



3. Etude des aéronefs et des engins spatiaux

3.6 Aviation et environnement

- **Aviation et développement durable**
- **Pour un transport aérien durable**
- **L'aviation de demain**

COP 21 : Les engagements de l'Aviation Civile

Si l'aviation ne contribue qu'à hauteur de 2% des émissions de CO2 à l'échelle mondiale, cette proportion a vocation à s'accroître si rien n'est fait pour la limiter. Elle pourrait atteindre 3% à l'horizon 2050 selon les estimations du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). C'est dans ce contexte que le secteur aérien s'est engagé dès 2009 sur des objectifs chiffrés, à court, moyen et long terme pour réduire ses émissions.

L'aviation a ainsi été le premier secteur à formaliser un plan d'actions à long terme pour traiter les questions d'impact sur le changement climatique :

- Quel est l'activité et l'impact de l'aviation civile sur l'environnement ?**
- Où en est la recherche aéronautique ?**
- Quels rôles peuvent jouer la navigation aérienne et la gestion des infrastructures aéroportuaires ?**
- Comment se dessinera l'aviation du futur ?**

Aviation et développement durable

La Direction générale de l'Aviation Civile (DGAC) veille à réduire les nuisances, en particulier sonores et atmosphériques, générées par le transport aérien. Elle s'est engagée dans le cadre du Grenelle Environnement avec les différents acteurs du transport aérien. Elle contribue à les limiter et entretient le dialogue avec les élus et les représentants des riverains d'aéroports.

Le transport aérien représente 2 % des émissions mondiales de CO2 et ambitionne de stabiliser ses émissions malgré une croissance du trafic de 5% par an.

3.3 milliards de passagers en 2014
(plus de 8,5 millions de voyageurs/jour)

35% des échanges commerciaux en valeur

58 millions d'emplois
Poids économique 2400 Milliards de \$

100 000 vols par jour - 1 400 compagnies aériennes
près de 4 000 aéroports plus de 25 000 avions en service
plus de 25 000 avions en service,

près de 50 000 routes aériennes



Pour un transport aérien durable

Des initiatives et des objectifs en Europe à l'horizon 2020

La concertation entre industriels et le dialogue permanent avec les pouvoirs publics a permis de définir collectivement en Europe un agenda stratégique à l'horizon 2020 puis 2050, sur la base des travaux du groupe ACARE (Conseil consultatif pour la recherche aéronautique civile).

Les performances optimisées par appareil associant toutes les technologies disponibles à la date de l'engagement ont été ainsi quantifiées (année de référence 2000) dans trois domaines :

- **impact sur le climat** : -50% d'émissions de CO₂ en 2020 ; -75% en 2050
- **impact sur la qualité de l'air** : -80% d'émissions d'oxydes d'azote en 2020 ; -90% en 2050
- **bruit perçu** : -50% en 2020 ; -65% en 2050

Pour un transport aérien durable

Garantir la sécurité de tous, augmenter l'efficacité opérationnelle pour permettre l'accès du plus grand nombre au transport aérien, et réduire l'impact environnemental constituent des objectifs convergents qui fédèrent l'ensemble des acteurs, industriels et opérateurs.

Entre un appareil de 1960 et un de 2010, les efforts d'innovation technologique ont permis de diviser par 5 la consommation de kérosène !

Pour stabiliser les émissions mondiales liées à l'aviation à partir de 2020 (croissance "neutre en carbone") malgré une croissance du trafic de 5% par an, cinq leviers de progrès ont été identifiés :

- (1) poursuivre les progrès technologiques,**
- (2) améliorer la gestion du trafic aérien,**
- (3) optimiser les infrastructures et les opérations aéroportuaires,**
- (4) développer les biocarburants aéronautiques durables,**
- (5) mettre en place des mesures économiques.**

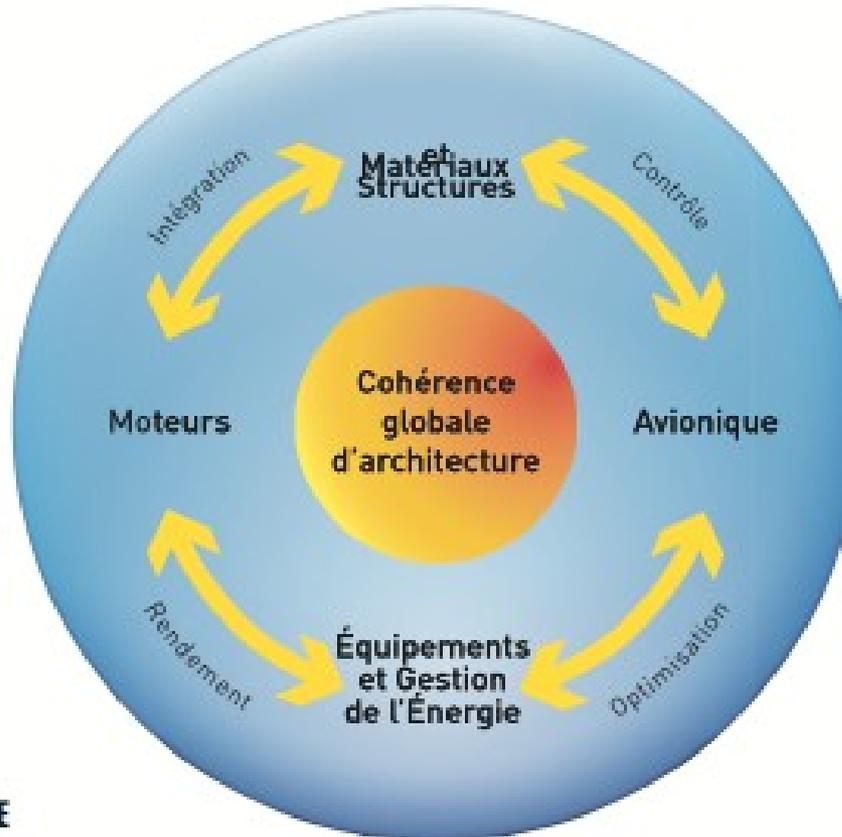
(1) - Poursuivre les progrès technologiques



AÉRONEF COMPOSITE
Réduction de la masse



**AÉRONEF PLUS PROPRE
ET PLUS SILENCIEUX**



AÉRONEF NUMÉRIQUE
Optimisation aérodynamique
Gestion de mission intelligente
Connectivité bord-sol



AÉRONEF PLUS ÉLECTRIQUE
Gestion dynamique
Réduction de la consommation

(1c) – Rendre l'avion plus électrique

- **Utiliser l'électricité pour de nombreuses fonctions de l'avion (commandes de vols, freinage, inverseurs de poussée..) amènera à réduire le coût global de revient avec en perspective de réduction de la consommation de carburant et des émissions de CO2.**
- **Par ailleurs, le système de roulage électrique permettra une économie de carburant pouvant aller jusqu'à 4%, une réduction de la pollution locale et du bruit et rendra plus fluide le trafic sur les aéroports**
- **Avionique : des aéronefs plus intelligents**
- **L'avionique et les systèmes de bord se dotent de capacités à réaliser des fonctions de plus en plus complexes afin de réduire le bruit perçu et les émissions polluantes.**
- **L'élaboration de trajectoires optimisées telles que les "approches courbes" et les "descentes continues" permettent de réduire significativement le bruit perçu à basse altitude ainsi que la consommation de carburant.**

L'avion électrique e-Fan (Airbus)

- Cet avion prototype tout électrique préfigure une aviation silencieuse et exempte de toute émission polluante. Les essais vont se poursuivre pour vérifier le comportement de l'appareil. L'objectif pour Airbus Group est de mettre sur le marché un avion d'entraînement électrique en 2018.



Cet avion électrique biplace E-Fan est une réalisation concrète de la transition écologique et énergétique pour la formation initiale des pilotes de demain. Il ne consomme que 2 € d'électricité contre 36 à 40 € de carburant pour un avion à moteur pour une mission identique d'une heure. Cet avion électrique offre un juste équilibre pour concilier un besoin de formation croissant, la réduction des nuisances pour les riverains d'aérodromes et la croissance verte.

L'avion électrique e-Fan X (Airbus)

Un projet commun Airbus et Rolls-Royce de démonstrateur d'avion hybride électrique. Le prototype est basé sur un British Aerospace 146, dont l'un des quatre réacteurs est remplacé par un moteur électrique. Le système de production d'énergie électrique est composé d'une turbine à gaz entraînant un générateur électrique de 2,5 MW.



Le prototype devait voler en 2020. Vol abandonné pour raisons d'économies, nécessitées par la crise du Covid 19 ! Seuls les essais au sol continueront.

(2) – La gestion du trafic aérien

- Evolution vers une approche globale collaborative fondée sur la notion de **“gestion de trajectoire”** plutôt que sur celle de **“gestion de l’espace aérien”**.

Cette évolution s’appuie sur le partage étendu des informations (état du trafic et son évolution) pour une meilleure planification, tout en permettant à chaque avion de suivre une trajectoire proche de son optimum.

- L’optimisation des routes des avions (programme SESAR en Europe) permettra des modes de départ et d’arrivée de type **“montée continue”** **“croisière ascendantes”** et **“descente continue”**, sans palier, qui diminuent le coût énergétique, les temps d’attente avant l’atterrissage et les nuisances sonores.

(2) – La gestion du trafic aérien

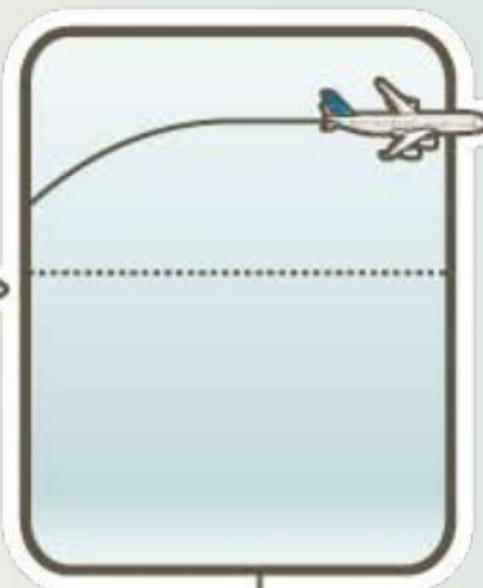
3/ Montée continue

Les services du contrôle aérien autorisent une montée continue jusqu'au niveau de croisière, sans paliers intermédiaires, ce qui diminue significativement la consommation de carburant et les émissions gazeuses.



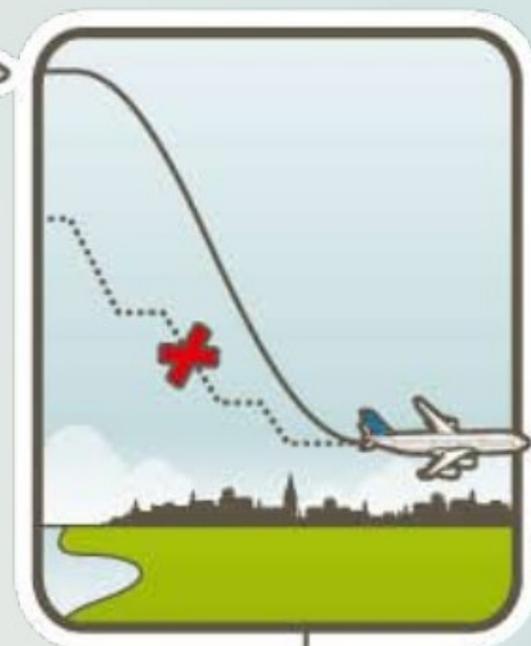
4/ Croisière ascendante

L'avion s'allège de son carburant au cours du vol. Sur de longues distances, il peut effectuer une croisière ascendante en volant toujours à son niveau optimal, en liaison avec les centres de contrôle aérien océanique.



5/ Descente continue

Les services du contrôle aérien autorisent une descente continue, sans paliers intermédiaires. Coordonnée entre pilotes et contrôleurs, elle réduit émissions gazeuses et nuisances sonores à basse altitude.



(3) Optimiser les opérations aéroportuaires

Une démarche collaborative de **réduction des émissions aéroportuaires des avions**

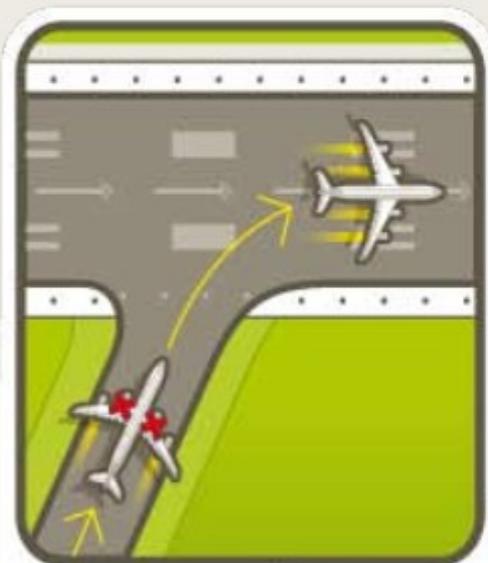
Cela passe par:

- une gestion locale optimisée des départs,
- des procédures d'aide à la circulation et au guidage,
- la mise en œuvre de **l'éco-roulage** : tractage de l'avion par des véhicules hybrides ou électriques, roulage au sol des avions avec un moteur éteint sur deux, etc.
- la mise en place de moyens de substitution à l'utilisation des APU (groupes auxiliaires de puissance embarqués à bord des aéronefs) ou GPU (groupes électriques au sol),
- le déploiement de l'air conditionné au sol sur les postes avion

(3) Optimiser les opérations aéroportuaires

1/ Roulage départ

Au sol, l'avion peut n'utiliser qu'un seul réacteur, sur avions bimoteur, ou deux réacteurs sur quadrimoteur. Cette procédure réduit la consommation de carburant et les émissions gazeuses et sonores.



2/ Temps d'attente avant décollage

En coordination avec le gestionnaire de l'aéroport, la compagnie aérienne et le service du contrôle de la circulation aérienne, l'autorisation permettant la mise en route de l'avion et son roulage est accordée de manière à limiter à 10 minutes maximum son temps d'attente au seuil de piste.



(4) Biocarburants aéronautiques durables

Aujourd'hui, pour pouvoir être utilisé par les appareils existants, les **carburants alternatifs** doivent avoir les mêmes propriétés physiques que le kérosène et être compatible et miscible avec celui-ci.

Sur cette base, trois filières ont à ce jour été qualifiées permettant de produire du biocarburant aéronautique à partir de sucres/amidons, d'huiles/grasses ou de lignocellulose. Il y a eu à ce jour 1 700 vols commerciaux utilisant des **biocarburants**

(5) Système d'échange et de quota d'émissions

Parmi les différentes options à l'étude, un système de compensation consisterait à ce que les opérateurs du transport aérien compensent les émissions de CO2 supérieures au seuil fixé grâce à l'achat de crédits de réductions d'émissions de CO2.

Ces crédits pourraient provenir d'autres secteurs d'activité (ex : projet de construction d'une centrale hydraulique, ou solaire, projets de reforestation, etc.)

(1a) Des progrès sur la consommation

L'amélioration de l'aérodynamique et la réduction de la traînée entraîneront des économies de carburant : utilisation d'ailettes placées aux extrémités des ailes, plus grande intégration de l'aile au fuselage ou encore du moteur à la structure de l'avion.

Construire des avions de plus en plus légers reste un grand défi pour l'aéronautique : utilisation de composites et de nouveaux alliages métalliques. Dans l'avenir, de nouveaux matériaux minimisant les frottements aérodynamiques pourraient aussi accroître les performances de l'avion.

(1b) Des progrès sur les moteurs



Les avions modernes sont devenus **plus sobres** que leurs aînés notamment grâce à des réacteurs de grand diamètre dits “à double flux”.

Pour accroître encore le rendement les ingénieurs évaluent actuellement une architecture innovante, “l’open rotor”.

Des progrès technologiques au niveau de la chambre de combustion ont également permis une diminution significative de la pollution locale (oxydes d’azote, particules)

Le ciel de demain

Des ruptures technologiques sont recherchées dès à présent pour viser les objectifs de réduction des émissions et du bruit des aéronefs attendus à l'horizon 2050 :

architectures innovantes :

- aile volante,
- nouvelles géométries de voilure : ailes haubanées ou à grand allongement,
- mode de propulsion permettant de réduire la consommation d'hydrocarbures
- propulsion hybride ou électrique, répartie ou distribuée, moteurs à très haut taux de dilution
- nouveaux matériaux.



- Fuselage sustentateur
- Aile à grand allongement
- Propulsion électrique distribuée
- Moteur à grand taux de dilution
- Moteurs enfouis / ingestion de couche limite

