyse fine de leurs besoins en énergie (et par nature d'énergie).

Les scénarios prospectifs énergie-climat-air, qui servent de référence pour l'élaboration de la SFEC, et plus particulièrement pour deux composantes de la SFEC, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), ont fait l'objet d'échanges nourris entre administrations au premier semestre 2024.

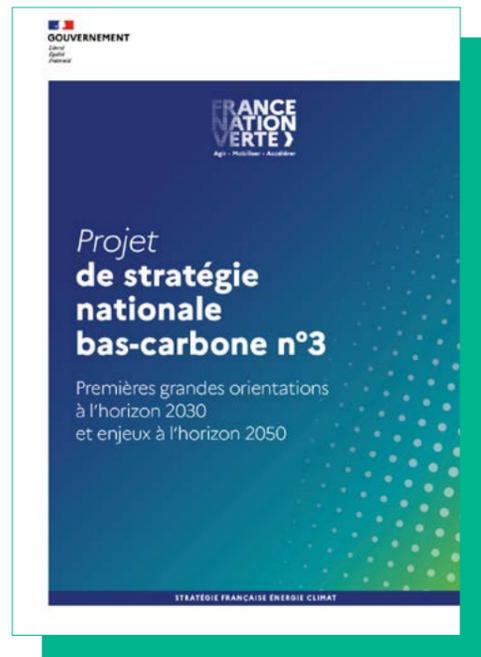
Le contexte politique a cependant ralenti les travaux et les grands équilibres « post 2030 » de la Stratégie française énergie climat n'ont pu être arrêtés. Dans ce contexte, une grande concertation publique a été ouverte pour six semaines le 4 novembre 2024, à l'issue d'une séquence de présentation qui a permis

à Agnès Pannier-Runacher, ministre de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques, à François Durovray, ministre délégué auprès de la ministre du Partenariat avec les territoires et de la Décentralisation, chargé des Transports, et à Olga Givernet, ministre déléguée auprès de la ministre de la Transition écologique, de l'Énergie, du Climat et de la Prévention des risques, chargée de l'Énergie, de rappeler l'ambition de la SFEC : celle-ci traduit la mise en cohérence des objectifs climatiques nationaux avec les objectifs européens inscrits dans le Pacte vert pour l'Europe (paquet « Fit for 55 »).

- En matière de climat, la Stratégie nationale bas carbone est mise à jour avec désormais un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 50 % d'ici à 2030, contre 40 % précédemment.

- En matière de mix énergétique, la PPE est mise à jour avec l'objectif de passer à une consommation énergétique à 60 % décarbonée d'ici à 2030.

Les avis des citoyens, des acteurs institutionnels et des entreprises produits lors de cette concertation alimenteront les travaux de finalisation de la Stratégie nationale bas carbone au premier semestre 2025.



## L'Observatoire de l'aviation durable (OAD) : le cycle des Rencontres de la décarbonation se poursuit

**L**e transport aérien représente environ 2 à 3 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, un chiffre en constante évolution. Consciente des enjeux, la DGAC a créé en 2022 l'Observatoire de l'aviation durable (OAD) afin de mieux comprendre et d'accompagner la compréhension de l'impact de l'aviation sur le climat.

Face aux défis environnementaux croissants, le secteur aérien se doit d'être engagé résolument dans une transformation majeure de son modèle écologique. La multiplicité et les évolutions de plus en plus fréquentes des réglementations internationales, européennes et nationales rendent de plus en plus complexe la lecture des trajectoires prospectives. Le nombre croissant de publications et de rapports dont la temporalité ou le périmètre diffèrent, que ce soit par l'industrie, les ONG ou les acteurs institutionnels, est une réalité. Surtout les attentes sociétales légitimes des citoyens renforcent notre devoir d'apporter de la lisibilité sur des solutions opérationnelles et innovantes, disponibles sur un temps court.

En 2024, l'Observatoire de l'aviation durable a renforcé le contenu de son espace digital par la publication de 12 nouveaux rapports, élargissant ainsi le partage de connaissances sur la décarbonation.

En 2024, la DGAC a soutenu l'innovation en accompagnant

les start-up qui développent des solutions technologiques pour une aviation plus durable. En facilitant l'accès aux infrastructures de test, en collaborant vers la certification, la DGAC permet aux jeunes entreprises d'accélérer leur déploiement et contribue à la transition écologique du secteur. La coopération avec l'Agence de l'innovation dans les transports (AIT) s'est renforcée. Dorénavant membre du comité opérationnel de l'AIT, l'OAD accompagne le programme PROPULSE, en tant que membre du jury mais aussi référent de start-up.

En 2024, le cycle des Rencontres territoriales de la décarbonation s'est poursuivi, avec notamment la rencontre de la start-up Ascendance, engagée dans la transition énergétique. Disposant

d'un système de propulsion hybride modulaire breveté en 2021, de batteries, de moteurs électriques et de moteurs thermiques utilisant des carburants d'aviation durables, cette start-up vise à plus long terme l'utilisation de l'hydrogène comme source d'énergie. Une rencontre de terrain avec les équipes du Groupe Europe Handling (GEH) a également permis d'apporter un éclairage concret sur les innovations qui accélèrent la transition vers des opérations décarbonées en aéroport. GEH accompagne les compagnies aériennes et leurs partenaires par sa capacité d'électrification de l'ensemble des engins de piste (bus passagers, chargeurs bagages et tracteurs d'avions pushback...). La recherche et l'innovation sont au cœur de cette transformation.



Le « push back » d'avion du Groupe Europe Handling. © Groupe Europe Handling (GEH)

# 1 — Les carburants d'aviation durables (CAD), principal levier de décarbonation



Un jour important pour les carburants d'aviation durables : le 18 mai 2021, le 1<sup>er</sup> avion français volant avec des biocarburants (huiles usagées) a relié Roissy à Montréal. © Airbus-SAS

2024, année de préparation de la mise en œuvre concrète du mandat d'incorporation européen. Après les étapes importantes réalisées ces dernières années sur les périmètres national, européen et international concernant les carburants d'aviation durables (CAD), 2024 a été une année importante pour se préparer efficacement à atteindre les obligations européennes portées par le règlement ReFuelEU Aviation. La France a pu compter, dans cet exercice, sur la dynamique nationale sur ce sujet (feuille de route, TIRUERT aviation, appels à projets).

**0,75%**  
LES MANDATS D'INCORPORATION PHYSIQUES NATIONAUX DE CAD (TIRUERT) RÉALISÉS EN 2024 (0,5% EN 2023)

**2%**  
DE CAD DANS LE CADRE DE REFUEL EU EN 2025  
Objectif : 6 % en 2030, dont 0,7 % de carburants synthétiques

## Le mandat national d'incorporation de CAD

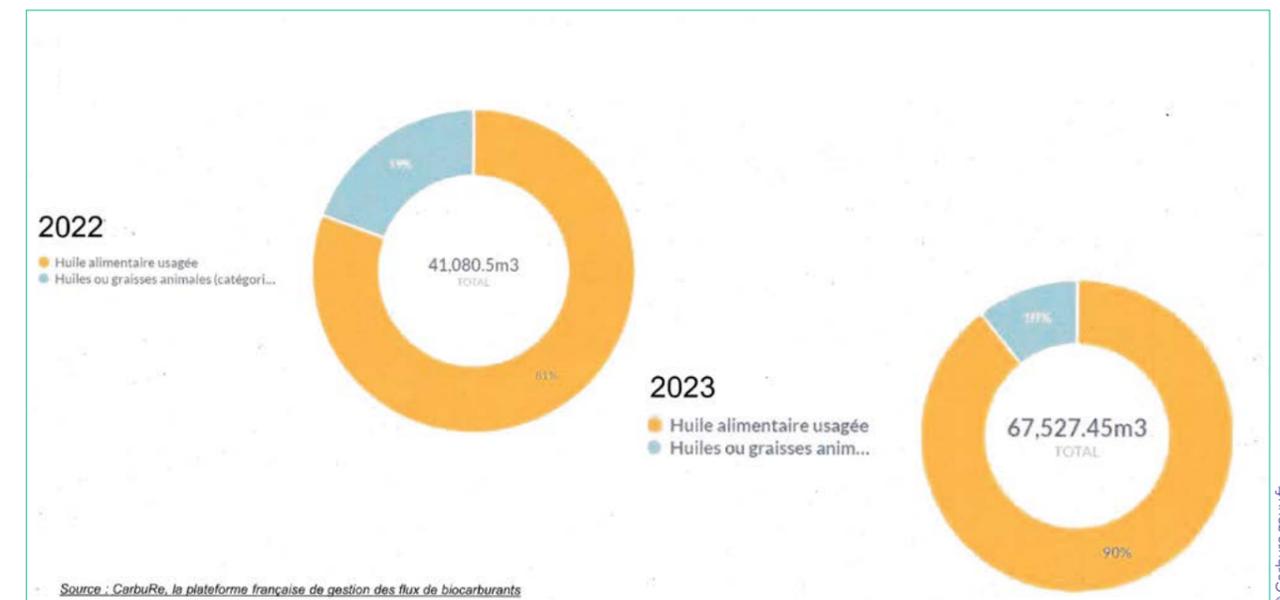
Les carburants d'aviation durables (CAD), qui comprennent les biocarburants avancés et les carburants de synthèse, constituent un des leviers majeurs de la décarbonation du transport aérien à court et à moyen terme. Associée à des critères de durabilité robustes, leur utilisation permet des gains d'émissions importants par rapport au kérosène. Pour rappel, la France a été pionnière dans le monde en mettant en place dès 2020 une politique reposant sur l'articulation entre le souci de créer un marché (ce qui est assuré par les mandats d'incorporation) et celui de faire émerger les technologies de production les plus matures de biocarburants de deuxième génération ou carburants de synthèse durables. Les résultats encourageants sur les deux premières années de mise en œuvre du mécanisme d'incitation à l'incorporation de CAD en France par la TIRUERT (taxe incitative

relative à l'utilisation d'énergies renouvelables dans les transports) ont renforcé la dynamique nationale et confirmé le tournant en faveur des CAD pris par le secteur en France. Avec des mandats d'incorporation physiques de 0,5 % en 2023 et de 0,75 % en 2024, réalisés successivement à environ 98 %, et en l'absence de solution intégrée au niveau européen, la France s'est dotée d'outils numériques adaptés aux besoins des fournisseurs de CAD et des compagnies aériennes pour permettre un transfert simple et contrôlé des informations liées à la durabilité des CAD. En partenariat avec la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), la DGAC a développé un volet dédié au secteur aérien dans CarbuRe<sup>1</sup>, la plateforme nationale de gestion des flux de biocarburants. Cet outil permet aux exploitants d'aéronefs d'accéder aux informations des CAD achetés telles que la technologie de production, le type de matières

premières ou leur origine, autant d'informations de durabilité clés pour les compagnies aériennes afin qu'elles puissent respecter leurs obligations dans le cadre du règlement ReFuelEU Aviation et du système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (SEQE-UE). Sur le territoire, la progression des incorporations de CAD continue : l'aéroport Annecy Haute-Savoie Mont-Blanc rejoint la liste des aéroports régionaux disposant aujourd'hui d'une offre permanente de carburant contenant des CAD. Certaines plateformes proposent même des mélanges composés à 35 % de CAD. Comme d'autres constructeurs, ATR, en partenariat avec Nordic Aviation Capital (NAC), se tourne aussi vers l'utilisation de CAD pour la livraison de ses avions au départ de l'aéroport de Toulouse.

1. [metabase.carbure.beta.gouv.fr/public/dashboard/7850c353-c225-4b51-9181-6e45f59ea3ba?annee=2024](https://metabase.carbure.beta.gouv.fr/public/dashboard/7850c353-c225-4b51-9181-6e45f59ea3ba?annee=2024)

### Matières premières utilisées pour produire des CAD et croissance de leur production en France



# Le mandat européen d'incorporation de CAD

La quasi-totalité des propositions réglementaires concernant le secteur aérien du paquet « Ajustement à l'objectif moins 55 % » ou « Fit for 55 » a été adoptée ces deux dernières années, à l'exception de la révision de la directive sur la taxation de l'énergie. Cette évolution du cadre réglementaire européen pour la décarbonation du secteur donne de la visibilité aux acteurs et a nécessité un travail de mise en œuvre conséquent par les États membres de l'Union européenne (UE) en 2024. Tête de pont pour le règlement ReFuelEU Aviation, la DGAC s'est attachée à porter une mise en œuvre harmonisée de ce règlement au sein de l'UE et à accompagner au mieux les acteurs durant cette année de transition.

La DGAC a participé activement aux travaux techniques réalisés par les experts des États membres de l'UE et les services de la Commission européenne. Le programme était vaste et primordial. Il comprenait l'identification des aéroports de l'Union concernés par le règlement, celle des différents obligés ainsi que la rédaction de lignes directrices précisant les modalités de mise en œuvre des exemptions temporaires à l'obligation de ravitaillement, ainsi que l'élaboration d'un guide pour la mise en œuvre des pénalités, ou encore le développement, aux côtés de l'Agence européenne pour la sécurité aérienne (EASA en anglais), d'un outil de rapportage en ligne à destination des exploitants d'aéronefs.

Pays stratégique dans le secteur du transport aérien, la France fait partie des États où le règlement ReFuelEU

Aviation s'applique sur un périmètre large : 17 aéroports et 46 exploitants d'aéronefs sont concernés en 2024 pour la première année de rapportage. Ce périmètre sera étendu à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2025 avec l'inclusion de l'aéroport de Brest Bretagne et la demande de l'aéroport de Paris-Le Bourget d'intégrer ce périmètre, ainsi qu'avec l'identification d'une dizaine d'exploitants d'aéronefs supplémentaires.

La mise en œuvre du règlement ReFuelEU nécessite également l'adoption de dispositions législatives et réglementaires au niveau national pour préciser le type et le niveau des pénalités auxquelles sont soumis les obligés qui ne respectent pas

les obligations du règlement, notamment d'incorporation de CAD et de ravitaillement au départ des aéroports couverts par le règlement ou de rapportage. La DGAC a travaillé à l'inclusion de ces précisions dans l'article 34 de loi DDADUE « portant diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne en matière économique, financière, environnementale, énergétique, de transport, de santé et de circulation des personnes », n° 529. Le texte a été validé par le Conseil d'État à l'été 2024 et déposé auprès de l'Assemblée nationale fin octobre 2024. La loi a finalement été promulguée le 30 avril 2025 et publiée au JO du 2 mai 2025.

## Localisation des aéroports mettant à disposition du CAD en France



# Valorisation des carburants d'aviation durables (CAD) et FEETS dans le SEQE-UE

Le SEQE-UE (Système d'échange de quotas d'émissions de l'Union européenne, ou EU-ETS en anglais) a fortement évolué en 2024 en intégrant par des actes d'exécution et des actes délégués la valorisation de carburants d'aviation durables (CAD) ainsi que la possibilité de disposer de quotas gratuits pour les incorporations de certains CAD, nommés FEETS (*fuels eligible for EU ETS support*). Ces mesures incitatives d'incorporation de CAD dans le SEQE-UE, applicables depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024, recourent – de manière parfois complexe – l'obligation d'incorporation de CAD du règlement ReFuelEU Aviation, qui entre en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2025.

## Le zero-rating

La valorisation de CAD dans le SEQE-UE se fera selon le principe du *zero-rating*. Dans leur déclaration annuelle pour le SEQE-UE, les exploitants d'aéronefs pourront distinguer 16 types de carburant. En fonction de la catégorie sélectionnée, le volume de carburant concerné sera multiplié par un facteur d'émission nul ou par le facteur d'émission du carburant fossile. C'est le principe du *zero-rating*. De cette manière, un exploitant d'aéronefs incorporant des CAD une année réduira sa quantité de quotas à restituer l'année suivante.

## Quotas gratuits pour l'utilisation de FEETS

Un volume de 20 millions de nouveaux quotas gratuits est réservé au cours de la période 2024-2030 pour couvrir tout ou partie de l'écart de prix entre le kérosène fossile et les FEETS. Ces quotas gratuits

pour les FEETS sont à distinguer des quotas gratuits « historiques », qui seront attribués jusqu'en 2026 sur la base des émissions 2023. Les dispositions relatives aux FEETS sont inscrites à l'article 3 *quater* paragraphe 6 de la directive 2003/87/CE et transposées au II de l'article L.229-18 et à l'article R.229-37-4 du Code de l'environnement.

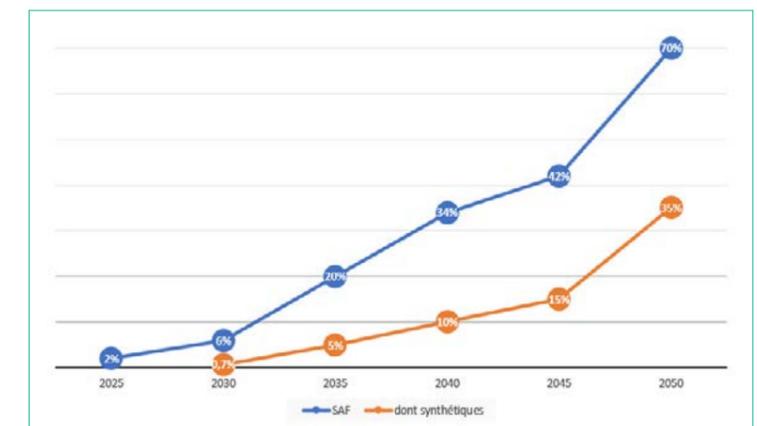
La couverture de la différence de prix entre le kérosène fossile et les FEETS est proportionnelle à la qualité du carburant utilisé :

- 95 % de l'écart de prix pour les carburants renouvelables d'origine non biologique (RFNBO) ;
- 70 % de l'écart de prix pour l'hydrogène produit à partir de sources d'énergie renouvelables et les biocarburants avancés ;
- 50 % de l'écart de prix pour les autres biocarburants, les carburants de synthèse pour l'aviation à faible intensité de carbone (SLC) et l'hydrogène bas carbone.

Par ailleurs, la couverture peut être de 100 % de l'écart de prix dans certaines conditions géographiques.

La différence de prix des carburants sera calculée par la Commission européenne à partir des prix publiés par l'Agence européenne pour la sécurité aérienne (EASA) pour l'année concernée. [eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI\\_COM:C\(2025\)681](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:C(2025)681) Les quotas gratuits seront alloués dans le courant du dernier trimestre de l'année suivant la période de déclaration.

Les exploitants d'aéronefs recevant des quotas gratuits pour l'incorporation de FEETS devront assurer la visibilité du financement de l'Union dans toutes leurs activités de communication, y compris sur les billets passagers et les panneaux d'affichage. Pour cela, ils devront utiliser l'étiquette « (Co)financé par le SEQE-UE », ainsi que l'emblème de l'Union et le montant de l'aide.



Trajectoire d'incorporation des CAD dans le cadre du règlement ReFuelEU Aviation



© S.Ramadier/Airbus

## Valorisation des CEF dans le CORSIA

### CORSIA

**A**u sein du régime de compensation et de réduction du carbone pour l'aviation internationale (CORSIA), les exploitants d'aéronefs ont également la possibilité de valoriser l'utilisation de carburants d'aviation durables éligibles CORSIA (en anglais, CORSIA *eligible fuels* – CEF). L'utilisation de CEF permet d'abaisser les obligations de compensation déterminées à l'issue de chaque période de conformité de trois ans.

Les CEF comprennent les carburants d'aviation durables CORSIA (en anglais,

CORSIA *sustainable aviation fuels* – CORSIA SAF) et les carburants d'aviation à faible teneur en carbone CORSIA (en anglais, CORSIA *lower carbon aviation fuels* – LCAF). Un CORSIA LCAF est un carburant d'aviation renouvelable ou dérivé de déchets. Ces deux types de carburant répondent aux critères de durabilité CORSIA définis dans le document « CORSIA Sustainability Criteria for CORSIA Eligible Fuels ». En particulier, les émissions en cycle de vie (LSf) de ces carburants, calculées en prenant en compte le changement indirect d'utilisation des terres (ILUC), sont inférieures de 10 % à celles du carburéacteur fossile 89 gCO<sub>2</sub>e/MJ.

Le calcul fait par l'exploitant d'avions pour déclarer les CEF est spécifié

dans la partie 3.3 de l'annexe 16 de l'OACI, reprise au niveau de l'UE à l'article 4 du règlement d'exécution (UE) 2024/1879 portant modalités d'application de la directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne le calcul des exigences de compensation aux fins du CORSIA.

Bien que la déclaration de CEF se fasse pour une période de conformité de trois ans, il est recommandé que l'exploitant d'avions présente annuellement ses réclamations en échange de l'utilisation de carburants admissibles CORSIA (CEF) de manière à s'assurer que tous les documents seront traités en temps opportun.

## Création, construction et mise en activité d'une unité de production de carburant d'aviation durable (CAD)

**L**a création, la construction et la mise en activité d'une unité de production de carburant d'aviation durable (CAD) est un projet coûteux, estimé entre 1 et 2 milliards d'euros. Un tel processus nécessite plusieurs études et étapes clés pour garantir sa viabilité technique, économique et environnementale. Elles sont détaillées dans le schéma en pages suivantes. Les besoins d'investissements en capital (*capital expenditure* – CAPEX) et de dépenses opérationnelles (*operational expenditure* – OPEX) sont précisés à chaque étape. Les CAPEX sont généralement financés par des prêts bancaires, des subventions et aides publiques, des investisseurs privés, ou des fonds propres de l'entreprise. Les OPEX sont souvent financées par les revenus générés par la vente des produits finis (CAD), les contrats de fourniture à long terme (*offtake agreements*) ou les contributions volontaires des clients. On appelle également DEVEX (*development expenditure*) les coûts de développement du projet jusqu'à la prise de décision finale d'investissement (FID). Ces coûts incluent toutes les dépenses liées à la conception, à l'ingénierie, à l'obtention des permis et aux études de faisabilité.

### Les *offtake agreements* ou contrats de fourniture à long terme, des outils stratégiques

Les *offtake agreements* sont des outils stratégiques pour la création

d'une usine de CAD. Il s'agit d'accords en vertu desquels un client s'engage à acheter la production totale ou partielle de CAD à un prix et à des conditions prédéterminés et pour une durée convenue.

Les *offtake agreements* permettent ainsi d'assurer la viabilité économique des projets de production de CAD en stabilisant les revenus et en réduisant les risques, tout en offrant aux clients un approvisionnement fiable en CAD. Les clients peuvent être des compagnies aériennes ou des fournisseurs de carburant. Les accords fixent un prix d'achat pour le CAD, souvent indexé sur les prix du marché des carburants. Les volumes de CAD à acheter sont définis à l'avance, ce qui permet à l'usine de planifier sa production en conséquence (planification des opérations, de l'approvisionnement en matières premières et des besoins en main-d'œuvre). La durée de l'accord peut varier, mais elle est généralement de plusieurs années, offrant ainsi une visibilité à long terme pour les deux parties et réduisant les risques liés aux fluctuations du marché et aux incertitudes économiques. Ces accords sont un élément important pour attirer des investisseurs et obtenir des financements.

# Création d'une unité de production de CAD

## ÉTUDE DE FAISABILITÉ (FEASIBILITY STUDIES)

- **Objectif :** Évaluer la viabilité technique, économique et environnementale du projet.
- **Coûts :** Incluent la recherche du marché, la sélection du site, les études d'ingénierie préliminaires et les évaluations de l'impact environnemental. Frais administratifs et salaires des équipes de planification.



1

2

3

bis

4

## ÉTUDES D'INGÉNIERIE ET DE CONCEPTION D'AVANT-PROJET (PRE-FEED)

- **Objectif :** Définir les données de base du projet et évaluer les différentes technologies des procédés.
- **Coûts :** Analyse détaillée du marché, simulation des procédés, dimensionnement préliminaire des équipements et estimations initiales des coûts. Salaires des équipes de conception et frais de logiciels de modélisation.



## ÉTUDES D'INGÉNIERIE ET DE CONCEPTION (FEED)

- **Objectif :** Fournir des travaux d'ingénierie plus détaillés, y compris les diagrammes de flux des procédés, les spécifications des équipements et les plans préliminaires.
- **Coûts :** Services d'ingénierie, conception des procédés, sélection des équipements et estimations des coûts plus détaillées. Salaires des équipes d'ingénierie et frais de conception.

## [EN PARALLÈLE DE L'ÉTAPE 3] ACQUISITION DU TERRAIN ET PERMIS (LAND ACQUISITION AND PERMITTING)

- **Objectif :** Acquérir le terrain nécessaire et obtenir les permis de construire.
- **Coûts :** Coûts d'acquisition du terrain, frais de permis de construire et des études d'impact environnemental. Frais juridiques et administratifs pour obtenir les permis nécessaires.



## PRISE DE DÉCISION FINALE D'INVESTISSEMENT (FINAL INVESTMENT DECISION – FID)

- **Objectif :** Valider définitivement le projet après avoir sécurisé tous les aspects financiers, techniques et réglementaires.
  - **Coûts :** Finalisation des contrats avec les fournisseurs, les partenaires financiers et les autorités réglementaires. Frais de négociation, de due diligence et de préparation des contrats.
- Environ 10 % de l'enveloppe de coût du projet correspond au financement des étapes 1, 2, 3 et 4 : des études de faisabilité à la décision finale d'investissement FID.

5

6

7

8

9

## [ÉTAPE NON NÉCESSAIRE SI LES LICENCES TECHNOLOGIQUES S'APPUIENT DÉJÀ SUR DES NIVEAUX DE TRL 8-9] PHASE DE DÉMONSTRATION INDUSTRIELLE (INDUSTRIAL DEMONSTRATION PHASE)

- **Objectif :** Tester et valider les technologies et procédés à une échelle industrielle.
- **Coûts :** Construction de l'unité de démonstration, achat d'équipements pilotes et tests initiaux. Coûts d'énergie pour les essais. Salaires des équipes de test et frais de maintenance initiale.



## CONSTRUCTION

- **Objectif :** Construction réelle de l'installation.
  - **Coûts :** Construction et mise en service. Frais de supervision de la construction. Salaires des équipes de gestion de projet et coûts de sécurité sur le site.
- Environ 40 % de l'enveloppe de coût du projet correspond au financement de cette étape 6 de construction.

## MISE EN SERVICE ET TESTS (COMMISSIONING AND TESTING)

- **Objectif :** Effectuer les tests initiaux et ajuster les équipements.
- **Coûts :** Tests initiaux, ajustements nécessaires et certifications de conformité. Salaires des équipes de test, coûts d'énergie pour les essais et frais de maintenance initiale.

## APPROVISIONNEMENT ET INSTALLATION DES ÉQUIPEMENTS (PROCUREMENT AND EQUIPMENT INSTALLATION)

- **Objectif :** Effectuer l'approvisionnement en équipement et matériaux. Installer les machines et équipements de production.
  - **Coûts :** Achat et installation des équipements, systèmes de contrôle et de sécurité. Frais de formation du personnel pour l'utilisation des nouveaux équipements et coûts de mise en service.
- Environ 50 % de l'enveloppe de coût du projet correspond au financement de cette étape 7 d'approvisionnement et d'installation des équipements.

## MISE EN SERVICE ET DÉMARRAGE DE LA PRODUCTION (START-UP AND PRODUCTION LAUNCH)

- **Objectif :** Lancer la production à pleine capacité.
- **Coûts :** Investissements finaux pour lancer la production, y compris les stocks de matières premières initiales. Coûts de fonctionnement courants, y compris salaires, matières premières, énergie, et maintenance continue.



Ces fourchettes de coûts sont des estimations et peuvent varier en fonction de la taille du projet, de la localisation, et des spécificités techniques.

# Les aides au financement pour lever le risque

## Au niveau national

Le groupe de travail de haut niveau sur les CAD, lancé officiellement le 14 février 2023 par les ministres de l'Énergie, de l'Industrie et des Transports vise à créer en France une filière de carburants durables permettant au secteur de l'aérien d'atteindre ses objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de décarbonation en 2050.

Ce double objectif a présidé au lancement d'un appel à projets dédié aux briques technologiques amont entre 2021 et 2022, qui a abouti au soutien de cinq projets pour des études d'ingénierie et la mise en place de démonstrateurs (pour un total de 18 millions d'euros).

Le président de la République a annoncé en 2023, au Salon du Bourget, le prolongement de l'aide publique par la mobilisation d'une enveloppe de 200 millions d'euros pour soutenir l'industrialisation d'une filière de carburants durables pour l'aviation, via un second appel à projets : « Développement d'une filière de production française de carburants aéronautiques durables. Soutien aux études d'ingénierie d'avant-projet » (études dites pre-FEED, nécessaires avant une décision d'investissement industriel). Cet appel s'est clôturé le 28 juin 2024. Plus d'une dizaine de projets ont été déposés. L'instruction a débuté dans la foulée et l'annonce des lauréats a été faite au premier semestre 2025.

Afin de capitaliser sur cette dynamique nationale de développement et de déploiement des CAD, et d'assurer la continuité d'un alignement

État-filière sur les actions à mener pour atteindre les objectifs ambitieux à moyen et à long terme, un groupe de travail dédié aux CAD a été créé au sein du Contrat stratégique de filière « Nouveaux systèmes énergétiques » (CSF NSE). Sa mission est d'assurer le développement de l'industrie et la compétitivité des transporteurs aériens nationaux en veillant à la souveraineté industrielle et énergétique. Destinés à établir un dialogue performant et régulier entre l'État et les entreprises, ces comités permettent aux entreprises du secteur de se coordonner autour de problématiques communes et d'identifier une approche partagée pour les résoudre. Cette action sera matérialisée par la signature par l'État et les filières d'un avenant au CSF NSE, qui déclinera les actions prioritaires à mener à horizon 2027.

## Au niveau européen

L'Alliance industrielle pour la chaîne de valeur des carburants renouvelables et à faible intensité de carbone (en anglais, *Renewable and Low-Carbon Fuels Value Chain Industrial Alliance – RCLF*) a été constituée le 6 avril 2022. Elle est ouverte à tous les acteurs du secteur et est composée de deux chambres, dont l'une dédiée au transport aérien et animée par Safran, et l'autre relative au transport maritime. 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 ReFuelEU 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.

En complément, le règlement UE 2024/1735 pour une industrie « zéro net » (ou NZIA en anglais, *Net zero industry act*) a été adopté le 13 juin 2024 et vise à soutenir une réindustrialisation européenne propre afin d'accélérer la transition vers la neutralité climatique d'ici à 2050. Ce texte cible les technologies qui contribueront significativement à la décarbonation, et en particulier les technologies « zéro net » stratégiques disponibles sur le marché et avec un potentiel significatif de développement rapide. Le travail est maintenant dans les mains des experts des États membres et des filières concernées pour préciser plus finement les technologies et identifier les composants techniques visés. La DGAC veille à la prise en compte des filières de production de CAD et de carburants synthétiques (e-fuels) fabriqués avec de l'électricité bas carbone, afin d'assurer l'harmonisation entre les textes européens et de soutenir une diversification des solutions accessibles au secteur pour se décarboner.

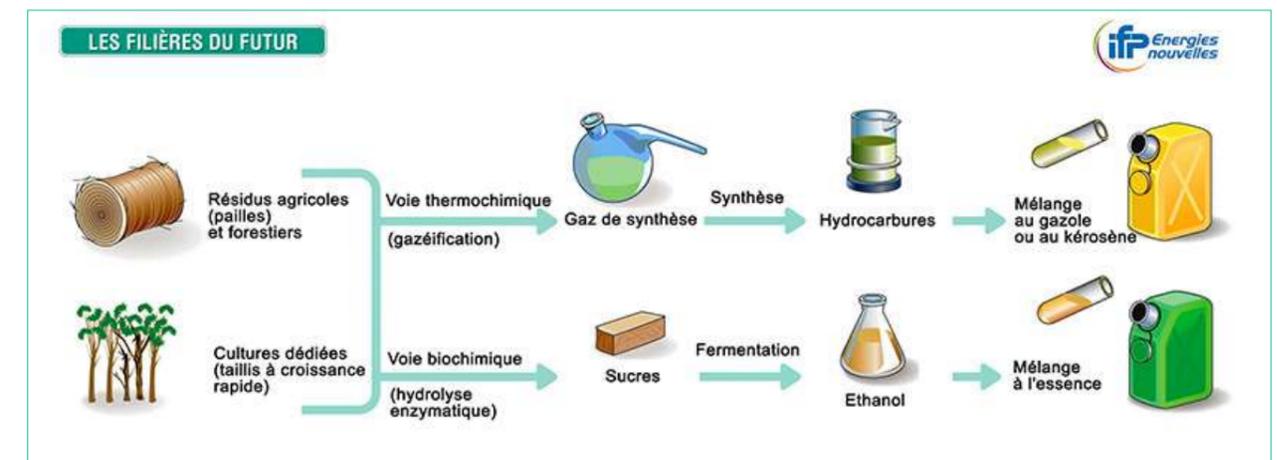
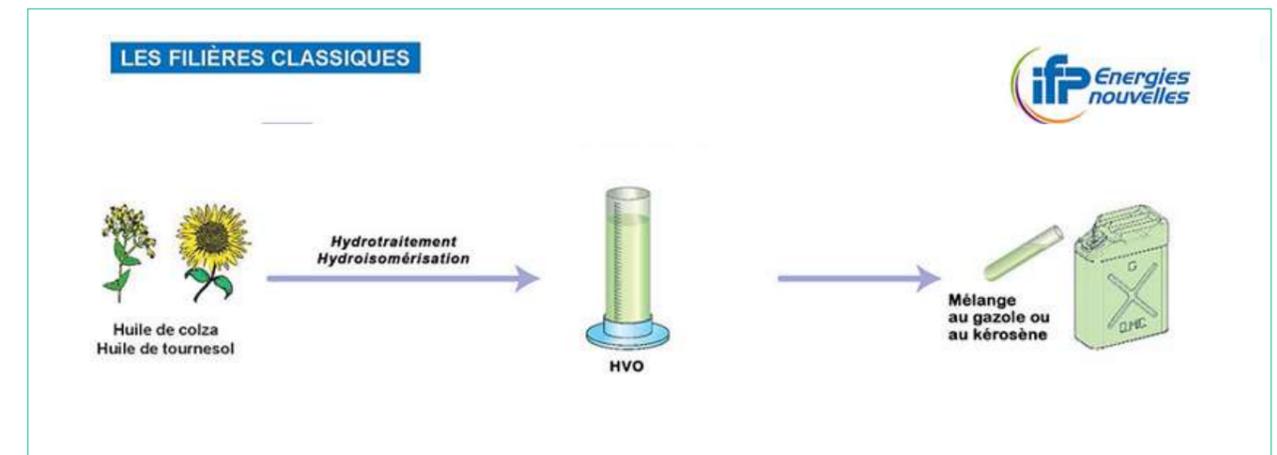
## Au niveau international

Comme illustré dans le schéma précédent (voir page 15), les étapes de développement d'une unité de production de CAD nécessitent des financements conséquents à chaque étape. La construction d'une unité de production est coûteuse : plusieurs milliards d'euros pour l'ensemble des étapes de construction. Bien que les aides publiques puissent envoyer un signal positif, l'investissement privé

sera indispensable. Afin de rendre l'investissement dans les SAF attractif, l'enjeu pour le secteur est de « dérisquer » les investissements privés dans la construction d'une usine de production. À cette fin, l'OACI développe également une plateforme de mise

en relation entre porteurs de projet et investisseurs, le Finvest Hub. Elle étudie aussi la faisabilité, notamment juridique, et les implications d'un mécanisme de financement international qui serait géré au niveau de l'organisation.

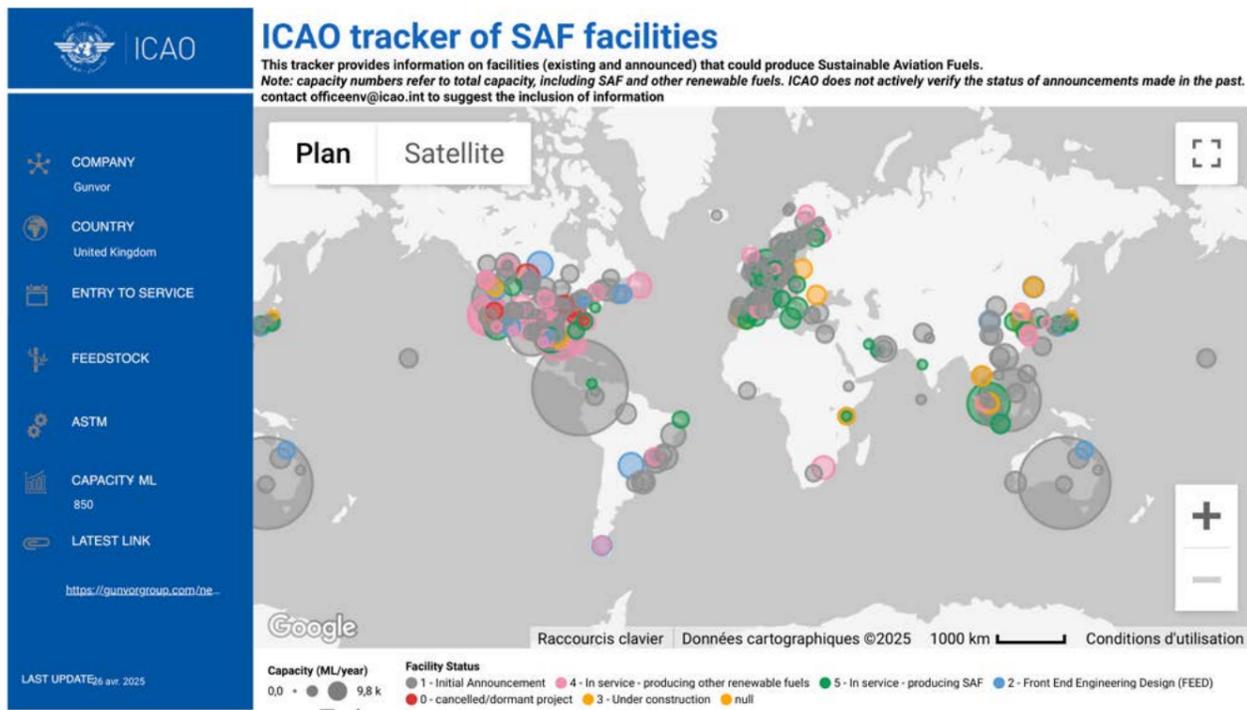
# Point sur les biocarburants utilisés pour l'aviation



# Cartes des infrastructures de production de carburants d'aviation durables en France et dans le monde

À l'échelle française, les annonces de production de CAD pour l'année 2024 ont été représentées sur la carte ci-dessous par l'Observatoire français des e-fuels<sup>2</sup>. Le rapport de l'Agence européenne pour la sécurité aérienne (AESA) sur les prix des CAD en 2023 fournit une carte des capacités de production dans les pays de l'Union européenne<sup>3</sup>. À l'échelle internationale, l'OACI fournit un observatoire de la production de CAD dans le monde<sup>4</sup>.

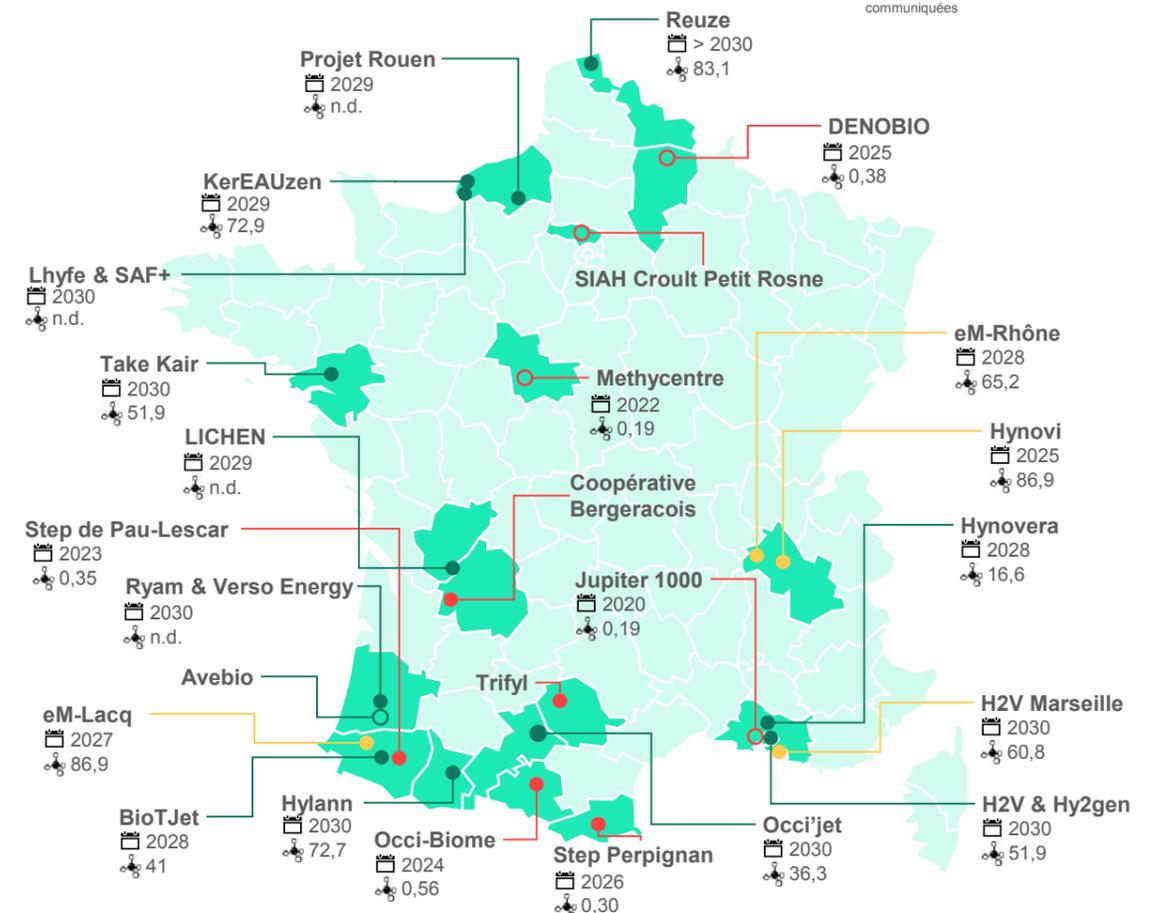
## Carte OACI de suivi des infrastructures fournissant des CAD dans le monde



2. [https://www.bureau-efuels.com/wp-content/uploads/2024/10/Observatoire-francais-des-e-fuels\\_edition-2024\\_Fr.pdf](https://www.bureau-efuels.com/wp-content/uploads/2024/10/Observatoire-francais-des-e-fuels_edition-2024_Fr.pdf) (p26)  
 3. <https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-report-european-union-sustainable-aviation-fuels>  
 4. <https://www.icao.int/environmental-protection/SAF/Pages/Production-Facilities.aspx>

## Projets d'installation d'infrastructures de CAD en France

Les 26 projets identifiés (tous stades d'avancement confondus) sont répartis sur 17 départements métropolitains. Plus d'un quart des projets, sont localisés au sein de l'Axe Seine (3) ou à proximité de Fos-sur-Mer. Ces implantations, proches de zones industrielles majeures offrent le double avantage pour les porteurs de projets de se rapprocher des gisements de CO<sub>2</sub> facilement captables et des consommateurs finaux d'e-fuels, que ce soit par exemple dans les secteurs maritimes ou aériens.



Cartographie Sia Partners des projets annoncés dans le périmètre de l'étude ou rapportés à celui-ci d'après les données publiques communiquées par les porteurs des projets ou relayées dans la presse

# 2 — Climat & décarbonation



Panneaux photovoltaïques sur l'aérodrome d'Aubenas. © Richard Metzger/DGAC-STAC

L'année 2024 a été marquée par l'alignement des politiques nationales sur les objectifs européens visant la neutralité carbone à horizon 2050. Cette ambition s'est concrétisée par un soutien renforcé aux aéroports dans leur transition énergétique et leur adaptation face au changement climatique. Ces efforts illustrent la détermination de l'ensemble des acteurs du secteur à transformer durablement l'aviation en réponse aux défis climatiques actuels.

11 EXPLOITANTS D'AÉROPORT TENUS DE RÉALISER UNE ÉTUDE DE VULNÉRABILITÉ ET UN PLAN D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN 2025 DANS LE CADRE DU TROISIÈME PNACC

1<sup>er</sup> Symposium  
SUR LES EFFETS NON-CO<sub>2</sub> DE L'AVIATION ET LEUR IMPACT SUR LE CLIMAT, ORGANISÉ À MONTRÉAL SOUS L'IMPULSION DE L'OACI : PLUS DE 400 PARTICIPANTS, SCIENTIFIQUES ET EXPERTS EN AÉRONAUTIQUE

1<sup>ère</sup> CONFORMITÉ AUX EXIGENCES DU RÈGLEMENT AFIR

## Adaptation au changement climatique des aéroports

Comme l'ensemble des infrastructures de transport, les aéroports sont exposés aux effets du changement climatique. Un système de transport est résilient s'il est capable de faire face à une perturbation en étant adapté ou transformé afin de préserver ses infrastructures et services. Dans le cadre du troisième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), la DGAC et l'Union des aéroports français et francophones associés (UAF & FA) ont défini le contenu des études pour évaluer la vulnérabilité des aéroports. Le résultat de ces études permettra d'arrêter les coûts de l'adaptation et les choix stratégiques d'investissement.

### Des infrastructures exposées aux conséquences du changement climatique

Le changement climatique se traduit notamment par la hausse des températures moyennes et par l'élévation du niveau de la mer, mais aussi par la survenance d'épisodes météorologiques extrêmes tels que des vagues de chaleur, la grêle,

des précipitations, des sécheresses, des tempêtes... et, dans les Antilles et l'océan Indien, des cyclones et des tempêtes tropicales.

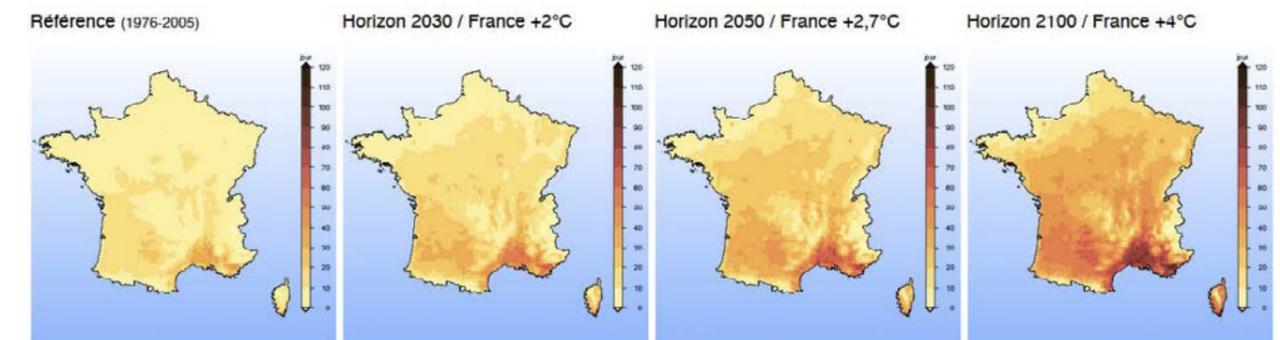
Les effets du changement climatique couvrent un large spectre : perturbation des opérations aériennes, dégradation des pistes et des bâtiments (sous l'effet notamment du retrait/gonflement des argiles), fermeture des accès à l'aéroport ou interruption des opérations au sol (en cas d'inondation), sécurité des passagers, perturbation des conditions de travail du personnel, des chaînes logistiques...

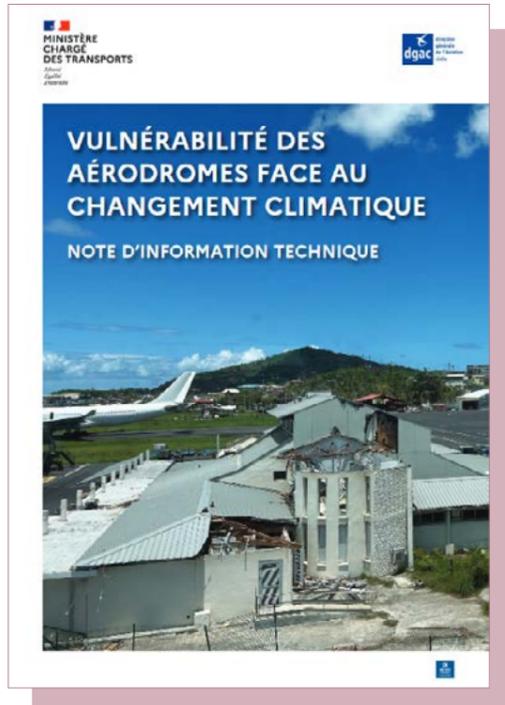
Le lien intime entre les risques dus au changement climatique et les risques d'exploitation explique la nécessité pour les exploitants d'aéroport de s'engager dans la démarche d'adaptation au changement climatique afin de maintenir en conditions opérationnelles les infrastructures, matériels et services sous leur responsabilité.

5. <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/outil-devaluation-vulnerabilite-au-changement-climatique>

### LE DÉVELOPPEMENT D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DES VULNÉRABILITÉS PAR LA DGAC

Le Service technique de l'aviation civile (STAC) de la DGAC a développé en 2011 l'outil VULCLIM<sup>5</sup>, qui permet aux exploitants d'évaluer la vulnérabilité, côté ville et côté piste, des aérodromes localisés en France hexagonale face aux effets du changement climatique. Dans la démarche globale d'adaptation, cet outil de prédiagnostic constitue une première étape.





### Études de vulnérabilité et élaboration de plans d'adaptation dans le cadre du troisième PNACC

Le troisième PNACC, dont la concertation publique s'est achevée en fin d'année 2024, comprend une mesure 30, « Assurer la résilience des transports et des mobilités », qui vise à adapter les transports aux effets du changement climatique par l'établissement de plans d'adaptation des infrastructures et services de transport à partir d'études de vulnérabilité.

Dans ce cadre, les ministres de l'Environnement, des Transports et des Finances ont demandé à plusieurs exploitants d'aéroport<sup>6</sup> la réalisation d'une étude de vulnérabilité et d'un plan d'adaptation contenant des propositions chiffrées pour les infrastructures et services sous leur responsabilité. Le coût

des études de vulnérabilité est supporté par chaque exploitant.

### La démarche de la DGAC et de l'Union des aéroports français (UAF) pour accompagner les aéroports

Pour accompagner dans leur démarche les aéroports concernés par la réalisation d'une étude de vulnérabilité et d'un plan d'adaptation, la DGAC et l'UAF ont mis en place une gouvernance. Côté DGAC, les services compétents dans les domaines régaliens, technique, immobilier et de la navigation aérienne sont mobilisés (DTA, STAC, SNIA, DSNA et DSAC). Ces travaux ont abouti à un socle de cahier des charges, support au lancement des consultations sur les études de vulnérabilité début 2025.

Pour délimiter le périmètre des études de vulnérabilité, trois composantes aéroportuaires ont été retenues.

La première concerne les infrastructures, parmi lesquelles les parkings voitures, les aires de trafic et de manœuvre des aéronefs, les accès viaires et les services desservant l'aéroport. La deuxième concerne l'ensemble des bâtiments, dont ceux sous maîtrise d'ouvrage de l'État (tours de contrôle, blocs techniques) ou ceux utilisés pour la gestion de crise. La troisième concerne l'exploitation, soit l'ensemble des équipements permettant le déroulement des opérations aériennes : zones de stockage de carburant, zones d'opérations des services de sauvetage et de lutte contre les incendies des aéronefs, engins d'assistance, équipements visuels ou radioélectriques d'aide à la navigation aérienne.

Les études seront conduites selon la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC), qui repose sur l'association de niveaux de réchauffement à différentes échéances, à savoir : + 2° C en 2030, + 2,7° C en 2050 et + 4° C en 2100 par rapport à l'ère préindustrielle pour la France hexagonale.

Pour l'Outre-mer, les déclinaisons locales des niveaux de réchauffement planétaire n'ont pas encore été fixées à ce jour. En l'absence de TRACC pour les aéroports ultramarins, il a été décidé de prendre en référence les scénarios climatiques du GIEC. Pour les études lancées sur la base du scénario du GIEC « RCP 8.5 », assorti le cas échéant d'un scénario médian, il a été convenu d'apprécier les résultats des études à l'aune de la TRACC pour mesurer les écarts et apprécier l'opportunité de leur mise à jour.

### Perspectives

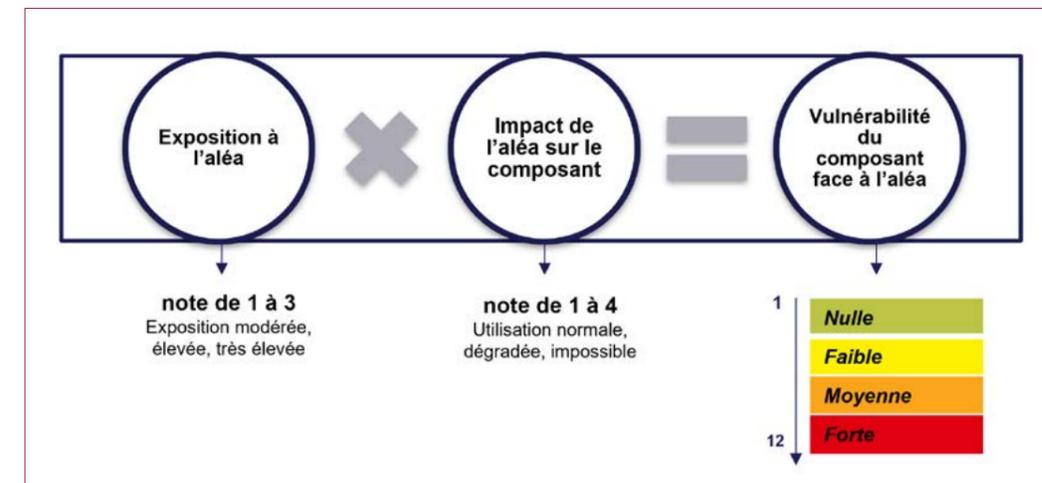
À terme, il s'agira d'assurer le retour d'expérience auprès de l'ensemble des aéroports. Concernant les aéroports sous concession, l'obligation de réaliser une étude de vulnérabilité sera introduite dans les contrats à l'occasion de leur renouvellement. Une évolution des référentiels, normes et réglementations techniques, qui spécifient les conditions climatiques dans lesquelles les matériels, les infrastructures et les services fonctionnent nominalement, sera nécessaire, notamment pour prévenir la mal-adaptation.

Les coûts issus des plans d'adaptation permettront d'arrêter une stratégie de résilience, les investissements et les mesures prioritaires d'adaptation de chaque aéroport.

Avec le chantier de la décarbonation, l'adaptation au changement climatique représente l'un des défis majeurs pour le secteur aérien.

6. Aéroports de Paris, Strasbourg-Entzheim, Lyon-Saint-Exupéry, Nice-Côte d'Azur, Marseille-Provence, Montpellier-Méditerranée, Toulouse-Blagnac, Bordeaux-Mérignac, La Réunion Roland-Garros, Martinique Aimé-Césaire, Guadeloupe Maryse-Condé.

### Schéma synthétique pour déterminer la vulnérabilité d'un aéroport au changement climatique pour tel ou tel aspect



# Règlements AFIR et RTE-T : la décarbonation des opérations au sol progresse

**L**es règlements européens relatifs au déploiement d'infrastructures pour carburants alternatifs (règlement n° 2023/1804, dit AFIR) et au Réseau transeuropéen de transport (règlement n° 1315/2013, modifié par le règlement n° 2024/1679, dit RTE-T) ont introduit des obligations pour les gestionnaires d'aéroports situés le long du RTE-T en matière de fourniture d'électricité et d'air préconditionné aux aéronefs stationnaires. L'objectif principal est de remplacer l'utilisation du moteur auxiliaire de puissance (APU), qui est thermique, par des solutions décarbonées lorsque l'aéronef est en stationnement. Le règlement AFIR prévoit également l'obligation pour chaque État membre d'élaborer d'ici au 31 décembre 2024 un cadre d'action national comportant, pour

les infrastructures aéroportuaires, les chiffres des postes équipés pour répondre aux objectifs fixés par le règlement ainsi que les perspectives et l'état d'avancement du déploiement des infrastructures pour la recharge électrique et le ravitaillement en hydrogène des aéronefs. Dans ce cadre, la DGAC a procédé en fin d'année 2024 au recensement des infrastructures existantes et à venir auprès des 27 aéroports français du RTE-T soumis à ces obligations. Ceux-ci ont largement engagé la transition énergétique et pris les mesures nécessaires pour respecter ces obligations. Sur environ 1200 postes avions visés, près de 1040 moyens d'électrification fixes (prises électriques 400 Hz) et mobiles (unités d'alimentation électrique, en anglais, *ground power units* – GPU) sont déjà fonctionnels et plus de 40 postes sont

dotés d'air préconditionné (en anglais, *Pre-conditioned air* – PCA).

Pour préciser les modalités de mise en œuvre des dispositions précitées et introduire un régime de sanction adapté, un projet de loi portant diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne (DDADUE) est en cours d'examen au Parlement. Un décret et un arrêté également en cours d'élaboration détailleront, pour les années à venir, les modalités de transmission des données requises à la DGAC ainsi que la procédure de sanction.

**+** Pour plus d'informations sur la réglementation applicable aux aéroports : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/reglements-europeens-afir-rte-t-aeroports>



Unité PCA de climatisation à alimentation 100% électrique aéroport Roissy-CDG. © Richard Metzger/DGAC-STAC



Mise en place d'un camion avitailleur 100% électrique à l'aéroport de Cannes. © Aéroport de Cannes-Mandelieu ACA/BP

## Électrification des plateformes aéroportuaires

### L'électrification des engins de piste

La transition énergétique des plateformes aéroportuaires implique le verdissement des engins de piste, nombreux et encore en majorité thermiques. En 2023, la part des engins de piste électrifiés a atteint 46 %, contre 44 % l'année précédente, selon la Chambre syndicale des assistants en escale (CSAE). L'objectif est d'atteindre 90 % d'engins propres en 2030, seuil déjà franchi pour les tracteurs bagages et les chariots élévateurs. Cette dynamique tend néanmoins à atteindre un palier pour plusieurs raisons. Les principaux freins à l'adoption d'engins de piste électriques sont leur coût élevé par rapport à celui des modèles thermiques (30 % de plus en moyenne), et l'incertitude sur les coûts de l'électricité.

Pour répondre à cette problématique, l'État a prévu un accompagnement fiscal. Est inscrite à l'article L. 39 *decies* F

du Code des impôts une mesure de suramortissement des engins de piste entre 2024 et 2026. Elle permet aux exploitants d'aérodrome et aux assistants en escale de déduire de leur résultat d'exploitation soumis à l'impôt une partie (40 %) du coût des engins de piste non routiers fonctionnant à l'électricité ou à l'hydrogène, achetés neufs entre 2024 et 2026.

En outre, le principe de mettre en place un tarif réduit de la TICFE (taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité) sur l'électricité fournie par les aérodromes aux aéronefs en stationnement a été introduit par la loi de finances pour l'année 2022. La Commission européenne et le Conseil de l'Union européenne ont approuvé un tarif à 0,5 euro par mégawattheure pour l'électricité consommée pour les besoins des activités économiques et un tarif à 1 euro pour les besoins des activités non économiques.

Par ailleurs, l'appel à projets « Alternative Fuels Infrastructure Facility » (AFIF), visant à aider au déploiement des infrastructures électriques afin de décarboner les transports le long du RTE-T, a permis de développer les stations de recharge pour ces engins. Ainsi on dénombre dans les 27 aéroports du RTE-T plus de 1500 stations de recharge pour véhicules terrestres électriques, dont 500 côté piste, ainsi que neuf stations de ravitaillement hydrogène pour ces véhicules.

### Camion avitailleur 100 % électrique à Cannes-Mandelieu

L'aéroport de Cannes a inauguré le 12 juin 2024 le premier camion avitailleur 100 % électrique construit en Europe par Air BP, une étape complémentaire de la stratégie de décarbonation de l'aéroport.

# Développement de l'hydrogène et des biocarburants sur les plateformes pour les engins de piste

## Mobilisation de l'aide publique européenne pour développer des stations de recharge à hydrogène pour les engins de piste

Afin de faciliter leur transition énergétique, les aéroports situés le long du RTE-T peuvent répondre depuis 2021 à l'appel à projets « Alternative Fuels Infrastructure Facility » (AFIF) dans le cadre du Mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE) et bénéficier ainsi du financement à hauteur de 30 % de leur projet de déploiement d'infrastructures électriques (prises 400 Hz et 50 Hz, PCA, GPU, stations de ravitaillement hydrogène, alimentation électrique, etc.).

Neuf aéroports français ont déjà reçu des financements lors de la première phase de l'appel à projets (2021-2023), le total des subventions s'élevant à 65 millions d'euros. Une seconde phase a été engagée en 2024 dans les mêmes conditions (dates limites de dépôt des dossiers en septembre 2024, juin 2025 et certainement

en mars 2026). Dans ce cadre, le projet HyLandAir (Hydrogène sur landside et airside), porté par Engie à l'aéroport Paris-Charles-de-Gaulle et le projet MOBHYLYS (MOBilité HYdrogène LYon Saint-Exupéry), développé par ADL (Aéroports de Lyon) à l'aéroport Lyon-Saint-Exupéry ont pu bénéficier de financements. Ces aides contribueront à l'installation de stations de ravitaillement hydrogène destinées aux services d'assistance en escale et au public, ainsi qu'à la mise en place d'électrolyseurs et de panneaux photovoltaïques pour alimenter ces stations.

## En complément de l'électrification et de l'hydrogène, l'utilisation de carburants durables à Nice et Cannes pour les engins de piste

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024, les derniers véhicules et équipements thermiques qui circulent sur l'aéroport de Cannes-Mandelieu sont alimentés par du biogazole

XTL-HVO100 : camions avitailleurs, véhicule *follow me*, tracteurs agricoles, engins de piste. Une étude est en cours pour intégrer les véhicules du SSLIA. Avec une consommation d'environ 20000 litres par an, le passage à ce biocarburant 100 % d'origine renouvelable a permis une économie annuelle de 42 t équivalent CO<sub>2</sub>.

L'aéroport de Nice, à la suite d'une étude de faisabilité réalisée en 2024, a décidé également de passer au HVO100 pour les véhicules et engins de piste avec un gain attendu de 140 tCO<sub>2</sub>eq. Une cuve a été installée et la distribution débutera en mars 2025.

Le XTL-HVO100 est un gazole paraffinique de synthèse, compatible avec les moteurs Diesel. HVO signifie « hydrotreated vegetable oil », c'est-à-dire « huile végétale hydrotraitée ». Il s'agit d'un produit qui peut être issu d'huiles végétales, comme l'huile de colza ou de tournesol, auquel on ajoute des molécules d'hydrogène. Il est aussi fabriqué à partir du retraitement de déchets comme l'huile de cuisson usagée ou les graisses animales. Le HVO fait partie de la famille des XTL. XTL signifie « X to Liquid » : c'est un produit, biomasse ou gazeux, transformé en liquide.



Passage au biogazole HVO pour tous les véhicules et engins de piste sur les aéroports de la Côte d'Azur. © Aéroports de la Côte d'Azur-ACA

# L'installation de panneaux photovoltaïques sur les plateformes aéroportuaires

## Les enjeux du photovoltaïque au regard de la biodiversité

La loi du 10 mai 2023 relative à l'accélération de la production des énergies renouvelables, dite APER, encadre par ses articles 40 et 43 l'installation des panneaux photovoltaïques sur les bâtiments et les parcs de stationnement des aéroports. Ces dispositions sont complétées par l'article 101 de la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021, dite loi climat et résilience. Les décrets d'application de ces dispositions sont parus en décembre 2023 pour l'article 101 de la loi climat et résilience et en novembre 2024 pour l'article 40 de la loi APER.

S'agissant de l'installation de panneaux photovoltaïques au sol, les études scientifiques explorant les liens entre le développement de l'énergie photovoltaïque et les conséquences sur la biodiversité ont progressé ces dernières années. Les effets des centrales photovoltaïques sur les milieux terrestres peuvent être de plusieurs ordres : destruction des écosystèmes (habitats de reproduction ou d'alimentation de certaines espèces), diminution de la lumière et des précipitations, impact sur les espèces présentes sous les panneaux et modification des fonctions écologiques des sols...

Partant de ces constats, le Conseil national de la protection de la nature (CNPN) présente, dans son avis relatif à « La politique de déploiement du photovoltaïque et ses impacts sur la biodiversité », plusieurs recommandations pour l'intégration des enjeux de conservation de la biodiversité<sup>7</sup> dans le déploiement de l'énergie photovoltaïque en France :

- mettre un terme à l'implantation de centrales photovoltaïques au sol dans les aires protégées et les espaces semi-naturels ;
- réguler davantage l'installation de centrales photovoltaïques sur les sites qualifiés de « dégradés » ;
- améliorer la recherche et la connaissance (programme de suivi des mortalités potentielles pour les centrales photovoltaïques au sol).

## Sur le terrain, l'installation de panneaux photovoltaïques se concrétise

Depuis quelques années, les gestionnaires d'aéroport se lancent dans la production d'énergie renouvelable. Ainsi, en lien avec la réglementation susmentionnée,

les projets d'installation de panneaux photovoltaïques se multiplient sur et autour des plateformes aéroportuaires, en ombrières sur les parkings, sur le toit des bâtiments et hangars et également au sol. Au niveau national, l'Union des aéroports français (UAF) estime, d'après les projets réalisés et en cours, un potentiel de production de 600 GWh pour les prochaines années.

7. [https://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2024-16\\_avis\\_deploiement-photovoltaïque-impacts-biodiversite\\_cnfn\\_du\\_19\\_06\\_2024\\_vf.pdf](https://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2024-16_avis_deploiement-photovoltaïque-impacts-biodiversite_cnfn_du_19_06_2024_vf.pdf)



Panneaux photovoltaïques sur l'aéroport de Nice. © Aéroports de la Côte d'Azur-ACA

# Bilan de l'obligation de compensation domestique issue de l'article 147 de la loi climat et résilience pour l'année 2023

**P**our l'année 2023, l'équivalent de 1 036 070 tCO<sub>2</sub> a été compensé au titre du dispositif national de compensation issu de l'article 147 de la loi climat et résilience. Cela correspond à 70,54 % des émissions de GES domestiques des exploitants d'aéronefs soumis au dispositif cette année.

Vingt-six exploitants d'aéronefs étaient concernés. En tout, la compensation de leurs émissions de GES domestiques pour l'année 2023 a permis de financer le boisement/reboisement de 1014 ha de forêt, soit l'équivalent de près de 1500 terrains de football, et de soutenir environ 190 agriculteurs dans leurs démarches de réduction d'émissions.

Le total des émissions potentielles réduites ou séquestrées par des projets situés dans l'Union européenne au titre de l'année 2023 a été de 402 831 tCO<sub>2</sub> (soit 38 % en moyenne). La quasi-totalité des projets sélectionnés pour le respect de cette disposition sont situés en France (99,9 % des émissions) et labellisés par le standard français « Label bas-carbone ». Pour un prix moyen de 30,7 euros/tCO<sub>2</sub>eq, cela correspond à 12,35 millions d'euros investis par les exploitants d'aéronefs pour financer le Label bas-carbone.

Le total des émissions potentielles réduites ou séquestrées par des projets situés hors de l'Union européenne au titre de l'année 2023 a donc été de 633 239 tCO<sub>2</sub>. Pour un

prix moyen de 4,8 euros/tCO<sub>2</sub>eq, cela correspond à 3 millions d'euros investis par les projets internationaux hors UE.

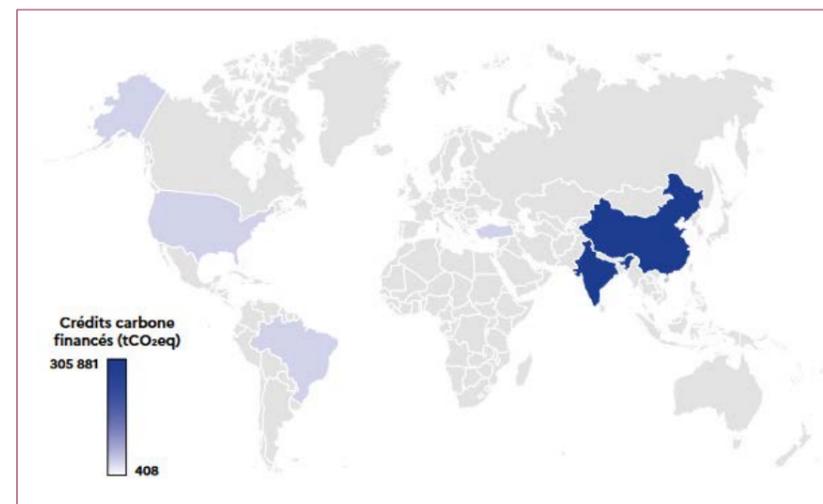
La cartographie ci-dessous illustre l'origine des projets retenus en France et les tonnes compensées par région<sup>8</sup>.

À compter du 1<sup>er</sup> janvier 2024, les exploitants d'aéronefs sont tenus de compenser la totalité de leurs émissions domestiques de GES au titre du Dispositif national de compensation des émissions issu de l'article 147 de la loi climat et résilience, contre 50 % en 2022 et 70 % en 2023. Par ailleurs, la part des émissions potentielles réduites ou séquestrées par des projets situés dans l'Union devra être d'au moins 50 %.

S'agissant des projets internationaux sélectionnés par les compagnies aériennes pour leur compensation hors de l'Union européenne, ils ont été choisis parmi les programmes de compensation éligibles au dispositif de compensation CORSIA pour l'aviation internationale mis en œuvre dans le cadre de l'OACI. Les crédits carbone certifiés par ces standards sont réputés respecter les dispositions de l'article R. 229-102-1 du Code de l'environnement.

8. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Compensation%20vols%20interieurs\\_light.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Compensation%20vols%20interieurs_light.pdf)  
Voir p. 8 à 10.

## Répartition régionale des projets de compensation financés à l'international en tCO<sub>2</sub>eq



## Les effets non-CO<sub>2</sub>, sujet de recherche

### Symposium OACI sur les effets non-CO<sub>2</sub> de l'aviation

Sous l'impulsion de la représentation permanente française auprès de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), le premier Symposium sur les effets non-CO<sub>2</sub> de l'aviation et leur impact sur le climat s'est tenu du 16 au 18 septembre 2024, à Montréal. Cet évènement a réuni plus

de 400 participants, dont des représentants des États, des scientifiques, des spécialistes du climat, de la météorologie, des experts de l'aéronautique, représentés par les constructeurs, les compagnies aériennes et les services de navigation aérienne. Les échanges ont porté sur trois thématiques : le renforcement de la connaissance scientifique,

les moyens de réduire l'impact sur le climat (technologie, opérations, carburants) et les prochaines étapes.

### Pourquoi ce symposium ?

La connaissance des effets non-CO<sub>2</sub> de l'aviation reste incomplète malgré des travaux de recherche comme ceux du projet Climaviation en France. Leurs impacts, en particulier sur le climat, sont moins maîtrisés que ceux liés au CO<sub>2</sub> (les incertitudes sont huit fois plus élevées pour les premiers). Toutefois, les scientifiques s'accordent sur le principe de leur effet globalement réchauffant, et sur la prépondérance de l'impact des traînées de condensation. L'objectif de l'OACI était donc de sensibiliser plus largement ses États membres et les acteurs de l'aviation sur ce sujet, en faisant l'état des lieux des connaissances scientifiques et des moyens d'atténuation afin d'envisager les prochaines étapes pour traiter du non-CO<sub>2</sub> d'une manière globale.

Le renforcement des connaissances est indispensable pour prendre les bonnes décisions en termes d'atténuation compte tenu de la complexité multifactorielle des émissions non-CO<sub>2</sub> : diversité des émissions et des effets (eau, oxyde d'azote, particules, traînées de condensation), nature de l'impact (direct ou indirect), effet sur le climat (réchauffant ou refroidissant), localisation (principalement ►

► l'hémisphère Nord pour les traînées), temporalité (saison, jour/nuit). Par exemple, les oxydes d'azote interviennent à différents niveaux dans les mécanismes physico-chimiques se produisant dans l'atmosphère. Ils ont une contribution réchauffante via la formation in fine de gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone et l'ozone, et une contribution refroidissante liée à la destruction de molécules de méthane, par exemple.

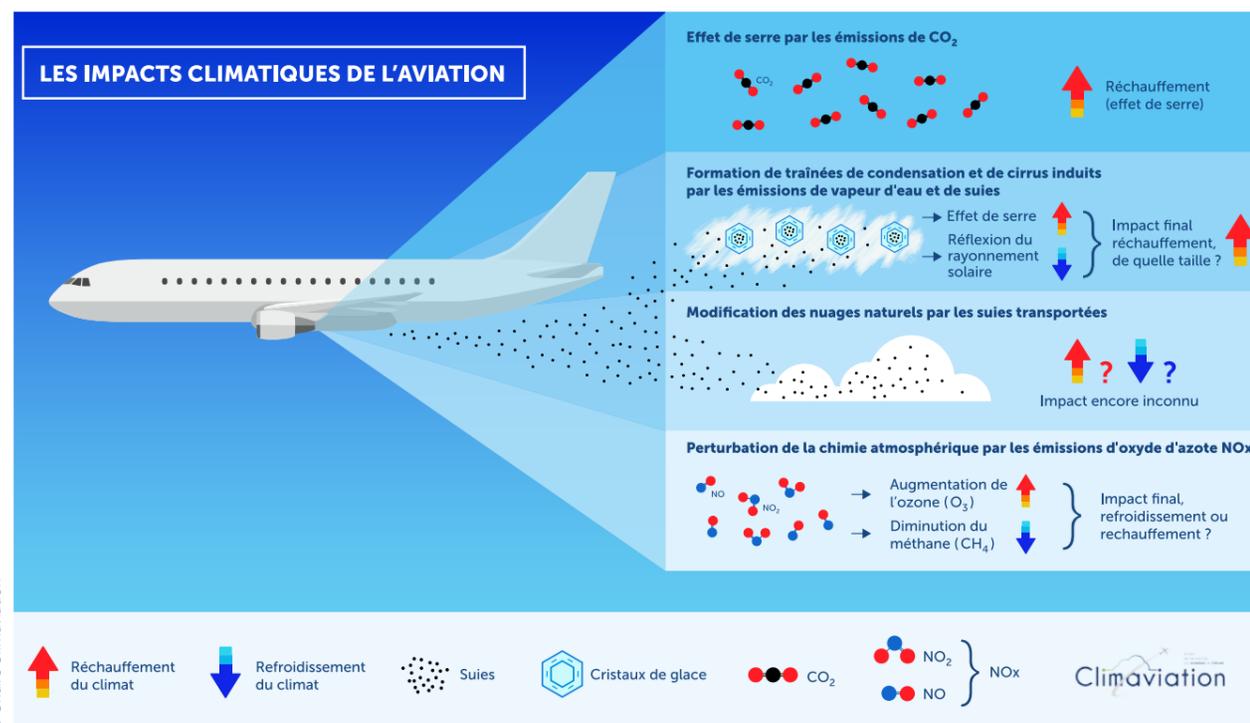
Ce symposium a également permis de rappeler que l'OACI, via le Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP), s'est emparée du sujet depuis les années 1980 sous l'angle de la qualité de l'air en établissant des normes pour certaines émissions, notamment en termes de concentration en oxyde d'azote (NOx) et en monoxyde de carbone (CO), et plus récemment pour les particules non volatiles (nvPM).

Pour l'avenir, le CAEP travaille au renforcement de la norme NOx relative à la qualité de l'air locale. Il explore la faisabilité d'une norme NOx pour la partie croisière du vol ainsi que la pertinence d'établir une norme pour les particules non volatiles en croisière. Le comité étudie également de près les effets des carburants d'aviation durables sur les émissions non-CO<sub>2</sub>. Des expérimentations ont démontré que, si leur emploi diminue les émissions de nvPM (et donc a priori les risques de formation de traînées de condensation), une autre chimie se met en place, qui peut conduire à des formations de traînées de condensation.

#### La surveillance et le rapportage des effets non-CO<sub>2</sub> dans le SEQUE-UE

À l'échelle européenne, la surveillance et le rapportage des effets non-CO<sub>2</sub> sont imposés aux exploitants d'aéronefs au sein

du SEQUE-UE (ou EU-ETS en anglais) pour les vols intra-EEE (Espace économique européen) des années 2025 et 2026. Un rapportage volontaire sur les vols extra-EEE sera possible pendant ces deux années. La Commission européenne développe actuellement l'outil numérique nommé NEATS (Non-CO<sub>2</sub> Aviation Effects Tracking System), qui permettra, à partir des données fournies par les exploitants d'aéronefs, de quantifier, par vol, les émissions non-CO<sub>2</sub> sous forme d'équivalent CO<sub>2</sub>. L'outil devrait être disponible en juillet 2025.



## 3 — Limiter les nuisances sonores



Survol de Villeneuve le Roi. © DGAC/DTA/SDD

L'année 2024 a été marquée par le renouvellement du collège de l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (ACNUSA), dont le point d'orgue aura été la désignation d'un nouveau président par un décret du 3 janvier 2025. Les études d'impact selon l'approche équilibrée (EIAE) engagées en 2023 se sont poursuivies tout au long de l'année sur les aéroports concernés et devraient aboutir en 2025.

**A+**  
 UNE NOUVELLE CLASSE CALIPSO, créée pour les avions dont le seuil d'indice de performance (IP) est supérieur à 90

**11%**  
 D'AUGMENTATION DIFFÉRENCIÉE DES TARIFS DE LA TAXE SUR LES NUISANCES SONORES AÉRIENNES, taxe qui permet aux exploitants d'aérodrome de contribuer à l'insonorisation des logements proches des grands aéroports

**83 000 €**  
 LA SOMME ALLOUÉE PAR LA DGAC À LA FFA pour le développement de l'aviation légère

# Études d'impact selon l'approche équilibrée – L'actualité en 2024 –

## Vers une conciliation durable entre impératifs environnementaux et activité du transport aérien

La politique de maîtrise des nuisances sonores autour des aéroports s'appuie sur le principe d'« approche équilibrée », défini par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Il repose sur quatre « piliers » d'action prenant en compte les facteurs à la fois environnementaux et économiques :

1. la réduction du bruit à la source, en particulier en renouvelant les flottes par des avions plus performants d'un point de vue acoustique ;
2. la planification et la gestion de l'utilisation des terrains environnant l'aéroport ;
3. une exploitation des vols à moindre bruit grâce au développement de trajectoires prenant en compte la problématique des nuisances sonores ;
4. les restrictions d'exploitation dans les aéroports, qui limitent l'accès à un aéroport ou en réduisent la capacité opérationnelle.

S'il est démontré que les mesures pouvant être prises au titre des trois premiers piliers sont insuffisantes pour résoudre le problème de bruit identifié, le règlement (UE) n° 598/2014 prévoit la possibilité de conduire une « étude d'impact selon l'approche équilibrée » (EIAE). Celle-ci a pour objectif d'évaluer si des restrictions d'exploitation de la plateforme concernée permettraient de répondre

au problème de bruit identifié et si les solutions envisagées sont proportionnées aux conséquences économiques et sociales qui en découleraient.

Depuis la publication du décret du 16 mai 2023 relatif à la lutte contre les nuisances sonores aéroportuaires, qui désigne le préfet de département comme nouvelle autorité compétente au sens du règlement européen (UE) n° 598/2014 pour conduire et superviser les EIAE, les conditions sont réunies pour engager le processus d'introduction de restrictions d'exploitation liées au bruit dans les aéroports dans lesquels un problème de nuisance sonore a été identifié.

C'est dans ce contexte que de telles démarches ont été entreprises pour les aéroports de Paris-CDG, Paris-Orly, Toulouse-Blagnac, Bordeaux-Mérignac, Marseille-Provence et Lille-Lesquin.

### L'EIAE menée sur Paris-Orly

La situation de l'aéroport de Paris-Orly, enclavé dans un tissu urbain dense, est unique en France. L'aérodrome est d'ores et déjà soumis à un ensemble de contraintes à visée environnementale qui font l'objet d'une surveillance stricte par les autorités locales de l'aviation civile. Depuis 1968 (décision ministérielle du 4 avril 1968 portant réglementation de l'utilisation de nuit de l'aéroport d'Orly), un couvre-feu est en vigueur entre 23 h 30 et 6 heures.

Fort du constat que les nuisances sonores et environnementales demeurent importantes sur



Airbus Beluga en approche au-dessus de Toulouse.  
© Richard Metzger/DGAC-STAC

la plateforme d'Orly, le processus d'introduction de restrictions d'exploitation sur l'aéroport, entamé en juin 2023, s'est largement poursuivi en 2024. Il pourrait aboutir très prochainement.

Les conclusions de l'EIAE de Paris-Orly ont été présentées en février 2024 à l'ensemble des parties prenantes, permettant d'engager les phases suivantes du processus prévu par le règlement européen. C'est sur ce fondement qu'un projet d'arrêté portant restriction a été élaboré et soumis à la consultation du public du 29 avril au 29 juillet 2024, puis à l'avis de la Commission consultative de l'environnement (CCE) de l'aéroport en janvier 2025 et enfin à l'avis de l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (ACNUSA) en février 2025.

Le projet d'arrêté prévoit à titre principal un renforcement des exigences environnementales pour les aéronefs opérant la nuit sur la plateforme en imposant des restrictions d'un niveau inédit en Europe en matière de performance acoustique, ainsi qu'un durcissement des conditions d'octroi des dérogations au couvre-feu, désormais circonscrites à des cas précis, exclusivement liés à la sécurité aérienne ou à l'ordre public.

### Une dynamique qui se confirme également pour les autres aéroports

Parallèlement, l'EIAE de Paris-Charles-de-Gaulle, également engagée en juin 2023, se poursuit. Le préfet du Val-d'Oise a présidé fin 2024 une réunion plénière durant laquelle il a présenté les premières étapes de l'étude, et a annoncé le lancement d'une consultation du public par voie

électronique sur le site du ministère pour une durée de deux mois, jusqu'au 14 mars 2025. Cette consultation doit permettre d'alimenter les réflexions pour la construction des scénarios de restriction d'exploitation, qui seront pleinement étudiés.

Les préfets de département concernés ont présenté les conclusions des études concernant les aéroports de Bordeaux-Mérignac, Toulouse-Blagnac et Lille-Lesquin courant 2024 ou début 2025. Sur le fondement de ces conclusions, les ministres compétents respectivement chargés de l'aviation civile et de l'environnement pourront instaurer de nouvelles restrictions d'exploitation pour ces aéroports. Les projets d'arrêté ministériel susceptibles d'instaurer des mesures de restriction pour ces aéroports

devront être soumis à la consultation du public ainsi qu'à l'avis de la CCE de l'aéroport concerné et à celui de l'ACNUSA.

Les EIAE conduites en 2024 constituent une avancée importante dans l'amélioration de la prise en compte des enjeux de santé publique pour les populations riveraines des aéroports. En cherchant à concilier les impératifs environnementaux et l'activité économique du transport aérien nécessaire au développement économique des territoires, ces mesures devront permettre de garantir un équilibre durable et concerté.

# Limitation des nuisances sonores en aviation générale

## Amélioration des flottes

En 2024, l'amélioration des flottes d'aviation légère s'est poursuivie par plusieurs biais. La DGAC a maintenu son aide annuelle de 30000 euros pour améliorer les performances acoustiques des avions les plus bruyants en accompagnant l'installation d'hélices ou de silencieux. Ces équipements permettent de progresser d'une à deux classes CALIPSO. Par ailleurs, la Région Île-de-France et ADP ont mis à disposition une enveloppe exceptionnelle conjointe de 500000 euros pour améliorer les performances acoustiques des flottes des terrains d'aviation légère de la région, aide couvrant notamment 25 avions basés à Lognes.

La DGAC a poursuivi son soutien au développement de l'aviation légère électrique, avec le support de la FFA (83000 euros alloués). Sur le terrain d'Aix-les-Milles, quatre Virus SW121 et trois Velis Electro sont à présent opérés et ont réalisé en 2024 un total de 2250 heures de vol.

Les flottes d'avions à motorisation thermique sont quant à elles renouvelées progressivement avec des avions plus silencieux (CALIPSO A

ou A+) et sobres. On peut, par exemple, noter l'arrivée de deux Bristell B23 et la commande de quatre Elixir pour le terrain de Paris-Saclay-Versailles, et la commande de deux DA42 pour le terrain d'Aix-les-Milles.

En parallèle, les aéroclubs ou écoles s'équipent de simulateurs diminuant les quotas d'heures effectués en vol.

Enfin, l'accès au carburant sans plomb se développe progressivement (approvisionnement assuré sur Lognes et Paris-Saclay-Versailles en 2024) et contribue à favoriser le déploiement des avions à moteur Rotax plus vertueux.

## Le Kristal Challenge tour de piste LFPN 2024

Le Kristal Challenge tour de piste LFPN 2024 a été mis en place sur l'aérodrome de Paris-Saclay-Versailles afin d'améliorer le respect des tours de piste. Il s'agit d'un défi ludique qui récompense par des lots les pilotes qui auront respecté au plus près les trajectoires publiées. La vérification de la précision est rendue possible grâce au système GPS. Cette compétition est ouverte à tous, pilotes d'école qui font des tours de piste et pilotes privés. Il est géré par Kristal Aéro, qui devrait

organiser d'autres compétitions de ce type en 2025 sur l'aérodrome de Paris-Saclay-Versailles, mais également sur d'autres terrains en Île-de-France.

## Une préoccupation partagée par l'ENAC

L'ENAC a mis en place plusieurs mesures afin de réduire le niveau de bruit au cours de ses formations au pilotage. Pour les opérations au sol, le briefing de départ se fait désormais moteur éteint avant mise en route, le plan de vol est saisi également avant mise en route afin de minimiser les temps moteur tournant au sol. Ensuite, la procédure à moindre bruit au décollage s'applique aux BE58, un des modèles les plus bruyants de la flotte de l'ENAC. Une fois l'avion en vol, la procédure long-range doit être appliquée pour les TB-20 et BE58, en dehors des vols d'instruction. Elle permet de réduire les consommations de carburant en croisière.

Enfin, l'utilisation de l'avion électrique Velis est imposée pour les dix premières heures de formation « pilote de ligne ». Cela a permis d'économiser 33 t de CO<sub>2</sub> en 2023 et 25 t en 2024.

## Guide de pilotage « moindre bruit » hélicoptère en DSAC OI

Sur le territoire de La Réunion, les nuisances sonores générées par les survols d'hélicoptères font l'objet de nombreuses plaintes. Avec le support d'Airbus Helicopters soutenu dans le cadre du projet DGAC MOTUS et des pilotes inspecteurs de la DSAC, la DSAC OI a élaboré un guide de pilotage<sup>9</sup> « moindre bruit » à destination des pilotes d'hélicoptère (instructeurs, professionnels et privés).

Celui-ci détaille les dispositions permettant de réduire les nuisances pour les populations survolées pour chaque phase de vol : préparation des vols, opérations au sol et vol stationnaire, phases de montée, survol, approche et atterrissage. Le guide présente le rôle particulier du relief dans la propagation du bruit, mais indique également de nombreuses recommandations générales, telles que :

- monter le plus vite possible au décollage ;
- proscrire les trajectoires en S au survol ;
- maximiser le taux de descente en approche.

## TNSA, relance de la dynamique de l'aide à l'insonorisation

La taxe sur les nuisances sonores aériennes (TNSA), acquittée par les compagnies aériennes selon le principe « pollueur-payeur », finance la politique d'aide à l'insonorisation en faveur des riverains dont les locaux sont situés autour des 11 principaux aérodromes<sup>10</sup> français.

Pour dynamiser le dispositif en vigueur en diminuant les coûts restant à la charge des riverains, les plafonds forfaitaires des montants alloués pour réaliser les travaux d'insonorisation



MINISTÈRE  
CHARGÉ  
DES TRANSPORTS

Liberté  
Égalité  
Fraternité



dgac  
Direction Générale de l'Aviation Civile  
D S A C

VERSION AOÛT 2024

## GUIDE DE PILOTAGE MOINDRE BRUIT HÉLICOPTÈRE



**! CE DOCUMENT PRÉSENTE DES RECOMMANDATIONS QUI NE PEUVENT ÊTRE APPLIQUÉES SYSTÉMATIQUEMENT LES RÈGLES DE SÉCURITÉ DOIVENT S'APPLIQUER EN PRIORITÉ**

REF : NCO.OP.120

ont été revalorisés à hauteur de 25 % début 2024<sup>11</sup>. Cette hausse des plafonds a été couplée à un relèvement différencié des tarifs de la taxe sur les nuisances sonores aériennes à hauteur de 11 % en moyenne en année pleine pour compenser l'augmentation mécanique du coût moyen des travaux.

Les aérodromes ciblés sont ceux dont le besoin de financement est le plus prégnant : Bordeaux-Mérignac (du fait de la révision récente de son plan de gêne sonore), Lille-Lesquin (afin de disposer des ressources suffisantes avant sa sortie

du dispositif en fin d'année 2024), Nantes-Atlantique, Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-Le Bourget.

9. [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/241209\\_Guide\\_bruit\\_heli-co\\_DSAC-OI.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/241209_Guide_bruit_heli-co_DSAC-OI.pdf)

10- Beauvais-Tillé, Bordeaux-Mérignac, Lille-Lesquin, Lyon-Saint-Exupéry, Marseille-Provence, Nantes-Atlantique, Nice-Côte d'Azur, Paris-Charles-de-Gaulle, Paris-Le Bourget, Paris-Orly et Toulouse-Blagnac. Du fait de sa spécificité binationale l'aérodrome de Bâle-Mulhouse est financé par une autre ressource (non fiscale) que la TNSA (la redevance bruit).

11- Rapport environnement édition 2023 (Voir page 23).



**Respect des trajectoires**



organisé par



Encourager de manière ludique un respect ultra rigoureux des trajectoires anti-bruit :

⇒ Lancement d'un nouveau type de challenge, ouvert à tous du 28 septembre au 13 décembre





Kristal Air contest LFPN : lancement du Challenge tour de piste et trajectoires 2024



# Évolution de CALIPSO, la classification des avions légers selon leur indice de performance sonore

**C** ALIPSO est une classification française, complémentaire de la certification acoustique des avions légers, qui estime le niveau de bruit qu'ils produisent lors des tours de piste en se basant sur des mesures prises en situation réelle de vol.

La DGAC a porté en 2024 une évolution majeure du dispositif CALIPSO, concrétisée par la parution du nouvel arrêté du 17 juillet 2024 portant classification des avions légers selon leur indice de performance sonore. Cet arrêté a abrogé et remplacé l'arrêté du 11 juin 2013, qui avait institué cette classification.

Dans les faits, une nouvelle classe, A+, a été créée afin de différencier plus finement les avions les moins

broyants en tour de piste, grâce à l'ajout d'un nouveau seuil d'indice de performance (IP) à 90. Au-delà de la création de cette nouvelle classe, les responsabilités du pilote et du laboratoire de mesure ont également été précisées afin de relancer la mesure des avions légers en kit (CNSK) ou de construction amateur (CNRA). Enfin, les conditions météorologiques valides pour les mesures ont été élargies en s'appuyant sur les corrections définies par l'OACI. Ces évolutions devraient permettre de mesurer davantage d'avions chaque année.

Dès la parution du nouvel arrêté, les avions déjà classés disposant d'un IP supérieur à 90 ont pu recevoir une attestation de classement A+. Cette évolution a également permis de débloquer une trentaine de demandes relatives à des avions

de type CNSK et CNRA, qui étaient en attente d'analyse ; les dossiers complets ont ainsi pu être transmis au laboratoire de mesures acoustiques du Service technique de l'aviation civile (STAC) de la DGAC. Plus généralement, en 2024, 123 nouveaux avions ont obtenu un classement CALIPSO, parmi lesquels 15 avions mesurés sur cinq sites répartis en France. Au-delà, ces campagnes CALIPSO ont été l'occasion pour le STAC de réaliser six mesures de certification acoustique pour de nouveaux aéronefs selon le protocole de l'annexe 16 de l'OACI.

Aujourd'hui, le protocole CALIPSO est utilisé sur différents aéroports afin d'objectiver le bruit des avions et ainsi de favoriser le dialogue entre les usagers et les riverains. Des arrêtés d'exploitation ou des chartes locales ont déjà été mis

en place afin de réguler, sur certaines périodes de l'année et certaines plages horaires, le trafic en tours de piste en fonction du classement CALIPSO. Cette tendance se poursuit : de nouveaux accords de ce type sont en cours de préparation, générant de nouvelles demandes de classement.

**+** Site CALIPSO : <https://calipso.dta.aviation-civile.gouv.fr/application-externe/>

## Répartition par classe acoustique CALIPSO



# Les trajectoires aériennes, autre levier pour diminuer les nuisances environnementales

## Modification des trajectoires en DSAC SO

Le 17 octobre 2024, le service de la navigation aérienne ouest (SNA O) a présenté à la commission technique de l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (ACNUSA) un premier retour d'expérience à la suite de la mise en œuvre des procédures RNP AR et RNP VPT en piste 05 de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac.

Ces procédures ont été mises en service le 25 janvier 2024. Pour mémoire, les gains environnementaux ont été évalués dans l'étude d'impact de la circulation aérienne (EICA) correspondante. Ainsi, s'agissant de l'impact visuel, les nouvelles procédures introduisent un troisième flux concentré de trajectoires. L'impact sur la population est faible, les zones survolées étant très faiblement peuplées. L'impact sonore sur la population est également faible : les principaux changements par rapport à la situation de statu quo sont observés avec une réduction, mais dans une faible proportion, des populations impactées dans les communes d'Audenge et de Lanton.

Les principaux gains environnementaux sont relevés en consommation de carburant et émissions gazeuses : grâce à la mise en service des procédures RNP AR et RNP VPT, les trajectoires sont plus courtes et les profils de descente plus lisses qu'avec les GNSS. L'utilisation de cette procédure permet d'envisager les gains suivants :

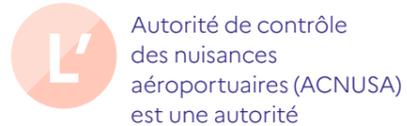
- une réduction annuelle de la consommation de carburant de 44 t, ce qui correspond environ à la consommation de carburant d'un avion de type A320 faisant six allers-retours entre Bordeaux et Paris. Cette diminution de la consommation s'explique essentiellement par le transfert de la moitié du trafic de la GNSS statu quo (42 % du trafic arrivées nord piste 05, soit 959 vols annuels) vers les procédures RNP AR et RNP VPT, plus courtes en distances parcourues et avec un profil plus lisse ;
- une réduction annuelle des émissions de CO<sub>2</sub> de 135 t ;
- une réduction annuelle des émissions de NO<sub>x</sub> sous 3 000 ft de 221 kg.

## Les avancées du projet PBN to ILS à Paris-Orly

En 2025 est prévue la mise en place de la procédure PBN to ILS à Orly. Une enquête publique a été réalisée en 2024, puis a recueilli un avis favorable de l'ACNUSA et, début 2025, celui de la CCE. La procédure permet de produire une séparation latérale entre les vols, indépendamment de l'altitude. Il n'est donc plus nécessaire de contraindre les vols à effectuer des paliers pour les séparer. Les descentes continues deviennent possibles même par trafic dense. Celles-ci ont pour but de diminuer au maximum la longueur des paliers en approche. Cela permet aux avions d'être à puissance réduite le plus longtemps possible lors de la descente, ce qui entraîne une diminution de la consommation de carburant. De plus, cela augmente les altitudes moyennes des vols, ce qui, combiné avec la puissance réduite des moteurs, diminue les nuisances sonores pour les populations survolées. Enfin, cette procédure réduit la dispersion des trajectoires et donc le nombre de personnes survolées.



## 2024, une année de transition à l'ACNUSA



L'Autorité de contrôle des nuisances aéroporutaires (ACNUSA) est une autorité administrative indépendante, créée par la loi n°99-588 du 12 juillet 1999 afin de veiller au développement durable de l'activité aéroporutaire.

Aux côtés de l'État et des acteurs du transport aérien, elle participe à la lutte contre les nuisances aéroporutaires en émettant des recommandations sur toute question relative aux nuisances environnementales (bruit ou émissions atmosphériques) engendrées par le transport aérien sur et autour des aéroporuts civils français. Elle veille à la bonne information du public, pour objectiver les informations sur le bruit résultant de l'activité aérienne au sens général, et à la transparence de l'action publique.

Elle apporte en outre un éclairage à l'administration de l'aviation civile lorsqu'elle est consultée sur les projets de plan de gêne sonore (PGS), de plan d'exposition au bruit (PEB) des principaux aérodromes français et plus généralement sur tout projet de texte réglementaire fixant, sur les aérodromes concernés, les mesures visant à assurer la protection de leur environnement.

Depuis 2009, elle assure également la mission de sanctionner les personnes morales et physiques qui commettent des manquements à la réglementation environnementale en vigueur sur les aéroporuts français. En 2023, l'ACNUSA a prononcé 637 amendes pour un montant total de 11,7 millions d'euros, montant affecté au budget général de l'État.

L'année 2024 a conduit au renouvellement de la moitié des dix membres de l'Autorité.

À cet égard, M. Pierre Monzani, ancien préfet, a succédé le 3 janvier 2025 à M. Gilles Leblanc à la présidence de l'Autorité, après huit mois de vacance du poste de président.

Cette nomination est l'occasion pour le nouveau président d'accompagner l'ACNUSA dans son rôle d'autorité indépendante et impartiale, de veiller à la maîtrise des nuisances aéroporutaires et au maintien d'un dialogue apaisé entre les parties prenantes.

Pour l'accompagner dans cette mission exigeante, M. Monzani peut compter sur l'expertise de sept membres du collège nommés à raison de leurs compétences en matière d'acoustique, de nuisances sonores, d'émissions atmosphériques, d'impact de l'activité aéroporutaire sur l'environnement, de santé, d'aéronautique et de transport aérien.



Pierre Monzani,  
président de l'ACNUSA

## 4 —

# Qualité de l'air, de l'eau et des sols



Zone humide sur l'aéroport de Bastia. © Aérobioidiversité

La préservation de la qualité de l'air, de l'eau et des sols constitue un enjeu majeur sur les aéroporuts. Des actions déterminantes sont mises en place par les exploitants d'aérodrome pour réduire fortement l'impact du secteur aérien sur la santé et l'environnement. En parallèle, de nouvelles normes européennes, fixant des limites de concentration des polluants ou restreignant l'utilisation de certains produits chimiques, marquent une avancée significative dans la lutte contre les différentes pollutions.

# 300

CONTRÔLES SUR LE TEMPS D'UTILISATION DES APU (MOTEURS AUXILIAIRES DE PUISSANCE) effectués par la Gendarmerie des transports aériens (GTA) en 2024

# 15,9 millions

DE MÈTRES CUBES D'EAUX PLUVIALES RETRAITÉS DANS LES AÉROPORUTS DE PARIS-CDG ET PARIS-ORLY grâce à des systèmes efficaces de dépollution et de traitement sur site

# Un point sur l'utilisation des APU

## Quel bilan un an après la publication des arrêtés de restriction d'utilisation des APU (auxiliary power units ou moteurs auxiliaires de puissance) ?

Afin de diminuer les émissions de polluants atmosphériques, des arrêtés limitent depuis le 1<sup>er</sup> décembre 2023 le temps d'utilisation des APU des aéronefs lors des escales sur les 12 principales plateformes aéroportuaires françaises. La Direction de la sécurité de l'aviation civile (DSAC) a élaboré en lien avec la Gendarmerie des transports aériens (GTA) une procédure opérationnelle en vue d'assurer une surveillance harmonisée des manquements aux limitations d'utilisation. Après une phase de communication auprès des exploitants d'aéroport, des

compagnies aériennes et des assistants en escale et de mise à jour de l'information aéronautique, la GTA a procédé à une phase de contrôle à blanc pour sensibiliser les acteurs visés par ces restrictions. La surveillance a ensuite été entreprise sur l'ensemble des plateformes concernées selon un plan de contrôle défini en fonction de leur niveau de trafic. Ainsi en 2024, 180 contrôles ont été réalisés à Paris-Charles-de-Gaulle, 120 contrôles à Paris-Orly et Nice. Une trentaine de manquements ont été relevés au total. Ils passeront en séance plénière de l'ACNUSA au premier semestre 2025. Pour rappel, en cas d'infraction, l'ACNUSA peut émettre une sanction allant jusqu'à 20000 euros.

## Poursuite des tests sur les caméras thermiques à Toulouse

L'APU est un turboréacteur placé à l'arrière du fuselage de l'avion qui fournit l'électricité, l'air conditionné et l'air comprimé pour le démarrage des moteurs lorsque l'avion est au sol. Des gains énergétiques importants sont possibles en utilisant des moyens de substitution tels que l'alimentation électrique de l'avion avec du 400 Hz ou des moyens mobiles ou fixes. Dans le cadre d'une expérimentation en 2023 et 2024, le Service technique de l'aviation civile (STAC) de la DGAC a mené une campagne de mesures sur l'aéroport de Toulouse-Blagnac : il s'agissait d'évaluer l'utilisation de caméras thermiques pour surveiller le temps d'utilisation des APU à l'escale. Les premières mesures, réalisées sur la majorité des modèles d'avions présents au quotidien sur la plateforme ainsi que dans différentes configurations spatiales et météorologiques sont plutôt encourageantes sur la faisabilité technique d'une surveillance par caméra thermique des aéronefs à l'escale. Les tests ont pu démontrer la fiabilité des caméras thermiques et leur capacité à détecter des changements de température sur les différents modèles d'avions présents sur l'aéroport et ce, quelle que soit la météo.

En 2025, l'expérimentation se poursuivra sur l'aéroport de Toulouse-Blagnac avec des tests d'automatisation du traitement à l'aide de caméras fixes.



Expérimentation de caméras thermiques par le STAC sur l'aéroport de Toulouse-Blagnac. © Maxandre Coulon/DGAC-STAC

## Expérimentation complémentaire à Nice

L'aéroport de Nice a expérimenté en 2024 un système de surveillance de l'usage des APU au travers de l'installation de caméras et de l'utilisation de l'imagerie multispectrale (visible et infrarouge). Ce dispositif développé par la société WaltR permet une mesure automatisée et systématique du temps d'utilisation des APU et des émissions associées ainsi que la transmission en temps réel des données à une application mobile. Une des caméras a été installée en haut d'un candélabre, ce qui a permis de surveiller plusieurs postes de stationnement simultanément. L'expérimentation a été concluante et l'aéroport a décidé de déployer progressivement ce système de monitoring avec un objectif de 17 postes monitorés en 2025.



Expérimentation du système d'imagerie multispectrale avec caméras de la société WaltR à Nice. Localisation des APU et de la caméra à gauche, focus sur la caméra installée en hauteur et à distance ci-dessous. © DR



# Améliorer la qualité de l'air

## L'Europe adopte de nouvelles règles sur la qualité de l'air

La directive relative à la qualité de l'air révisée (2024/2881 du 23 octobre 2024) fixe de nouveaux objectifs en matière de qualité de l'air significativement plus protecteurs des populations à atteindre d'ici à 2030, et en prévoyant un alignement, d'ici à 2050, avec les dernières recommandations publiées en 2021 par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Parmi les nouvelles normes, la directive prévoit notamment des valeurs limites en concentration de polluants à atteindre d'ici au 1<sup>er</sup> janvier 2030 telles que : une valeur limite annuelle pour les particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM 2,5) de 10 µg/m<sup>3</sup> (contre 25 µg/m<sup>3</sup> dans la directive 2008/50/CE) ; une valeur limite

pour les particules fines de diamètre inférieur à 10 µm (PM 10) de 20 µg/m<sup>3</sup> (contre 40 µg/m<sup>3</sup> dans la directive 2008/50/CE) ; une valeur limite pour le dioxyde d'azote de 20 µg/m<sup>3</sup> (contre 40 µg/m<sup>3</sup> dans la directive 2008/50/CE).

Par ailleurs, la révision de la directive procède à la fusion des deux directives sur la qualité de l'air ambiant (la directive 2008/50/CE et la directive 2004/107/CE) au profit d'un seul texte législatif européen. Les États disposent de deux ans à compter de la date d'entrée en vigueur de la directive pour la transposer dans leur droit national. Ils devront mettre en œuvre des actions fortes pour maintenir les concentrations en deçà des nouvelles normes en matière de qualité de l'air. Sous certaines

conditions précisées dans la directive, les États membres pourront demander à la Commission européenne un report de l'échéance 2030 pour atteindre les valeurs limites relatives aux particules (PM 10 et PM 2,5), au dioxyde d'azote, au benzène et/ou au benzo(a)pyrène.

## Conclusion de l'étude sur les particules ultrafines (PUF) autour de l'aéroport de Nantes-Atlantique

L'étude sur la qualité de l'air aux abords de l'aéroport de Nantes-Atlantique, menée par Air Pays de la Loire, association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AASQA), a duré quatre ans. Répondant à une préoccupation des riverains, elle avait pour objectif d'évaluer les concentrations de particules ultrafines (PUF) à proximité



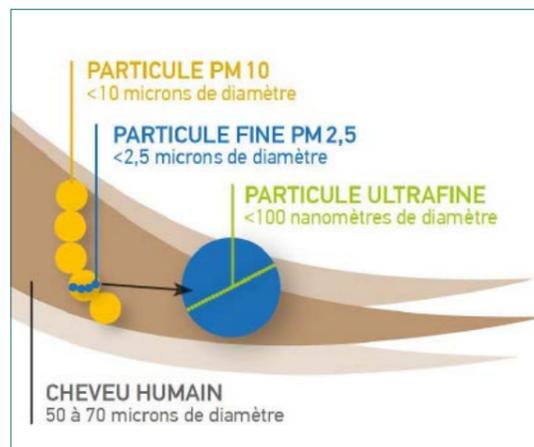
©Getty Images

► de l'aéroport et en zone urbaine de Nantes et d'étudier l'influence du trafic aérien sur les niveaux de concentration. Plusieurs rapports ont été publiés par l'association. L'étude s'est poursuivie jusqu'à début 2024 afin d'analyser, dans un contexte post-Covid, l'influence de la reprise du trafic aérien sur les concentrations de PUF. Le rapport final confirme l'influence du trafic aérien sur les concentrations en particules ultrafines entre 500 m et 3,5 km dans l'axe de la piste de l'aéroport. Cette influence diminue à mesure que l'on s'éloigne de la piste de l'aéroport. Le prolongement des campagnes de mesure a permis de constater que l'augmentation du trafic aérien n'est pas corrélée à l'amplitude des élévations mesurées : aucun phénomène d'accumulation n'a été observé. Les mesures ont aussi permis de confirmer l'influence des conditions météorologiques sur les niveaux de concentration observés d'une année sur l'autre.

#### Renforcement des plans de mobilité sur et autour des aéroports parisiens

Ces plans de mobilité ont pour objectif de réduire l'impact des déplacements routiers des passagers et des salariés sur la pollution de l'air.

En 2024, la connectivité de la plateforme d'Orly s'est grandement améliorée grâce au prolongement de la ligne 14 du métro au sud de Paris : celle-ci relie le centre de Paris et l'aéroport en vingt-cinq minutes. Par ailleurs, l'adhésion des principales entreprises situées sur et autour des aéroports de CDG et Orly aux associations CDG'Pro'Mobilité et Orly'Pro'Mobilité permet de porter un plan mobilité inter-entreprises incitant plus fortement au covoiturage, à l'autopartage et à l'utilisation du vélo en lien avec le développement du réseau de pistes cyclables.



## Renforcement de la surveillance de la présence de PFAS dans les sols et les milieux aquatiques

L'impact sur la santé humaine et sur les écosystèmes des substances per- et poly-fluoralkylées (PFAS), communément dénommées « polluants éternels » du fait de leur persistance dans l'environnement représente une préoccupation croissante, aussi les efforts s'intensifient pour diagnostiquer d'éventuelles pollutions dans les aéroports. Utilisées pour leurs nombreuses propriétés (antiadhésives, ignifuges, imperméabilisantes, résistantes aux fortes chaleurs), ces substances chimiques se retrouvent dans certains composants des aéronefs et principalement dans les mousses anti-incendie utilisées par le Service de sauvetage et de lutte contre l'incendie des aéronefs (SSLIA). Ces dernières années, l'Union européenne accroît les mesures

de réduction des risques liés à l'exposition aux PFAS dans le cadre de la réglementation européenne REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals). À l'interdiction des PFOA à compter du 4 juillet 2025<sup>15</sup> (règlement n°2019/1021) s'ajoutera l'interdiction des PFHxA et de leurs dérivés, un autre sous-groupe de PFAS, à compter du 10 octobre 2029 pour leur usage dans les mousses extinctrices destinées à l'aviation civile (règlement n°2024/2462). Une proposition de restriction générale concernant tous les PFAS dans les mousses anti-incendie déposée fin 2023 par la Commission européenne est également à l'étude au sein des comités experts de l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA). En raison du développement d'alternatives, la grande majorité des aéroports français utilise désormais des mousses extinctrices sans PFAS et par ailleurs les tests et entraînements sont réalisés principalement avec de l'eau. Le Service technique de l'aviation civile (STAC) de la DGAC finalise la rédaction d'un guide technique pour accompagner la transition de l'ensemble des plateformes aéroportuaires vers l'utilisation de ces produits plus respectueux de la santé et de l'environnement sans compromettre la sécurité. À l'échelle nationale, la démarche a été structurée par le plan d'action ministériel 2023-2027 du ministère de la Transition écologique (MTE), complété par le plan d'actions interministériel publié en avril 2024. La DGAC, qui fait partie du comité de pilotage (COPIL) et du comité technique (COTECH) de ce plan, est

résolument engagée dans la mise en œuvre de l'action n°7 : « *Inventorier, identifier, prioriser et diagnostiquer les sites potentiellement pollués aux PFAS en raison de l'utilisation de mousses anti-incendie pour cibler les surveillances des eaux souterraines en particulier l'eau destinée à la consommation humaine* », aux côtés de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC), du ministère des Armées et du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Dans ce cadre, le BRGM a développé une méthodologie de priorisation des plateformes aéroportuaires, afin de proposer à la DGAC une liste de sites prioritaires devant faire l'objet de diagnostics, avec la mise en œuvre d'investigations notamment sur les sols et les eaux souterraines, et en particulier la surveillance de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH). La DGAC participe aussi à l'action n°16 du plan interministériel : « *Réglementer et réduire les rejets de PFAS dans l'environnement* ». Elle a pour cela recensé avec l'aide du STAC le volume de produits contenant des PFAS dans les aéroports (émulseurs embarqués dans les véhicules d'intervention ou stockés dans des cuves, eaux de rinçage, résidus issus des entraînements du SSLIA), et elle a participé à une campagne de prélèvement d'échantillons d'émulseurs visant à mieux caractériser les types de PFAS présents dans les mousses anti-incendie.

15. Date probablement reportée au 3 décembre 2025.



Pompier du SSLIA en action sur l'aéroport de Tahiti-Faa'a. © DGAC - SEAC Polynésie française

## Dépollution de l'eau sur les aéroports

### Le retraitement des eaux de pluie chez ADP

Si les eaux usées sont simplement surveillées (mesure des taux de polluants) avant envoi vers les systèmes de retraitement par le réseau d'assainissement public, les aéroports doivent dépolluer les eaux pluviales qui se chargent par ruissellement de poussières, d'hydrocarbures, de résidus de pneus ou de fondants hivernaux. Ainsi, les eaux de pluie doivent être récupérées et traitées dans les systèmes de traitement des eaux pluviales (STEP). Les eaux pluviales passent de bassin de dépollution en bassin de dépollution (bassins de dégrillage pour filtrer les objets volumineux, bassins de flottation et de floculation pour isoler certaines particules polluantes solides, bassins de décantation), selon les types de polluants, avec un système de vannes régulant les quantités transférées pour éviter tout

engorgement.

Sur les plateformes de Paris-CDG et Paris-Orly, l'enjeu est important vu l'importance du volume d'eau à retraiter. Ainsi, l'ensemble est piloté grâce à un système de contrôle et de mesures en temps réel, en continu, 24 heures sur 24. À CDG, c'est un système de « gestion dynamique » en continu, à partir d'une véritable « tour de contrôle de l'eau », qui a été mis en place. À Orly, un système de traitement par les plantes (marais filtrant de 6500m<sup>2</sup> planté de roseaux) complète le STEP. Cette eau pluviale dépolluée est recyclée en partie à Orly pour trois usages : le nettoyage des surfaces extérieures et intérieures, la fabrication d'eau glacée pour alimenter la climatisation (pour partie, l'eau du robinet restant nécessaire) et les sanitaires (chasses d'eau alimentées à 100 % par des eaux pluviales dépolluées). La prochaine étape sera de réutiliser cette eau pour le lavage

des bus et engins de piste, voire de vendre l'excédent d'eaux dépolluées à d'autres entreprises. Des études sont en cours pour, à long terme, permettre à ADP de « rendre (en partie) cette eau dépolluée à la nature » afin de compenser l'imperméabilisation des sols propre à tout aéroport : à la sortie du STEP, une partie de l'eau pourrait rejoindre la nappe phréatique, améliorer ainsi la qualité des sols et la biodiversité, et lutter contre le risque de sécheresse. Volume des eaux pluviales retraitées :

- à CDG : 8,5 millions de m<sup>3</sup> (pour 2,7 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées) ;
- à Orly : 7,4 millions de m<sup>3</sup> (pour 0,9 million de m<sup>3</sup> d'eaux usées).

### Les séparateurs à hydrocarbures pour éviter les rejets d'hydrocarbures

De plus en plus d'aérodromes sont également équipés de séparateurs à hydrocarbures au niveau de leur station de carburant. Ces installations servent à récupérer le carburant qui pourrait se déverser au sol lors des opérations d'avitaillement. Situées en amont du réseau d'assainissement, elles permettent de rejeter des eaux de pluie à la teneur résiduelle en hydrocarbures extrêmement faible. La séparation entre les hydrocarbures et l'eau se fait par gravité : les hydrocarbures, ayant une densité proche de 0,85, remontent à la surface et sont récupérés, avant d'être transférés vers une zone de traitement adaptée.



Marais filtrants des produits d'hivernage (glycol), Système de traitement des eaux pluviales (STEP) d'Orly. © Zoo studio/ADP

## 5 — Innovations



L'Open Rotor, en cours de validation, est une architecture de propulsion disruptive visant une aviation plus efficace. Ce projet ECOENGINÉ (lire pages 46 et 47) de Safran, soutenu par la DGAC et testé à l'ONERA en 2024, symbolise l'engagement de l'industrie pour maîtriser les défis technologiques majeurs de l'aérodynamique et de l'acoustique, étapes cruciales vers une propulsion plus durable. © Safran

La trajectoire de soutien pluriannuelle à la feuille de route du Conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC), annoncée en juillet 2023, assure la continuité de la dynamique initiée par le plan France Relance puis par France 2030. En 2024, une enveloppe de 286 millions d'euros, toujours opérée par la DGAC, a permis de poursuivre les efforts de R&D engagés par la filière avec une focalisation sur la compétitivité et la performance environnementale des prochaines générations d'aéronefs.

# 373

PROJETS COLLABORATIFS SOUTENUS PAR LA DGAC DEPUIS 2020, soit plus de 329 sociétés et organismes publics bénéficiaires directs

# 286 M€

LE SOUTIEN À LA FILIÈRE EN 2024

# Les essais en soufflerie pour l'aviation commerciale

## Lancement des essais en soufflerie du démonstrateur ECOENGINÉ : une étape clé dans le développement du moteur Open Fan

L'année 2024 a été marquée par une avancée majeure dans le domaine de la propulsion aéronautique avec le démarrage des essais en soufflerie de l'ECOENGINÉ, un démonstrateur à échelle réduite du futur moteur Open Fan (soufflante non carénée). Ces essais, menés par Safran Aircraft Engines et l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), ont été réalisés dans la soufflerie S1MA de Modane, la plus grande soufflerie sonore au monde. D'une durée totale de 200 heures, cette première campagne d'essais vise à évaluer de manière exhaustive les performances du module Fan en simulant des conditions de vol réelles (vitesses atteignant Mach 0,8). En soumettant les aubes de soufflante à des sollicitations extrêmes, ces essais permettront de valider leur conception, d'étudier leur comportement mécanique et vibratoire, et également

de quantifier le niveau sonore généré. Ces données expérimentales seront utilisées pour affiner la conception du moteur Open Fan et garantir son efficacité énergétique et acoustique. Le moteur Open Fan, élément clé du programme RISE, est conçu pour réduire significativement l'empreinte environnementale de l'aviation, avec une diminution de plus de 20 % de la consommation de carburant et jusqu'à 80 % des émissions de CO<sub>2</sub> grâce aux carburants durables. Ces essais marquent une étape cruciale vers des moteurs d'aviation commerciale plus respectueux de l'environnement. Safran ambitionne de démontrer l'efficacité de cette architecture à très haut taux de dilution, avec soufflante non carénée à calage variable, pour équiper les futurs avions à faible impact environnemental. Lancé en 2021 et soutenu par la DGAC dans le cadre des plans France Relance et NextGenerationEU, le programme de recherche ECOENGINÉ s'étendra jusqu'en 2026.

## La soufflerie S1MA de l'ONERA : un laboratoire écologique au cœur de l'innovation aéronautique

La soufflerie S1MA de l'ONERA à Modane-Avrieux (Savoie) joue un rôle crucial dans les efforts de décarbonation de l'aviation civile. Cette installation unique contribue de manière significative à cet objectif grâce à ses capacités exceptionnelles.

### Principe de fonctionnement d'une soufflerie

Une soufflerie permet de recréer en laboratoire les conditions de vol d'un avion. Grâce à une maquette et à un contrôle précis de l'écoulement d'air, il est possible de mesurer les forces aérodynamiques et d'étudier l'influence de différents paramètres (vitesse, angle d'attaque). Ces données sont essentielles pour optimiser la forme de l'aéronef et améliorer ses performances globales.

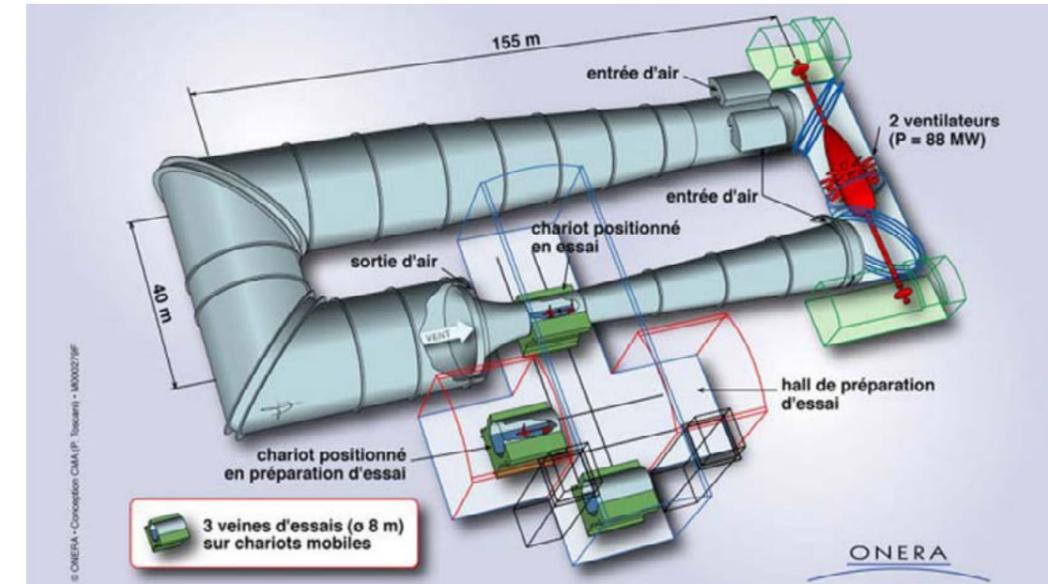
### S1MA, une infrastructure unique au monde

Avec ses dimensions impressionnantes (veine de 14 m de long et 8 m de diamètre), S1MA est la plus grande soufflerie sonore au monde. Elle permet de tester des maquettes d'avion à grande échelle (jusqu'à 3,5 m d'envergure) à des vitesses supersoniques, offrant ainsi un outil unique pour l'étude des phénomènes aérodynamiques complexes. La soufflerie S1MA atteint la vitesse du son (Mach 1, soit 1 200 km/h) et, grâce à son tunnel de 24 m de diamètre, génère un débit d'air exceptionnel de 10 t par seconde. Sa capacité d'accélération est remarquable, passant de Mach 0 à Mach 0,8 en seulement trois minutes. En simulant avec une très grande précision les conditions de vol réelles, la soufflerie S1MA permet d'évaluer l'efficacité aérodynamique



La soufflerie de Modane. © Safran

## Fonctionnement de la soufflerie S1 de Modane



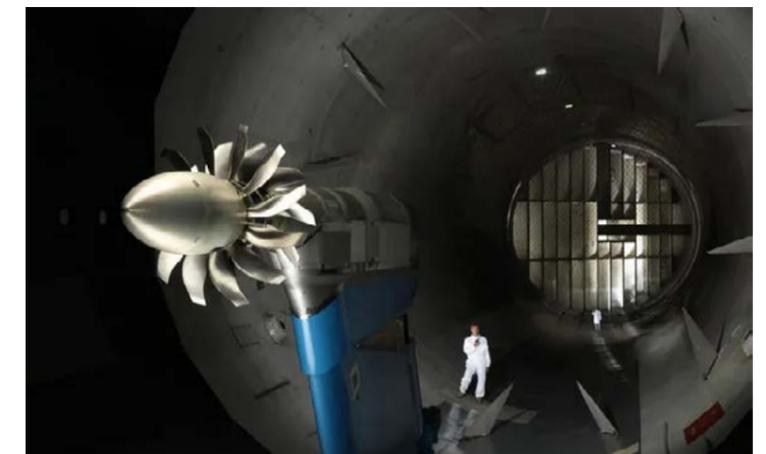
des concepts les plus innovants, comme l'Open Fan, les ailes ultra-allongées et les fuselages aplatis. Par ailleurs, le savoir-faire de l'ONERA porte également sur la conception d'instruments de mesure de haute précision. Ses balances, en particulier, sont réputées pour leur précision et leur capacité à résister à de fortes contraintes mécaniques. Réalisés sur mesure, ces instruments garantissent des données fiables pour chaque projet. La soufflerie S1MA, en plus de ses performances exceptionnelles, se distingue par son fonctionnement particulièrement respectueux de l'environnement. Héritage de la Seconde Guerre mondiale, elle utilise l'énergie hydraulique fournie par les lacs de barrage de la vallée pour réduire son empreinte carbone.

### Essais en soufflerie et calcul numérique : un duo indispensable pour valider les modèles et optimiser les designs

Bien que le calcul numérique soit essentiel pour la conception et

l'optimisation aérodynamique, les essais en soufflerie restent indispensables, surtout pour les innovations comme l'Open Fan. Ils permettent de valider les modèles numériques et d'étudier des phénomènes complexes, tels que les configurations à basse vitesse, les interactions moteur-avion et le comportement

en conditions extrêmes. En constante évolution, les essais en soufflerie resteront des références incontournables. Leur complémentarité avec les simulations numériques, de plus en plus performantes, ouvrira de nouvelles perspectives pour l'optimisation des projets et la réduction des coûts de développement.



Maquette pour un essai en soufflerie. © Onera

## Compatibilité des carburants d'aviation durables avec l'ensemble du système avion : résultats préliminaires du projet VOLCAN

Lancé en 2020, le projet VOLCAN (vol avec Carburant Alternatif Nouveau), soutenu dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir (PIA), a permis d'obtenir des résultats préliminaires très prometteurs pour le développement des carburants d'aviation durables (CAD ou SAF en anglais).

Piloté par Airbus, en collaboration avec Safran, Dassault Aviation et l'ONERA, ce projet visait à valider la compatibilité des CAD avec l'ensemble du système avion (moteur, pompes, valves, joints) d'un avion de ligne. Il contribue également à l'évaluation de l'empreinte environnementale de ces carburants en analysant leurs émissions polluantes et leur impact sur la formation de traînées de condensation.

Pour mener à bien ce projet, 21 vols d'essai ont été réalisés avec des avions de type A319neo et A321neo équipés de moteurs CFM LEAP-1A. Parmi ces vols, 13 ont été effectués



Mesure des émissions grâce à un Falcon DLR. © DLR aviation

dans des conditions spécifiques pour étudier la formation de traînées de condensation. Les essais ont porté sur quatre types de carburants, notamment le JET A-1 et des mélanges HEFA, produits à partir d'huiles de cuisson usagées et autres graisses, avec des concentrations en aromatiques différentes.

Lors des essais, un avion suiveur de type Dassault Falcon 20E appartenant au Centre aérospatial allemand DLR a volé derrière l'Airbus à moins de 100 m pour capturer les données d'émissions en vue d'une analyse détaillée. L'analyse de ces données vise à quantifier les bénéfices potentiels de l'utilisation de CAD non mélangés par rapport au carburant d'aviation traditionnel. Les résultats de cette étude sont en cours de traitement.

Les premiers résultats suggèrent que l'utilisation de CAD à un taux d'incorporation de 100 %, entraîne une réduction notable des émissions de particules non volatiles (nvPM) du moteur LEAP. Airbus prévoit de mener une campagne d'essais supplémentaires pour mieux comprendre les mécanismes régissant la formation des cristaux de glace qui mènent à la formation des traînées de condensation.

Ces vols ont par ailleurs validé la compatibilité du « 100 % CAD » avec l'ensemble des systèmes d'un avion, du moteur aux équipements les plus sensibles. Ces résultats positifs renforcent la perspective d'une certification de l'utilisation de CAD purs pour l'aviation commerciale.

Fort des enseignements tirés du programme VOLCAN, le projet DECARBJ, lancé en 2024, vise à recueillir des données complémentaires pour anticiper les adaptations nécessaires en conception et en maintenance en vue d'une utilisation régulière du 100 % CAD. Soutenus par la DGAC, les travaux menés par Dassault Aviation, en collaboration avec Safran Power Units, Safran Aerosystems, l'ONERA, l'IFP Énergies nouvelles (IFPEN) et TotalEnergies, visent également à évaluer l'impact environnemental complet de ces carburants, au-delà de la simple réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Les campagnes d'essais en vol sur un Falcon 6X se sont déroulées entre juillet et octobre 2024, les données sont en cours d'analyse. Les résultats sont attendus pour 2026.

Ces projets s'inscrivent dans l'objectif plus large du CORAC et celui de la filière de certifier ses avions pour l'utilisation 100 % CAD d'ici à 2030. Les essais contribuent à la compréhension des effets des carburants d'aviation durables sur les performances des avions et leur impact environnemental.

## Le système de propulsion hydrogène pour l'aviation commerciale franchit une étape importante

Après des mois de développement intensif, Airbus a franchi une étape majeure dans la mise au point de son avion à hydrogène en testant avec succès l'Iron Pod.

Le 16 janvier 2024, Airbus a annoncé avoir mis sous tension ce système de propulsion à hydrogène conçu pour les futurs avions commerciaux fonctionnant à l'hydrogène. L'Iron Pod, qui combine une pile à combustible à hydrogène avec des moteurs électriques et des unités de contrôle, a atteint sa pleine puissance lors des tests, confirmant sa pleine capacité à générer l'énergie nécessaire à la propulsion d'un avion.

L'Iron Pod intègre plusieurs innovations technologiques clés pour la propulsion à hydrogène des avions.

- Système de pile à combustible à hydrogène : l'Iron Pod contient une pile à combustible capable de générer une puissance de 1,2 mégawatt, ce qui représente une avancée significative en termes de puissance pour une application aéronautique.
- Moteurs électriques intégrés : la nacelle comprend des moteurs électriques spécialement conçus pour faire tourner une hélice, alimentés par l'électricité produite par la pile à combustible.
- Unités de contrôle avancées : l'Iron Pod intègre des systèmes pour contrôler et gérer l'ensemble du système de propulsion.
- Système de refroidissement innovant : un système de



Concept d'avion à hydrogène Airbus, avec une configuration à six nacelles. © Airbus

refroidissement spécifique est incorporé pour maintenir les composants à la température optimale, cruciale pour l'efficacité et la durabilité du système.

L'innovation réside également dans l'architecture, qui permet l'intégration de tous ces composants (pile à combustible, moteurs électriques, contrôle, refroidissement) dans une seule nacelle compacte, optimisée pour l'utilisation aéronautique. Ces avancées technologiques combinées permettent à l'Iron Pod de fonctionner comme un système de propulsion complet et autonome, marquant une étape cruciale vers la réalisation d'avions commerciaux propulsés à l'hydrogène d'ici à 2035.

Les prochaines étapes porteront sur l'optimisation du système en termes de taille, de poids et de conformité aux normes aéronautiques, avant des essais au sol plus poussés.

Les essais en vol sont prévus pour 2028 à bord d'un A380 modifié, capable d'embarquer des réservoirs d'hydrogène liquide qui alimentent la pile à combustible.

La DGAC a joué un rôle déterminant dans l'aboutissement de ces innovations en finançant plusieurs projets de recherche axés sur le développement des modules technologiques qui composent l'Iron Pod. Ce soutien s'inscrit dans le cadre des objectifs du CORAC visant à accélérer la transition environnementale de l'aviation.

Cette démonstration technologique témoigne des avancées significatives d'Airbus dans le domaine de la propulsion à hydrogène, offrant une solution prometteuse pour réduire l'empreinte carbone de l'aviation, vers une aviation zéro émission.

## Des innovations pour l'aviation légère...

### **BANKSIA : concevoir un enregistreur de vol compact pour aéronefs légers en vue d'améliorer la sécurité aérienne**

Le projet BANKSIA, porté par les entreprises Serma Ingénierie et Freyssinet Aero Equipment, bénéficie depuis 2020 du soutien du volet R&D aéronautique du plan France Relance, mis en œuvre par la DGAC. Ce projet vise à concevoir un enregistreur de vol pour aéronefs légers (*lightweight flight recorder* en anglais – LFR).

En effet, depuis 2010, les accidents et incidents graves survenant sur le territoire d'un État membre de l'Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (AESA) doivent faire l'objet d'une enquête de sécurité. Cependant, jusqu'à la publication du règlement de la Commission (UE) 2019/1387, les avions légers et les hélicoptères légers n'étaient pas tenus d'emporter des enregistreurs de vol, pourtant essentiels à la reconstitution de la séquence ayant conduit à un événement. Les aviateurs actuels et en émergence pour les nouvelles mobilités aériennes à faible impact environnemental n'ont ainsi à ce jour aucune solution satisfaisante sur étagère.

Face à cet enjeu de sécurité, le projet BANKSIA mobilise deux PME/ETI innovantes, en interface avec Airbus Helicopters : elles développent une solution tout intégrée permettant d'enregistrer les paramètres de vol, de la vidéo 4K et de l'audio dans une mémoire durcie. L'électronique et les accès en écriture/lecture en mémoire ont été optimisés pour limiter la dissipation de chaleur et obtenir un équipement le plus compact possible. De plus, son bouclier durci représente un gain considérable en volume et en masse,

grâce à l'utilisation de la fabrication additive, qui conduit à une optimisation de la matière première. Enfin, l'élaboration de modélisations multiphysiques a permis au projet de converger par simulations sur un design passant du premier coup les essais *Crash Survival Test* spécifiés par la norme ED-155 : choc, écrasement et feu. La seizième édition des Assises de l'embarqué, organisée le 11 janvier 2024 dans les locaux du ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance, a mis à l'honneur le travail effectué dans le cadre du projet BANKSIA, en remettant à Serma Ingénierie le Trophée de l'embarqué critique.

Au-delà du soutien financier de la DGAC, le projet a pu bénéficier de l'expertise du Bureau d'enquêtes et d'analyses pour la sécurité de l'aviation civile (BEA) pour valider la qualité des enregistrements audio, et du soutien de la DSAC pour la préparation du dossier de certification.

### **TRAMPOLINE 2 : l'allègement des aérostructures, un levier clé pour la décarbonation de l'aviation générale**

En remplaçant les matériaux traditionnels par des composites thermoplastiques et en adoptant la soudure par induction, le projet TRAMPOLINE 2 (TheRmoplAstic coMPosite for hOrizontal tall plaNE), soutenu par la DGAC dans le cadre du plan France Relance et Next GEN EU, piloté par Daher, ouvre de nouvelles perspectives dans le domaine de l'allègement des aérostructures.

Un aspect clé de ce projet est l'introduction de la soudure thermoplastique par induction, en remplacement du rivetage traditionnel. Cette technique de

soudage permet d'obtenir un gain de poids significatif de 15 % par rapport au rivetage conventionnel. Le soudage par induction consiste à chauffer et fusionner l'interface des pièces à assembler en utilisant un champ électromagnétique. Cette méthode permet non seulement de réduire le poids des empennages horizontaux de 15 %, mais aussi d'améliorer la durabilité des avions grâce à la recyclabilité et à la réparabilité des matériaux utilisés. De plus, l'automatisation des processus de production rendue possible par les thermoplastiques contribue à une fabrication plus efficace et moins énergivore.

En démontrant les avantages des composites thermoplastiques et de la soudure par induction pour la fabrication des empennages horizontaux, ce projet œuvre en faveur d'une nouvelle génération d'avions plus légers, plus écologiques et plus performants. Les résultats de TRAMPOLINE 2 s'inscrivent pleinement dans les objectifs du CORAC visant à décarboner l'aviation d'ici à 2050.



Projet BANKSIA de boîte noire compacte et légère pour les hélicoptères. © Serma Ingénierie



Flightlab d'Airbus : un hélicoptère hybride au banc d'essai volant pour tester les innovations d'Airbus Helicopters. © Airbus

## ... Et aussi dans le monde des hélicoptères

### **HELYBRID : l'innovation hybride d'Airbus Helicopters et de Safran**

Lancé en 2020, le projet Helybrid est porté par Airbus Helicopters en partenariat avec Safran Helicopter Engines, Safran Electrical & Power et Airbus Defence and Space. Il bénéficie du soutien de la DGAC dans le cadre du plan France Relance et Next GEN EU. Ce projet ambitieux a pour objectif de transformer radicalement la propulsion des hélicoptères légers en mûrissant et en validant par un essai en vol une architecture de motorisation hybride innovante.

Un hélicoptère hybride combine une turbine à combustion interne traditionnelle avec un moteur électrique. Ces technologies permettent de viser une réduction de 40 % de la consommation de carburant, une réduction des émissions sonores et une optimisation des performances de l'appareil en augmentant sa flexibilité d'utilisation.

La propulsion hybride offrirait ainsi aux hélicoptères de nouvelles capacités, dont une plus grande autonomie pour les missions de longue durée et une réduction significative du bruit pour les opérations en milieu urbain.

Toutefois, intégrer des batteries suffisamment énergétiques et puissantes pour alimenter les moteurs électriques tout en limitant le poids de l'appareil représente un verrou majeur.

La certification des hélicoptères hybrides monomoteurs est un autre enjeu majeur de ce projet, car ces appareils devront répondre à des normes de sécurité très strictes pour garantir leur fiabilité et leur sécurité.

Airbus Helicopters, soutenu par la DGAC, joue un rôle clé dans le développement de ces nouvelles technologies, qui profiteront à toute la filière hélicoptère.

## Recyclage des matériaux et des avions : Terra Preta et Tarmac s'y consacrent

### Terra Preta : l'innovation au service du recyclage de matériaux aéronautiques

L'industrie de la construction aéronautique génère d'importants volumes de chutes de production, en particulier des composites à base de carbone, difficiles à recycler. Ces pertes de matière représentent un défi environnemental, mais aussi une opportunité de développer des matériaux plus durables.

Le projet Terra Preta, visant à recycler les déchets de l'industrie aéronautique en créant des matériaux composites innovants, est porté par Safran Seats en partenariat avec Airbus Operations, Aviacomp, le CETIM, Daher Aerospace, Hutchinson, Hutchinson SNC, Safran Aircraft Engines, Safran Landing Systems et Safran.

Ce projet s'inscrit dans une démarche globale de la filière d'économie circulaire en valorisant les matériaux composites et métalliques utilisés dans la fabrication de moteurs d'avion. Grâce à une collaboration fructueuse établie dans le cadre du projet entre le CETIM et Sogclair, le procédé Thermosaic a permis de transformer plus de 70 % des chutes en nouvelles pièces fonctionnelles. La faisabilité industrielle de cette technologie et sa rentabilité ont été validées en produisant une pièce aéronautique : une trappe d'accès technique en matériaux composites recyclés.

Lancés en 2021, ces travaux bénéficient du soutien de la DGAC dans le cadre du plan France Relance et Next GEN EU.

### Tarmac Aerosave : une entreprise qui peut recycler des avions

Tarmac est une entreprise française installée à Toulouse-Franczal, Tarbes et Tarruel (Espagne), dont Airbus, Safran et Suez sont actionnaires. Reconnue par l'AESA pour son expertise dans la maintenance et le recyclage des avions, selon des processus respectueux de l'environnement, son activité de recyclage suit les étapes suivantes :

1. Dépose des pièces que le propriétaire souhaite conserver pour le marché de l'occasion : pièces de haute valeur telles que les trains, les moteurs, certains équipements avioniques, etc.
2. Démontage, tri des équipements et matériaux de cabine : textiles, plastiques, câbles, etc. Cette étape est appelée le « verdissage ». Le terme évoque le retour
3. Découpe des ailes et du fuselage à l'aide d'un portique de découpe, qui est arrosé à froid, pour éviter les émanations de poussière et le risque d'incendie. L'eau utilisée pour cette opération est recyclée.
4. Envoi des différents matériaux préalablement triés vers les filières de recyclage.

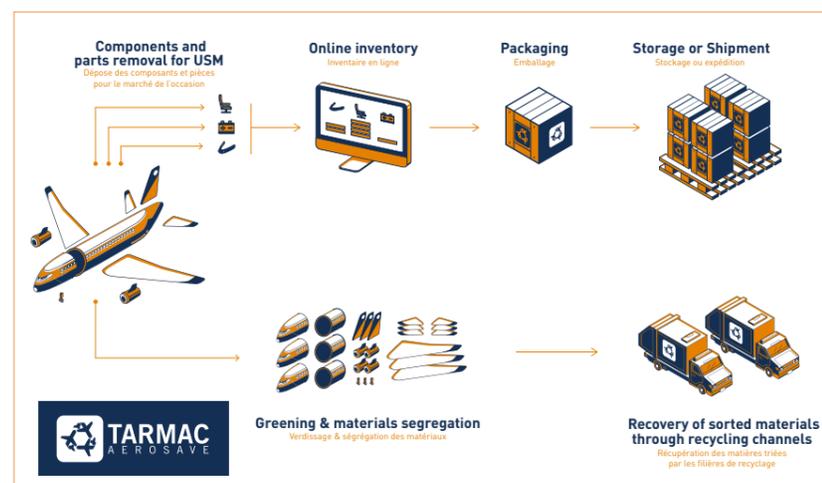
DEPUIS 2019, TARMAC A RECYCLÉ

# 325 AVIONS,

VALORISÉS À PLUS DE 90 % DE LEUR MASSE, ET 225 MOTEURS

à la couleur verte qu'avait l'avion durant sa construction, avant l'aménagement de la cabine et la mise en peinture.

### Processus de recyclage des avions chez Tarmac Aerosave



## La Direction des services de la navigation aérienne (DSNA) labellisée CANSO Green ATM



La DSNA a été récompensée le 13 novembre 2024 par la labellisation environnementale CANSO Green ATM, programme d'accréditation environnementale pour les prestataires de services de la navigation aérienne reconnu au niveau international. Ce label décerné au prestataire français de services de navigation aérienne (ANSP en anglais) vient récompenser les efforts de la DSNA pour sa contribution à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, à la réduction des nuisances sonores du secteur aérien et au renforcement de sa performance énergétique, ainsi que pour l'intégration

de l'enjeu environnemental dans son fonctionnement afin d'améliorer son empreinte écologique globale. Après les ANSP de la Suisse, des Pays-Bas, de la Belgique et de l'Irlande, l'ANSP française est la cinquième ANSP labellisée, la première de cette envergure et la première concernée par l'ensemble des 24 sujets évalués. La DSNA a obtenu le niveau de labellisation deux : il existe cinq niveaux correspondant à des objectifs et à un degré de maturité croissants.

Pour que le processus aboutisse à la labellisation, il était nécessaire de constituer un dossier de réponses à l'ensemble des 24 sujets et de le compléter par des preuves documentaires. Près de 70 contributeurs très mobilisés de la DSNA ont donc produit près d'un millier de documents. Ces pièces ont ensuite été soumises aux auditeurs indépendants.

À l'issue de leur évaluation, les auditeurs ont produit un rapport complet validé par le jury CANSO. Ce rapport a évalué les efforts engagés par la DSNA.

Les auditeurs ont été particulièrement impressionnés par le travail de la DSNA en matière de gestion des modifications d'espace aérien et de procédures de circulation aérienne. Ils ont souligné les efforts de la DSNA pour évaluer les impacts potentiels en termes d'émissions et de nuisances sonores en amont des modifications et pour la qualité du dialogue avec les communautés de riverains sur ces projets. Le niveau très avancé en matière de gestion des flux de trafic aérien (en anglais *air traffic flow management*, universellement abrégé en *ATFM*) et de couverture radar, ainsi que l'implication de la DSNA dans la recherche et développement, sont aussi des points forts. Des points de progrès ont également été identifiés par les auditeurs.

En 2024, la DSNA a participé à la première réunion du User Group Green ATM. Ce groupe de travail a vocation à stimuler la collaboration entre les ANSP labellisées CANSO Green ATM, en partageant leurs retours d'expérience et les meilleures pratiques dans les différents sujets thématiques.

Le groupe de travail vise également à faire vivre et évoluer le label en mettant à jour les questionnaires pour en renforcer la pertinence et l'adéquation aux exigences requises par les enjeux environnementaux du secteur aérien.



Frédéric Guignier, directeur des services de la navigation aérienne (DSNA), reçoit la labellisation CANSO. © DR

# L'ENAC : toujours résolument engagée dans la transition écologique de l'aérien

**P**ar l'intermédiaire de ses missions d'enseignement et de recherche, l'École nationale de l'aviation civile (ENAC) contribue à la transition écologique et durable du secteur aérien.

**Dans le domaine de la recherche,** en 2024, l'ENAC, en association avec ses partenaires académiques et industriels européens, a remporté 17 projets européens pour contribuer à la transition écologique du transport aérien (notamment dans le cadre du programme SESAR). Parmi ces projets :

- Le projet GEESE vise à introduire les notions de vol en formation afin de récupérer l'énergie des sillages et de réduire l'impact environnemental des trajectoires aériennes.
- Le projet SMARTS tente de mettre en œuvre le principe de sectorisation dynamique intelligente de l'espace aérien afin d'offrir un compromis optimal entre capacité de l'espace aérien et réduction de l'impact environnemental des trajectoires.

En 2024, comme en 2022, l'ENAC a de nouveau été lauréate du premier prix *outdoor* au challenge International Micro Air Vehicles (IMAV), visant à optimiser les performances environnementales des drones dans le domaine du déploiement de nouveaux services de transport aérien, tels que la livraison de colis.

Dans ce domaine, l'ENAC s'est aussi associée au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) dans le cadre du projet ANR-Firefly portant sur l'utilisation de flottes de drones pour l'analyse du comportement des feux de forêt.

Elle continue également ses travaux de recherche relatifs à :

- l'analyse et la simulation du roulage écologique ;
- l'analyse de l'impact des températures extrêmes sur les aéroports ;
- l'analyse des impacts liés à l'utilisation de nouveaux carburants (exemple : hydrogène) ;
- la génération et au contrôle optimal de trajectoires réduisant les traînées de condensation ;
- laux vols en formation ;
- l'identification des trajectoires non conformes et non optimales d'un point de vue environnemental ;
- la conception et l'évaluation de modèles à base d'intelligence artificielle pour l'aide à la décision visant à réduire l'impact environnemental des trajectoires aériennes, du roulage, des trajets *gate to gate* et, plus généralement, de l'ensemble des trafics et leur intégration dans un système de transport multimodal.

Enfin, le laboratoire de recherche de l'ENAC vise la labellisation DD&RS (Label développement durable & responsabilité sociétale) en 2025.

L'ISAE-SUPAERO a de son côté publié un « Référentiel aviation et climat ». Une revue générale des connaissances relatives à l'impact de l'aviation sur le climat, et des innovations scientifiques et techniques aéronautiques qui sont en mesure de réduire cet impact. La vocation de cet ouvrage est de fournir aux lecteurs les éléments scientifiques pour comprendre les enjeux aviation-climat.

**+** Pour plus d'informations : [https://www.isae-supaero.fr/projets/Synthese\\_ReferentielAviationEtClimat2021\\_ISAE-SUPAERO/HTML/index.html](https://www.isae-supaero.fr/projets/Synthese_ReferentielAviationEtClimat2021_ISAE-SUPAERO/HTML/index.html)



© Richard Metzger/DGAC - STAC

## Les enjeux environnementaux et sociétaux au cœur des formations de l'ENAC

Depuis plusieurs années, l'ENAC renforce également progressivement ses enseignements relatifs à la transition écologique et énergétique du secteur, désormais au cœur de toutes ses formations.

- En 2020, elle a mis sur pied le programme TETA (Transition écologique du transport aérien) visant à intégrer la sensibilisation aux questions environnementales dans tous les cursus.
- En 2022, a été créée la « Rentrée climat et enjeux sociétaux » : il s'agit de modules de plusieurs jours, comprenant cours et ateliers interactifs sur ces enjeux, proposés trois fois par an. La « Rentrée »

mobilise plus de 70 enseignants et personnels de l'ENAC.

- En 2024, un plan d'action général et volontariste a été conclu (il sera mis en application à la rentrée 2025), subdivisé en quatre plans d'action très complets (formation initiale, masters, formation continue et un plan transverse) pour renforcer les compétences et connaissances des élèves sur les questions environnementales et sociétales, avec aussi pour objectif d'obtenir la labellisation DD&RS ;
- En 2024, la chaire NovAero a été créée : c'est un cursus ouvert aux ingénieurs, spécifiquement dédié aux transitions environnementale, énergétique et sociétale, permettant l'obtention

d'un « certificat NovAero ».

- 2024 a également vu la poursuite des réflexions en vue de la création en 2026 d'un nouveau cursus diplômant pour les professionnels du secteur, de type master spécialisé « transition écologique de l'aéronautique », en partenariat avec l'ISAE-SUPAERO.
- Enfin, en 2024, l'ENAC s'est également positionnée sur l'Appel à manifestation d'intérêt « Compétences et métiers d'avenir » (AMI CMA) de l'Agence nationale de la recherche (ANR) portant sur « Produire le premier avion bas carbone », au sein d'un consortium d'établissements. La réponse est attendue courant 2025.

# 6 —

## Protéger et valoriser la biodiversité



Aéroport d'Orly. © Richard Metzger/DGAC - STAC

La biodiversité est au cœur de nos débats sociétaux. Les engagements volontaristes pris au niveau international lors de la COP 15, au niveau européen, et au niveau national à travers la Stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) en sont la preuve. Cette prise de conscience est visible également sur nos plateformes aéroportuaires, par une connaissance de plus en plus fine des écosystèmes présents et par des actions adaptées conciliant biodiversité et sécurité aérienne.

### 74%

DES ACTIONS SNB LANCÉES EN 2024, dont 11 % sont prêtes à démarrer, 5 % sont terminées, 2 % bloquées et 8 % sans information

### 75

TERRAINS PROSPECTÉS PAR L'ASSOCIATION AÉRO BIODIVERSITÉ en 2024

### 4 400

ESPÈCES VÉGÉTALES ET ANIMALES et 36 000 données recensées sur les plateformes aéroportuaires

## SNB 3 : la SNB 2030 fête son premier anniversaire



**E**n 2023, la France adoptait sa 3<sup>e</sup> Stratégie Nationale Biodiversité (SNB). L'année 2024 a été l'occasion de faire un premier bilan des mesures et actions engagées par cette stratégie à l'horizon 2030. Chacun des pilotes d'une action de la SNB a été soumis à l'exercice de rapportage via un outil dédié, GRIST. L'objectif du rapportage était de rendre compte des avancées en vue de l'atteinte des cibles fixées pour chaque action en 2030 auprès des instances concernées et des parties prenantes, de permettre une évaluation annuelle de la SNB et d'informer le grand public des avancées à l'issue de la première année d'application de la stratégie. La biodiversité aéroportuaire a également contribué à ce rapportage puisqu'elle s'inscrit dans deux mesures de la SNB. Ainsi, la DGAC s'est pliée à l'exercice de rapportage en tant que pilote de l'action « Maintenir et restaurer les prairies naturelles », favorisant le déploiement du label « Aérobio » et le développement de l'association Aéro Biodiversité.

## Vers une nouvelle version du label « aérobio »

**E**n 2021, l'association Aéro Biodiversité, en collaboration avec le comité scientifique du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN), a créé le label « aérobio »<sup>16</sup>, qui récompense le travail et l'engagement des aéroports poursuivant sur le long terme une démarche de protection et de valorisation de la biodiversité. Le label est décerné pour trois ans par un comité indépendant du conseil du Muséum national d'histoire naturelle. Huit aéroports ont été labellisés entre 2021 et 2023.

Au cours de l'année 2024, à la suite des retours d'expérience sur ces premières labellisations, l'association a engagé des modifications majeures sur le label, notamment pour affiner les critères d'évaluation et ajouter

deux niveaux supplémentaires. Des sujets émergents tels que les ruches et l'artificialisation des sols ont été introduits par ces modifications.

Le label s'articule désormais autour de quatre thématiques : 1. biodiversité ; 2. investissement du personnel ; 3. communication ; 4. ancrage territorial. Et sur trois niveaux : connaître la biodiversité ; suivre et mieux prendre en compte la biodiversité ; intégrer et promouvoir la biodiversité.

À partir de 2025, le label passera de trois à cinq niveaux, et sera attribué pour une durée de cinq ans, au lieu de trois ans actuellement. Un guide détaillera de façon pratique les différentes approches possibles pour respecter le cahier des charges.

<sup>16</sup>. <https://aerobiodiversite.org/le-label>

### Les quatre thématiques constitutives du label "Aérobio"

#### BIODIVERSITÉ



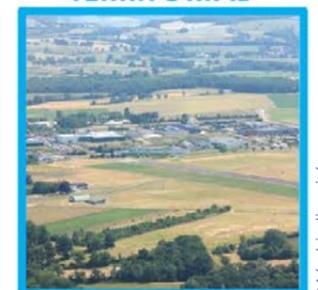
#### INVESTISSEMENT DU PERSONNEL



#### COMMUNICATION



#### ANCRAGE TERRITORIAL



## Le séminaire « BIODIVERSITÉ » : vision prospective

**P**our cette année 2024, le séminaire s'est déroulé le 21 mars sous l'intitulé « La biodiversité dans les aéroports de demain ». Il a rassemblé plus de 150 acteurs du secteur aéronautique. Cette journée a été ponctuée de présentations, de témoignages, de tables rondes, qui ont permis d'aborder une diversité de thématiques. Elle a été introduite par le Directeur général de l'aviation civile, Damien Cazé, puis s'est poursuivie par une présentation de la trajectoire de la Stratégie nationale pour la biodiversité (SNB). Les aéroports de Caen-Carpiquet et de Tarbes-Lourdes ont témoigné de leurs problématiques liées au passage de leurs plateformes respectives au zéro-phyto. Les modes de gestion s'inscrivant au cœur du débat, les aéroports de Nice et d'Ajaccio ont à leur tour présenté les actions mises en œuvre en faveur de la biodiversité et de leur importance au regard des espèces menacées. À cette occasion, le dispositif mis en place pour la protection de l'Hélix de Corse, présent sur l'aéroport d'Ajaccio a été souligné. Endémique dans l'île, cet escargot est l'un des plus menacés d'Europe. La journée s'est poursuivie par d'autres débats sur des sujets tout aussi intéressants et d'actualité : d'abord sur la thématique du « photovoltaïque et la biodiversité ». Enfin, le nouvel enjeu pour les prairies aéroportuaires porte sur la captation du carbone, question abordée sous l'angle scientifique. Les prairies constituent des puits nets de CO<sub>2</sub> atmosphérique, stockant de 500 à 1 200 kg C/ha/an selon les modalités de gestion et en moyenne autour de 1 000 kg C/ha/an.

## Allier protection de la biodiversité et sécurité

**U**n aéroport est composé d'une vaste surface d'espaces verts. Il s'agit souvent de prairies plus ou moins anciennes, mais on retrouve également des milieux particuliers et originaux. Ce sont des zones closes, protégées de nombreuses actions humaines pour des raisons de sécurité. La nature y est ainsi souvent préservée, et, pour une grande part, à l'abri du développement urbain. Des pratiques simples peuvent être mises en place, au cas par cas, pour préserver ou enrichir la biodiversité tout en respectant les exigences

très strictes de sécurité/sûreté. En voici quelques exemples : diminuer le nombre et/ou retarder les fauches ; rehausser les hauteurs de tonte ou encore protéger les carnivores régulateurs de rongeurs. Une expérimentation a ainsi été lancée sur l'aérodrome de Perpignan, dont les clôtures étaient régulièrement dégradées par le passage de petits mammifères. Un accès calibré et surveillé par une caméra a ainsi été créé dans la clôture. Une analyse sera par la suite réalisée pour confirmer l'intérêt du dispositif tant sur les aspects sécurité/sûreté que biodiversité.



Falcon crécerelle, aérodrome de Cognac. © Richard Metzger/DGAC - STAC

## La fonge : approfondir sa connaissance des écosystèmes

**L**a fonge désigne la diversité des espèces de champignons. Souvent méconnus, les champignons jouent un rôle essentiel au sein des écosystèmes. Les équipes de l'association Aéro Biodiversité se sont penchées sur l'identification des champignons afin de présenter quelques-unes des espèces dans leur rapport annuel de 2024. Certaines espèces, dites saprophytes, se nourrissent de matière organique végétale morte ou en décomposition. Elles ont ainsi un rôle essentiel de recycleur de matière organique dans l'écosystème qu'elles occupent. D'autres espèces, les mycorhizes, participent aux flux souterrains d'eau et d'éléments minéraux entre les végétaux présents en surface, grâce aux réseaux qu'ils développent dans le sol.



Morille ronde, aérodrome de Semur en Auxois. © Aéro biodiversité



Clavaria vermicelle, autre champignon sur l'aérodrome de Semur en Auxois. © Aéro biodiversité

## Fiches techniques STAC : s'approprier les bonnes techniques

**L**es initiatives en faveur de la biodiversité se sont multipliées ces dernières années, y compris sur les plateformes aéroportuaires. Il est nécessaire d'apporter une attention particulière à certaines d'entre elles afin de préserver les écosystèmes dans lesquelles elles s'intègrent. Pour cela, le Service technique de l'aviation civile (STAC) propose une série de fiches techniques qui présentent les enjeux de la biodiversité et les bonnes pratiques entourant ces initiatives.

Ainsi, quatre fiches sont déjà disponibles sur le site du STAC<sup>18</sup> : pollinisateurs et ruches, hôtels à insectes, écopâturage, espèces exotiques envahissantes.

18. <https://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/environnement/aeroports-et-biodiversite/fiches-techniques>

### — BON À SAVOIR —

**Concernant les ruches**, il est nécessaire de prévoir une densité de trois ruches/km<sup>2</sup> et une distance de plus d'un kilomètre entre deux ruches. Il convient aussi d'adapter la gestion de la plateforme en privilégiant les bandes refuges et les espaces riches en plantes mellifères.

**S'agissant des hôtels à insectes**, afin de garantir de bonnes conditions d'installation, il est intéressant de recréer des micro-habitats naturels en assouplissant la gestion des zones, par exemple en y laissant des murets, troncs debout ou au sol, grosses branches, tas de terre...

**En ce qui concerne l'écopâturage**, il est essentiel de déterminer avec soin les sites écopâturables de l'aéroport et les espèces animales adaptées de même que de définir la charge maximale de pâturage pour limiter la pression et la fertilisation du sol.

**Concernant les espèces exotiques envahissantes**, il est préférable de privilégier dans les espaces verts (côté ville et côté piste) les plantes locales et d'être vigilant à l'apport de terres extérieures.



## Lumière sur les zones humides

L'année 2024 a été marquée par une forte pluviométrie, avec un excédent de précipitations d'environ 15 % par rapport aux moyennes. C'est dans ce contexte que l'association Aéro Biodiversité a souhaité mettre en perspective les zones humides présentes sur les plateformes aéroportuaires dans son rapport annuel de l'année 2024<sup>19</sup>. Elles peuvent se présenter sous diverses formes (mare, étang, tourbière ou prairie inondée) et assurent un rôle écologique important dans les services écosystémiques qu'elles supportent.

### Les enjeux, la réglementation et leur gestion sur les plateformes aéroportuaires

Les zones humides constituent



Sur les zones humides des aéroports, on trouve aussi des grenouilles ! © Aérobiodiversité

des réservoirs de biodiversité, elles hébergent entre 12 et 15 % des espèces animales à l'échelle mondiale. Malgré leur importance, elles sont aujourd'hui menacées et subissent aussi bien une diminution de leur surface (aménagement des cours d'eau, urbanisation) qu'une dégradation de leur qualité (propagation des espèces exotiques envahissantes, pollutions diverses).

### Plusieurs textes encadrent les zones humides

Au niveau international, la Convention de Ramsar, dont la France

est signataire, engage à préserver les zones humides d'importance internationale, vise à enrayer la disparition des zones humides et à promouvoir leur conservation et leur utilisation rationnelle.

Au niveau européen, la protection des zones humides s'inscrit dans le cadre global de la politique environnementale de l'Union européenne. Trois textes s'appliquent : la directive-cadre sur l'eau, la directive Habitats, le réseau Natura 2000.

Au niveau national, il existe des réglementations spécifiques, notamment celle relative aux travaux impactant les zones humides.

Les zones humides recensées sur les aéroports sont diverses (naturelles, semi-naturelles ou artificielles). Toutefois, certaines sont plus présentes sur les plateformes aéroportuaires, notamment les « continentales », situées hors littoral. Elles se caractérisent par de l'eau stagnante ou courante, telles que les mares. Elles peuvent être temporaires, accompagnées d'une période d'assèchement complet en été, de faible profondeur (environ 40 cm) et leur végétation est capable de s'adapter à l'alternance de phases inondées et de phases sèches. En comparaison, les mares permanentes

ont une présence d'eau toute l'année et peuvent atteindre 2 m.

Les prairies humides sont également fréquentes dans les zones aéroportuaires. Elles se caractérisent par une végétation herbacée adaptée à des sols temporairement ou périodiquement saturés en eau.

L'enjeu sur les aéroports est l'absence de règles ou de préconisations propres aux domaines aéroportuaires du fait des contraintes de sécurité. La gestion des zones humides est ainsi laissée à l'initiative de chaque plateforme. Elle doit alors être considérée

comme un levier d'équilibre entre les impératifs d'exploitation et la préservation de la biodiversité. Il est recommandé d'identifier les enjeux de chaque zone humide et d'adapter la gestion en conséquence. Pour cela, il est nécessaire d'établir un diagnostic écologique.

Parmi les préconisations pour la gestion courante des zones humides, on retrouve toutefois les opérations de curage et de faucardage. Le curage consiste à retirer les sédiments et la matière organique accumulés au fond. Le faucardage consiste quant à lui à couper et à retirer

les plantes aquatiques quand leur développement est trop important dans les cours d'eau, les étangs, les lacs et les canaux. Cette technique permet de maintenir l'équilibre écologique et le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Dans les deux cas, il s'agit d'opérations impactant la biodiversité. Pour en limiter les impacts, ces opérations doivent être réalisées entre septembre et janvier et sur un tiers ou la moitié de la surface afin de conserver des zones refuges.

19. <https://aerobiodiversite.org/resultats>

## Le développement du recours aux graines locales

### Une plateforme numérique pour développer la plantation de graines locales

Aujourd'hui, les prairies naturelles sont toujours en régression dans notre pays. Pourtant, ces milieux fournissent des services avantageux et remplissent de nombreuses fonctions écosystémiques.

Depuis 2015, la marque Végétal local de l'Office français de la biodiversité (OFB) garantit la traçabilité de végétaux sauvages pour la restauration des écosystèmes grâce à une dizaine d'acteurs du territoire capables de récolter les semences sauvages qui seront réutilisées pour les projets de restauration.

Or le temps de prospection de sites de récolte freine le développement de la filière. Pour les y aider, une plateforme interactive visant à recenser les sites de récolte potentiels a été créée.

Parallèlement, la collaboration entre la filière et les aéroports s'est

aussi développée au regard de la qualité de ces sites. Plusieurs récoltes de graines sauvages sur des aérodromes ont été organisées ces dernières années, notamment sur l'aéroport de Poitiers-Biard, qui était jusqu'à récemment le seul aérodrome enregistré sur la plateforme interactive.

Pour contribuer au développement des liens entre les aérodromes et leurs territoires, la DGAC a lancé en 2024 une campagne d'information auprès des exploitants afin de les inciter à s'enregistrer sur la plateforme. Le succès a été au rendez-vous puisque 29 aérodromes sont maintenant référencés sur l'ensemble du territoire métropolitain.



Zone humide de Castelnau-Magnoac. © Constance Anelli/DGAC-STAC



Récolte de graines locales sur l'aéroport de Poitiers-Biard. © Conservatoire des espaces naturels (CEN) de Nouvelle Aquitaine

**La plantation de graines locales à Toulouse-Francazal : une expérimentation propice visant à étudier les liens entre richesse des sols et cycle du carbone**

Le STAC a lancé une expérimentation avec l'exploitant de l'aéroport de Toulouse-Francazal permettant de comparer, sur une parcelle, l'effet de la plantation de semis commerciaux de graminées et d'un mélange pour prairies fleuries de la marque Végétal local.

Des évaluations régulières sont prévues pendant une période de trois ans. Cette expérimentation a retenu l'attention de la Société Egis, qui l'a intégré dans un projet global de recherche intitulé « Biodiversité et carbone des sols des dépendances vertes des infrastructures de transport ». Ce projet a été retenu pour un des appels à projets de recherche lancé par le programme ITTECOP (Infrastructures, territoires, transport, énergies, écosystèmes et paysages). L'étude vise notamment à mieux connaître les sols des infrastructures par des prélèvements sur des dizaines d'emprises (routes, autoroutes, voies ferrées, aéroports), afin de mieux comprendre leur diversité,

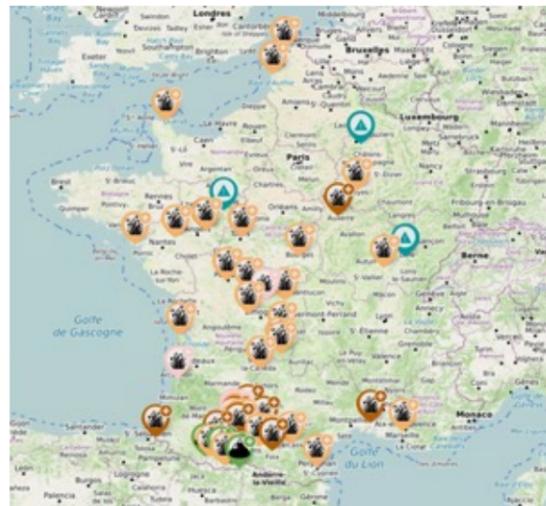
Séparation des graines locales en vue de semences ultérieures. © Conservatoire des espaces naturels (CEN) de Nouvelle Aquitaine



Séchage des graines récoltées pour éviter la présence d'insectes, avant stockage et nouvelles semences. © Conservatoire des espaces naturels (CEN) de Nouvelle Aquitaine



**Carte des plateformes utilisant des graines locales (source : le site de la marque Végétal Local)**



et les liens entre la structure des communautés microbiennes et le cycle du carbone.

Elle s'accompagne également de la mise en place et du suivi de dispositifs expérimentaux, des « solutions fondées sur la nature » (SFN), sur des dépendances vertes herbacées, dont les prairies aéroportuaires, afin d'évaluer leur impact sur la biodiversité et le stockage de carbone.

**+** Pour plus d'informations, visitez les sites :

<https://parcellessources.gogocarto.fr/%20et%20www.vegetal-local.fr>

# 7 —

## Le service public écoresponsable (SPE), nouvel enjeu environnemental



Création d'une mini-forêt au SIA (Service d'informations aéronautiques), à Bordeaux : ce sont des poches à huîtres qui protègent les arbres des lapins, très nombreux à cet endroit. © Michaël Colorado/DGAC-DSNA-SIA

Dans le cadre du Plan de transformation écologique de l'État, la DGAC a à cœur de développer d'année en année son dispositif SPE (Services publics écoresponsables), afin d'assurer un fonctionnement de l'administration aussi respectueux que possible des préoccupations environnementales et sociétales. En 2024, les actions ont continué de se développer autour des 15 grandes mesures fixées par le Plan, avec la volonté d'impliquer les agents dans la transformation Services public de la DGAC, un moyen aussi de les sensibiliser aux enjeux environnementaux dans leur vie quotidienne.

# 15

LES GRANDES MESURES DU PLAN DE TRANSFORMATION ÉCOLOGIQUE DE L'ÉTAT, déclinées en 50 actions autour de 5 thématiques

# Quelques chantiers notables du SPE

**E**n tant qu'administration centrale du ministère chargé des Transports, la DGAC est engagée dans une démarche d'exemplarité par le biais du dispositif SPE (Services publics écoresponsables). Formalisé par la circulaire du Premier ministre n°6425/SG du 21 novembre 2023, ce dispositif repose sur le Plan de transformation écologique de l'État (PTE), et est structuré en 15 mesures déclinées en 50 actions autour de 2 axes transverses et 5 axes thématiques.

En 2024, la mission SPE a engagé d'importantes actions avec ses chantiers. **Parmi les plus notables :**

Dans le cadre du **chantier Bâtiments et énergie**, le comité Énergie de la DGAC a été créé par une décision du 23 avril 2024. Il permet aux différentes directions, DSNA, DSAC, SNIA, GTA, SPE, SDF, Mission

Logistique, de travailler ensemble sur la stratégie énergétique appliquée dans les bâtiments de la DGAC.

Aussi, les résultats de la DGAC au concours CUBE 2023/2024 ont été très bons. Le siège de la DGAC Paris Farman remporte l'or avec 24 % d'économies d'énergie, soit 1,38 GWh, se classant 1<sup>er</sup> sur 42 dans sa catégorie (les plus de 5000 m<sup>2</sup>). Les deux autres candidats, le siège du SNIA, dans le 20<sup>e</sup> arrondissement de Paris, et le bâtiment Pelus du SNIA, à Mérignac, ont réalisé aussi plus de 20 % d'économies d'énergie.

Le **chantier Numérique responsable**, lui, a sensibilisé les services sur l'impact du numérique et encouragé les pratiques de don du matériel informatique. Il a notamment été mis en place une animation le 14 mars 2024 lors du webinar de lancement du Digital Cleanup Day. Ce webinar présentait les bons gestes à pratiquer

au quotidien pour réduire l'empreinte environnementale du numérique.

Concernant le **chantier Report modal et compensation**, une structure d'achat adaptée a été mise en place.

Le secrétariat général a travaillé activement en 2024 à la mise en place d'un accord-cadre qui porte sur la réalisation de prestations visant à compenser les émissions de CO<sub>2</sub> générées par les déplacements aériens des agents de la DGAC dans le cadre de leur activité professionnelle. Ce dispositif s'applique à l'ensemble des directions et services de la DGAC ainsi qu'au BEA et à la GTA, pour la période 2022-2027. La DGAC procédera en 2025 à la compensation des vols de ses agents pour 2022, 2023 et 2024.

## Panorama des chantiers de la politique SPE

Mieux outiller	Suivre les émissions de gaz à effet de serre de l'État et respecter la trajectoire de décarbonation - 1 action				
Former les agents à la transition écologique - 1 action					
Mieux se déplacer	Mieux produire et mieux consommer	Mieux se nourrir	Mieux gérer les bâtiments	Mieux protéger et valoriser les écosystèmes	
17 actions	11 actions	5 actions	12 actions	5 actions	
46 % des émissions de GES de l'État sont liées aux transports	23 % des émissions de GES de l'État sont liées aux achats	7 % des émissions de GES de l'État sont liées à l'alimentation	24 % des émissions de GES de l'État sont liées aux bâtiments	Objectif de réduction de 15% de la consommation d'eau	



Vélo battle au siège de la DGAC en 2024, un des événements de « Mai à vélo » 2024. © DGAC - SG Com

## Focus sur les chantiers mobilité durable et biodiversité

### Zoom sur le chantier Mobilité durable

Le chantier Mobilité durable a été très actif. Parmi les actions phares : le partenariat avec la plateforme de covoiturage BlaBlaCar Daily, la diminution et le verdissement des parcs automobiles et de nombreuses animations autour du vélo, star de l'année !

L'événement « Mai à vélo » 2024, porté aussi par le chantier Communication, a été une belle réussite : le challenge, qui consistait à parcourir le plus grand nombre de kilomètres à vélo pendant le mois de mai, a rassemblé 25 services de la DGAC. Au total, 20219 km ont été parcourus, dont 6259 km sur le trajet domicile-travail. Cela représente une économie de 1362 kg CO<sub>2</sub>.

Fin septembre, l'association MOBILOR est venue installer un atelier de réparation vélo dans le hall de Farman. Les agents ont pu apprendre à réparer leur vélo sur place.

### Zoom sur le chantier Biodiversité sur le lieu de travail

Pour la deuxième année consécutive, l'appel à projets biodiversité « Notre nature, nos solutions » a été organisé par la Direction de l'eau et de la biodiversité (DEB). Les projets proposés par les différents services de la DGAC ont tous été récompensés et financés. Une cérémonie a permis de remettre les prix le 4 octobre 2024 aux six lauréats.

Le chantier Biodiversité a par ailleurs organisé un concours photo sur le thème « La biodiversité s'invite chez vous : partagez votre vision autour de votre lieu de travail ! » au printemps 2024. Une exposition itinérante des 11 photos lauréates a débuté en octobre 2024 à Farman et se poursuit sur cinq autres sites : Strasbourg, Toulouse, Lyon, Aix et Athis. L'espace SPE de la photothèque DGAC<sup>20</sup>, géré par le STAC, a ainsi été alimenté avec la majorité des photos du concours (environ 90).

20. <http://phototheque.aviation-civile.gouv.fr/Main.htm>



Plantation de 140 arbres en 2024 à la DSNA/DTI (Direction de la technique de l'aviation) de Toulouse. Davantage de plantations sont prévues en 2025. © DGAC-DSNA-DTI

### LES SIX LAURÉATS ET LEURS PROJETS

- La DSAC Sud-Ouest : aménagement d'une zone sauvage, une zone verte et une mare.
- Le CESNAC : gestion respectueuse et petits aménagements.
- La DSAC Nord : végétalisation d'un toit.
- La DTI : désimperméabilisation d'une surface de parking.
- Le STAC : sciences participatives et protocole de détermination sur le lieu de travail.
- Le SIA : reforestation sur 300 m<sup>2</sup>.

# FOCUS

## sur les chantiers formation et achats

### Zoom sur le chantier Formation

Au cours de l'année 2024, la DGAC a intégré le parcours formation écoresponsable du ministère, structuré autour de trois axes, à savoir les formations des cadres supérieurs de la DGAC à la transition écologique, la poursuite des formations Fresqu'Aéro et des Instants durables, sensibilisations initiées en 2023.

Le parcours de formation des cadres supérieurs (A+ et A) de la DGAC inclut deux ateliers sur les crises écologiques et leurs leviers d'action, trois conférences d'experts du CNRS, une visite apprenante d'un territoire ou d'une entreprise en transition, et un temps dédié à la mise en pratique.

Pour l'année 2024, plus de 80 % des 354 agents DGAC identifiés pour être formés ont suivi au moins une séquence du parcours.

Dans la continuité des actions 2023, la DGAC a déployé les Fresqu'Aéro et Fresque du climat sur l'ensemble des sites métropolitains, via des formateurs internes DGAC, identifiés comme « fresqueurs » par les associations concernées. 67 personnes ont suivi au moins une fresque en 2024.

À côté de ces ateliers-fresques, beaucoup de sites régionaux mettent en place des formations de sensibilisation (ateliers et conférences en général) à destination des salariés. L'outre-mer est particulièrement actif. Le SEAC Polynésie française a organisé en 2024 des conférences

de sensibilisation au changement climatique avec des observations sur le terrain, ainsi qu'un atelier sur le Plan de transformation écologique de l'État en vue d'élaborer un plan local du SPE. La DAC Nouvelle-Calédonie organise aussi des sensibilisations thématiques sur les différents domaines couverts par le développement durable.

En parallèle, les Instants durables – webconférences mensuelles de sensibilisation ouvertes à tous les agents, d'une durée de quarante-cinq minutes – ont été poursuivis. L'objectif des Instants durables est d'éclairer à la fois sur la démarche SPE de la DGAC et beaucoup plus largement sur les problématiques de la transition écologique, avec certains focus sur la transition dans le transport aérien.

### Zoom sur le chantier Achats responsables

La sous-direction des finances (SDF) de la DGAC, pilote du chantier Achats responsables, a assuré l'animation de la communauté des achats responsables par la division Stratégie interministérielle des achats et coordination (SIAC), avec l'organisation de 4 réunions en 2024. Des indicateurs et des actions ont été définis pour 2025 conformément aux indicateurs de la circulaire du Premier ministre du 21 novembre 2023.

Des échanges ont été renforcés avec le pôle ministériel du MTE sur la mise en œuvre de la performance environnementale et sociale dans l'achat public : refonte du guide du responsable ministériel des achats

(RMA), ouverture de communautés d'échanges entre les acheteurs. La SDF participe aux groupes de travail organisés par le MTE dans le cadre de la mise en œuvre de la charte « Relations fournisseurs et achats responsables » (RFAR), signée le 19 juin 2024.



# 8 —

## Glossaire

**ACA** : Airport carbon accreditation ou programme de certification pour la décarbonation des aéroports développé par l'Airport Council International (ACI)

**ACNUSA** : Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires

**AESA** : Agence européenne pour la sécurité aérienne

**AFIF** : Alternative fuels infrastructure facility ou mécanisme d'infrastructure pour carburants alternatifs

**AFIR** : Alternative fuels infrastructure regulation ou Réglementation relative au déploiement d'infrastructures pour carburants alternatifs

**Loi APER** : Loi pour l'Accélération de la production d'énergies renouvelables

**APU** : Auxiliary power unit ou moteur auxiliaire de puissance

**ATM** : Air traffic management ou gestion du trafic aérien

**CAAF** : Conférence internationale sur l'aviation et les carburants alternatifs

**CAD** : Carburant d'aviation durable ou en anglais SAF - Sustainable aviation fuel

**CAEP** : Committee on aviation environmental protection ou Comité pour la protection de l'environnement en aviation (OACI)

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

**CEF** : Corsia eligible fuels : carburants d'aviation durables pouvant être valorisés dans le cadre du CORSIA

**COP** : Conférence des parties sur les changements climatiques

**CORAC** : Conseil pour la recherche aéronautique civile

**CORSIA** : Carbon offsetting and reduction scheme for international aviation ou mécanisme mondial de

compensation des émissions de CO2 (OACI)

**Loi DADDUE** : loi portant diverses Dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne

**DSAC** : Direction de la sécurité de l'aviation civile

**DSNA** : Direction des services de la navigation aérienne

**DTA** : Direction du transport aérien

**DGTM** : Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités

**EIAE** : Etude d'impact selon l'approche équilibrée

**ENAC** : Ecole nationale de l'aviation civile

**EU-ETS (ou SEQUE-UE)** : European Union-Emissions trading system ou Système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (SEQUE-UE)

**FEETS** : Fuels eligible for EU-ETS support ou quotas gratuits de CAD pouvant être intégrés dans le SEQUE-UE

**GES** : Gaz à effet de serre

**GPU** : Ground power unit ou groupe électrogène pour l'alimentation électrique des avions au sol

**IATA** : International air transport association ou association du transport aérien international

**LCAF** : CORSIA Lower carbon aviation fuels ou CAD à faible teneur en carbone, dans le cadre du CORSIA

**NZIA** : Net-Zero industry act ou règlement de l'UE établissant la stratégie industrielle nette zéro

**OACI** : Organisation de l'aviation civile internationale

**OAD** : Observatoire de l'aviation durable

**ONERA** : Office national d'études et de recherches aérospatiales

**ONG** : Organisation non gouvernementale

**PBN to ILS** : Performance based navigation to Instrument landing system

**PFAS** : substances Per- et Poly-FluoroAlkylées

**PIA** : Programme d'investissement d'avenir

**PPA** : Plan de protection de l'atmosphère

**PPBE** : Plan de prévention du bruit dans l'environnement

**PUF** : Particules ultrafines

**RTE-T** : Réseau transeuropéen de transport

**SAF** : Sustainable aviation fuel ou carburants d'aviation durables (CAD)

**SESAR** : Single european sky ATM research

**SFEC** : Stratégie française sur l'énergie et le climat

**SPE** : Service public écoresponsable

**SNB** : Stratégie nationale biodiversité

**SNBC** : Stratégie nationale bas carbone

**STAC** : Service technique de l'aviation civile

**TICFE** : Taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité

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

**TNSA** : Taxe sur les nuisances sonores aériennes

**TRAAC** : Trajectoire de référence de réchauffement pour l'adaptation au changement climatique

**UE** : Union européenne



**Rapport Environnement  
de la Direction générale  
de l'aviation civile 2024**  
Juin 2025

---

[www.ecologie.gouv.fr](http://www.ecologie.gouv.fr)