



MAI.
2018

BILAN NATIONAL DU PROGRAMME D'ACTION DES AERODROMES ETABLI PAR L'ADEME

En application du décret n°2016-565 et
de l'article 45 de la loi n°2015-992

RAPPORT

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME, Marc COTTIGNIES. 2018. Bilan national du programme d'actions des aérodrômes établi par l'ADEME : application du décret n°2016-565 et de l'article 45 de la loi n°2015-992. 100 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Étude réalisée par l'ADEME par : Marc COTTIGNIES

Direction/Service : Direction Villes et territoires Durables / Service
Transports et Mobilité



Table des matières

Contexte	5
Synthèse	7
1. Description générale d'un aérodrome	12
2. Description des éléments transmis par les aérodromes	13
3. Description du travail mené par l'ADEME	14
4. Principaux résultats quantitatifs	15
4.1 Avertissements	15
4.2 Intensité en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques	16
4.2.1 Rappel : les quatre impacts pris en compte	16
4.2.2 Rappel : l'intensité d'émission	16
4.2.3 Taux de réduction prévisionnels en 2020 et 2025, par rapport à 2010	16
4.2.4 Répartition de la réduction d'intensité d'émission par poste	17
4.2.5 Niveaux d'intensité d'émission	19
4.3 Emissions absolues	20
4.4 Evolution des unités de trafic et des mouvements	22
4.4.1 Evolution en valeur relative	22
4.4.2 Evolution en valeur absolue	23
4.5 Répartition des émissions par poste d'émission	24
5. Programmes d'actions de réduction des émissions	25
5.1 Vue globale	25
5.2 Actions de réduction par poste d'émission	26
5.2.1 Poste « Avions – roulage »	26
5.2.2 Poste « Avions –APU »	31
5.2.3 Poste « Equipements au sol (GSE) »	37
5.2.4 Poste « Production chaleur / vapeur »	41
5.2.5 Poste « Production d'électricité »	44
5.2.6 Poste « Fluides frigorigènes »	47
5.2.7 Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »	51
6. Méthodologies d'évaluation des intensités d'émission	55
6.1 Rappel du cadre méthodologique fixé par le décret	55
6.2 Constats relatifs aux méthodologies appliquées par les aérodromes	57
6.2.1 Points généraux	57
6.2.2 Poste « Avions – roulage »	57

6.2.3	Poste « Avions –APU ».....	60
6.2.4	Poste « Equipements au sol (GSE) ».....	61
6.2.5	Poste « Production chaleur / vapeur ».....	62
6.2.6	Poste « Production d'électricité »	62
6.2.7	Poste « Fluides frigorigènes ».....	62
6.2.8	Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur ».....	63
7.	Observations de l'ADEME.....	64
7.1	Commentaires relatifs aux méthodologies de calcul	64
7.1.1	Observations générales	64
7.1.2	Poste « Avions – roulage »	64
7.1.3	Poste « Avions –APU ».....	65
7.1.4	Poste « Equipements au sol (GSE) ».....	66
7.1.5	Poste « Production chaleur / vapeur ».....	66
7.1.6	Poste « Production d'électricité »	66
7.1.7	Poste « Fluides frigorigènes ».....	67
7.1.8	Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur ».....	67
7.2	Observations relatives aux actions de réduction	68
7.2.1	Poste « Avions – roulage »	68
7.2.2	Poste « Avions –APU ».....	68
7.2.3	Poste « Equipements au sol (GSE) ».....	69
7.2.4	Poste « Production chaleur / vapeur ».....	69
7.2.5	Poste « Production d'électricité »	69
7.2.6	Poste « Fluides frigorigènes ».....	69
7.2.7	Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur ».....	70
7.3	Observations relatives aux résultats obtenus	71
7.3.1	Observations générales	71
7.3.2	Hiérarchisation des facteurs contributifs	71
7.3.3	Répartition des actions dans le temps et effets de l'obligation réglementaire	72
7.3.4	Répartition des résultats entre les aéroports.....	73
7.3.5	Marges de progrès.....	73
8.	Pistes de travail proposées par l'ADEME.....	74
8.1	Introduction.....	74
8.2	Eléments préalables	76
8.2.1	Structuration générale des démarches de réduction des émissions	76

8.2.2	Actions déjà identifiées et initiées par les acteurs de l'aérien.....	76
8.2.3	Positionnement des pistes de travail proposées par l'ADEME	77
8.3	Pistes de travail relatives aux aéroports.....	77
8.3.1	Eléments techniques particuliers	77
8.3.2	Elargir le périmètre des bilans d'émission	78
8.3.3	Adopter des objectifs de réduction des émissions absolues	80
8.3.4	Comptabiliser les émissions physiques, hors mécanismes économiques.....	80
8.3.5	Elargir le cercle des aéroports impliquées dans cette démarche	81
8.3.6	Publier périodiquement et par aéroport différents indicateurs clés	81
8.3.7	Suivre et accompagner la mise en œuvre de ces pistes de travail.....	81
8.4	Pistes de travail concernant le transport aérien	83
8.4.1	Adopter un objectif national de réduction des émissions absolues du trafic aérien intérieur et international depuis et vers la France.....	83
8.4.2	Maîtriser la demande de transport aérien.....	84
8.4.3	Sensibiliser et informer les passagers	84
8.4.4	Vérifier les données relatives aux émissions unitaires.....	85
8.5	Piste de travail complémentaire	85
9	Conclusion	86
ANNEXE 1 : Textes officiels.....		87
Article 45 de la loi n°2015-992 du 17 août 2015.....		87
Décret n°2016-565 du 10 mai 2016		88
ANNEXE 2 : Répartition des émissions par poste d'émission.....		93
Emissions de gaz à effet de serre		93
Emissions de NOx		94
Emissions de COV		95
Emissions de TSP		96
ANNEXE 3 : La démarche ACA (Airport Carbon Accreditation)		97
ANNEXE 4 : Abréviations et sigles		98
ANNEXE 5 : Sources et bibliographie.....		99

Contexte

L'article 45 de la loi n°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte a fait obligation aux exploitants des principaux aéroports français d'établir un programme d'actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques résultant « des activités directes et au sol de la plateforme aéroportuaire, en matière de roulage des avions et de circulation de véhicules sur la plateforme notamment ». L'alinéa III précise que l'ADEME doit être destinataire des programmes d'actions et en établir le bilan national.

Le décret n°2016-565 du 10 mai 2016 a précisé les modalités d'application de cet article.

Le présent document constitue le bilan dont l'ADEME a la charge dans ce contexte réglementaire.

Ce dispositif réglementaire s'inscrit lui-même dans un contexte beaucoup plus large, parmi lequel nous pouvons citer notamment :

- Lutte contre le changement climatique lié aux émissions de gaz à effet de serre générées par les activités humaines :
 - Actions internationales :
 - Négociations internationales entre les pays, au sein de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) ; adoption de l'Accord de Paris en 2015 lors de la COP21 (engagement des pays à limiter l'augmentation de la température moyenne à 2°C, et si possible 1,5°C) ;
 - Négociations sectorielles au sein de :
 - L'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale), pour le secteur aérien ;
 - L'OMI (Organisation Maritime internationale), pour le secteur maritime ;
 - Actions nationales au niveau français :
 - Plan climat, Stratégie Nationale Bas-Carbone et Programmation Pluriannuelle de l'Energie, visant la neutralité carbone à l'horizon 2050 ;
 - Budgets-carbone par période, déclinés par secteur d'activité.
- Pollution de l'air par les activités humaines (enjeu sanitaire majeur compte tenu de la responsabilité de la pollution de l'air dans la prévalence des maladies cardio-respiratoires ou cérébrales et des cancers) :
 - Valeurs limites fixées par le droit européen pour certains polluants dans l'air ;
 - La France est engagée dans deux précontentieux européens pour la teneur en particules (PM10) et en dioxyde d'azote (NO₂) pour une vingtaine d'agglomérations¹.

C'est ce contexte qui a conduit les exploitants d'aéroports, depuis déjà plusieurs années, à engager des actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de polluants atmosphériques, de bruit, de façon volontaire ou sous l'impulsion de mobilisations citoyennes et la contrainte d'obligations réglementaires. Citons notamment :

¹ Voir <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/pollution-lair-origines-situation-et-impacts>

- La démarche d'engagements volontaires « carbone » des aéroports, « Airport Carbon Accreditation » (ACA, voir annexe 3), lancée en 2009, et suivie, en Avril 2018, par 234 aéroports dans le monde, dont 22 aéroports en France ;
- Les réglementations thermiques successives des bâtiments ;
- Le système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE), en vigueur depuis 2005 ;
- La création de l'ACNUSA (Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires) en 1999 ;
- Les arrêtés de restriction d'exploitation², incluant parfois des dispositions relatives à l'utilisation des moteurs auxiliaires des avions (APU, voir plus loin) ;
- Les bilans GES réglementaires.

Ainsi, des rapports publics relatifs aux impacts environnementaux des aéroports français sont déjà disponibles, indépendamment du dispositif réglementaire « article 45 ». Sont consultables en particulier :

- Sur le site web du ministère, le bilan 2016 des émissions gazeuses liées au trafic aérien commercial en France, détaillant les résultats pour chacun des principaux aéroports en nombre de passagers, établi par la DGAC³ ;
- Sur les sites web des aéroports, des informations environnementales, relatives à des bilans GES réglementaires ou des bilans ACA par exemple, et plus ou moins récentes, parfois très complètes, mais assez souvent sous des formats hétérogènes et non standardisés ;
- Sur le site web de l'ACNUSA, des fiches techniques sur les 11 aéroports suivis par l'ACNUSA⁴ ;
- Sur le site web « Bilans GES » de l'ADEME, le bilan GES de Aéroports de Paris en 2016⁵.

Concernant le transport aérien en général, signalons également :

- Les actions coordonnées ou pilotées par l'OACI⁶ ;
- Les actions de recherche technologique pilotées par le CORAC⁷ ;

Ces actions visent, synthétiquement :

- Les progrès technologiques ;
- Les améliorations opérationnelles ;
- Les carburants alternatifs ;
- Les mécanismes de compensation carbone (dispositif CORSIA⁸).

² <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/aeroports-restrictions-environnementales>

³ https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Emissions_gazeusesVF.pdf

⁴ <https://www.acnusa.fr/fr/les-aeroports/12>

⁵ <http://www.basecarbone.fr/fr/bilandenligne/detail/index/idElement/2323/back/bilans>

⁶ <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx>

⁷ <http://aerorecherchecorac.com/>

⁸ <http://www.info-compensation-carbone.com/corsia-laviation-compense-croissance-de-emissions/>

Synthèse

Constats

Les 11 aéroports soumis au décret n°2016-565 (Bâle-Mulhouse, Beauvais-Tillé, Bordeaux-Mérignac, Lyon-Saint-Exupéry, Marseille-Provence, Nantes-Atlantique, Nice-Côte d'Azur, Paris-Charles-de-Gaulle, Paris-Le Bourget, Paris-Orly, Toulouse-Blagnac) ont communiqué à l'ADEME les unités de trafic, les émissions de gaz à effet de serre et les émissions de polluants atmosphériques (oxydes d'azote, composés organiques volatils, particules totales en suspension) qu'ils ont quantifiés pour les années 2010, 2020 et 2025⁹. L'ADEME a compilé l'ensemble de ces informations et fait les constats exposés ci-après, sur la base de ces déclarations.

Les sources d'émissions retenues par les aéroports correspondent à la liste « a minima » fixée par le décret¹⁰. Il s'agit des trois catégories suivantes :

- Sources situées côté piste : les avions, pendant le roulage sur les voies de circulation (hors décollage et atterrissage) ; les avions, par l'utilisation des moteurs auxiliaires (APU¹¹) pendant leurs escales ; les équipements mobiles côté piste (GSE¹²) : véhicules des assistants en escale, véhicules des gestionnaires, GPU¹³;
- Installations gérées par l'exploitant d'aéroport : les installations produisant de la chaleur ou de la vapeur ; les installations produisant de l'électricité ; les équipements climatiques susceptibles de générer des fuites de fluides frigorigènes ;
- Autres installations externes produisant de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur achetée par l'exploitant d'aéroport.

Les avions (roulage et utilisation des moteurs auxiliaires pendant les escales) représentent environ les ¼ des émissions de GES, de NOx et de particules, et environ 95% des émissions de COV de l'ensemble des sources d'émission considérées.

Les objectifs de réduction des intensités¹⁴ d'émission en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques, qui portent sur l'ensemble constitué par ces 11 aéroports, fixés par le décret à 10% pour l'année 2020 et 20% pour l'année 2025, par rapport à l'année de référence 2010, sont respectés.

⁹ A l'exception de Nantes-Atlantique pour l'année 2025

¹⁰ Voir l'article 2, « source » (en annexe 1) : les sources d'émissions à prendre en compte sont listées « a minima »

¹¹ « L'APU (Auxiliary Power Unit) est un petit turboréacteur embarqué, situé en général à l'arrière du fuselage, qui permet à l'avion d'être autonome en escale pour l'air (compresseur haute pression) et l'électricité (génératrice courant alternatif 115 V 400 Hz). » (Source : ACNUSA)

¹² Ground Support Equipment

¹³ Ground Power Unit : groupe électrogène mobile, externe permettant l'alimentation électrique de l'avion ou son démarrage

¹⁴ Le décret définit l'intensité d'émission comme le rapport entre la quantité émise et le nombre d'unités de trafic (passagers + fret + poste) ;

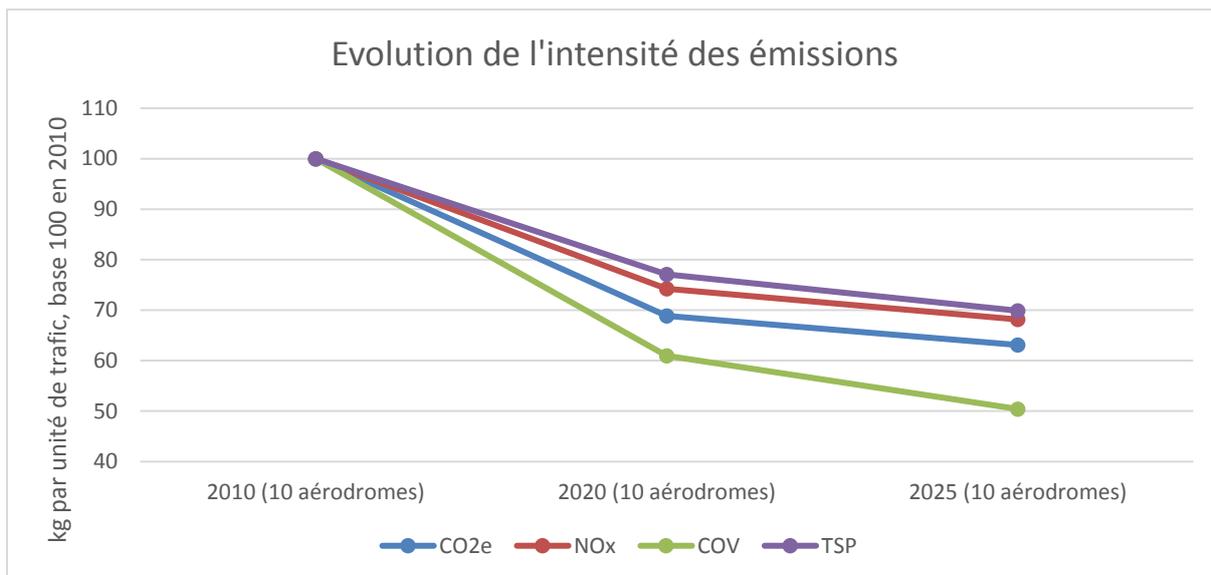


Figure 1 - Evolution de l'intensité des émissions (en kg par unité de trafic) entre 2010 et 20205 (10 aéroports) – base 100 en 2010

Même si ce n'est pas visé dans le décret, on note qu'en volume, les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques de l'ensemble constitué par les 10 aéroports¹⁵ restent, en 2025, à un niveau proche de celui de 2010, à l'exception des émissions de COV qui sont en baisse. Une évolution à la hausse apparaît à partir de 2020, pour les émissions de GES, de NOx et de TSP.

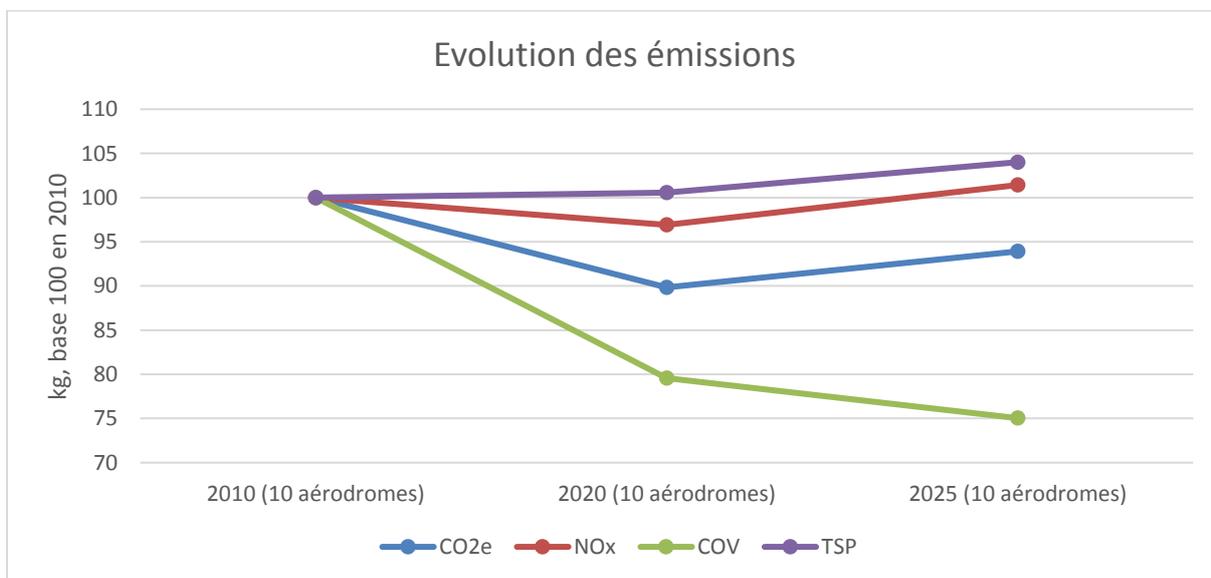


Figure 2 - Evolution des émissions (en kg) entre 2010 et 20205 (10 aéroports) - base 100 en 2010

Cet écart entre la tendance prévue, pour les intensités d'émission d'une part, et pour les émissions absolues d'autre part, s'explique par la hausse sensible du trafic : le trafic (passagers + fret + poste)¹⁶ prévu en 2025 de l'ensemble constitué par les 10 aéroports¹⁷ est supérieur d'environ 50% à celui de

¹⁵ Sans Nantes-Atlantique

¹⁶ La part des passagers est largement prépondérante (82% en 2010, 86% en 2020 et 2025)

¹⁷ Sans Nantes-Atlantique

2010, et le nombre de mouvements d'avions prévu en 2025 est supérieur de plus de 10% à celui de 2010.

Les 11 aérodromes ont également communiqué à l'ADEME un programme des **actions de réduction** sur la période 2010-2025¹⁸. L'ADEME a compilé l'ensemble de ces informations et fait les constats suivants, sur la base de ces déclarations : les actions peuvent être classées en 26 groupes répartis sur les trois catégories de sources d'émission ; les actions les plus répandues sont celles relatives à l'acquisition de véhicules et engins de piste électriques, à la modernisation de la flotte des véhicules et engins de piste, au remplacement des GPU par du 400 Hz au sol pour l'alimentation électrique des avions en stationnement, à la réduction du temps de roulage des avions, à la réduction du temps d'utilisation des moteurs auxiliaires des avions (APU) et enfin au renouvellement des chaudières des bâtiments ; quelques actions, bien que retenues par un petit nombre d'aérodromes, représentent néanmoins des réductions d'émission significatives (en particulier le recours à la production de chaleur à partir de sources renouvelables).

Analyse de l'ADEME

Les données communiquées par les aéroports appellent quelques commentaires au niveau méthodologique :

- Les aérodromes n'ont pas tous fourni les valeurs des paramètres et hypothèses utilisées (comme demandé à l'article 8 du décret) permettant d'apprécier les résultats communiqués ;
- Le décret n'exigeait pas que les éléments du rapport soient certifiés par un organisme indépendant ;
- Dans quelques cas, les méthodologies d'estimation des émissions appliquées par certains aérodromes sont contestables.

A priori, ces éléments ne remettent pas en cause le respect des objectifs, constaté par l'ADEME en compilant l'ensemble des données des aérodromes.

Les résultats sont principalement obtenus par l'effet de trois facteurs :

- L'augmentation de l'emport des avions ;
- L'amélioration de l'efficacité énergétique des avions au roulage ;
- L'amélioration de la performance du chauffage des bâtiments et le recours à la production de chaleur à partir de sources renouvelables.

L'effet cumulé des autres actions recensées est de moindre importance.

Des actions étant déjà menées depuis plusieurs années et notamment entre 2010 (prise comme référence ici) et 2015, il ne nous semble pas que le décret (publié en 2016) a eu pour effet à ce stade, de déclencher de nouvelles actions, ni d'accélérer le déploiement ou le périmètre d'actions préalablement initiées, d'autant plus que les objectifs fixés par le décret pouvaient être facilement respectés, en prenant en compte les 3 principaux facteurs exposés ci-dessus.

¹⁸ A l'exception de Nantes-Atlantique pour la période 2020-2025

L'évolution en valeur absolue des émissions de GES, de NOx et de TSP, qui stagnent sur l'ensemble de la période 2010-2025 et repartent même à la hausse entre 2020 et 2025, devrait inciter à prendre des dispositions complémentaires.

Pistes de travail proposées par l'ADEME

En complément de la réalisation de ce bilan réglementaire, l'ADEME propose plusieurs pistes de travail visant à compléter les actions de progrès environnementaux déjà initiées par les différents acteurs et qui méritent d'être poursuivies.

Ces propositions s'appuient en particulier sur deux constats :

- Le principal enjeu environnemental des aéroports n'est pas lié à leurs bâtiments ou leurs actions au sol, mais au trafic aérien (et dans une moindre mesure, au trafic automobile) qu'ils génèrent ;
- Les enjeux relatifs au changement climatique et à la qualité de l'air imposent des réductions des émissions absolues et non simplement des intensités d'émission.

Rappelons également que la Commission Européenne a saisi la Cour de justice de l'Union européenne de recours contre la France (et 5 autres pays) pour dépassement des valeurs limites de qualité de l'air fixées et manquement à l'obligation de prendre des mesures appropriées pour écourter le plus possible les périodes de dépassement¹⁹. Les aéroports et le transport aérien, via les avions et le trafic routier induit notamment, contribuent à cette pollution atmosphérique.

La synthèse de ces pistes de travail est présentée ci-dessous. Elles sont détaillées au chapitre 8.

Concernant les aéroports eux-mêmes :

- Réaliser des bilans d'émissions de gaz à effet de serre (bilans GES) et de polluants incluant l'intégralité des vols et des phases de vols, ainsi que le trafic routier vers et depuis l'aéroport ;
- Fixer et respecter des objectifs de réduction des émissions en valeur absolue :
 - o Pour les GES, à définir en cohérence avec un objectif national intégrant les vols internationaux ;
 - o Pour les polluants, à un niveau adapté au contexte local de la qualité de l'air ;
- Ne pas intégrer les mécanismes économiques (compensation carbone, électricité verte, ...) dans les bilans des émissions ;
- Elargir le cercle des 11 aéroports et les regrouper par région ;
- Publier périodiquement, par aéroport et/ou par région, des indicateurs clés (à définir) ;
- Déterminer la solution la plus appropriée pour piloter la mise en œuvre des pistes de travail ci-dessus. Privilégier, pour commencer, un cadre volontaire et non réglementaire.

Concernant le transport aérien :

- Promouvoir au niveau international un objectif de réduction des émissions absolues de l'ensemble du transport aérien mondial, et fixer un objectif national pour le transport aérien

¹⁹ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3450_fr.htm

intérieur et international depuis et vers la France, ainsi qu'une trajectoire pour atteindre cet objectif ;

- Pour parvenir à cet objectif, utiliser le levier de la maîtrise du développement du trafic et mener au préalable un débat ouvert sur ce thème ;
- Impliquer les passagers en les informant systématiquement sur l'impact environnemental de leurs trajets aériens ; mieux appliquer le dispositif d'informations GES des prestations de transport (« Info GES ») en vigueur depuis 2013 ; ne pas proposer aux passagers de compenser les émissions de leurs vols sans sensibilisation préalable ;
- Améliorer la connaissance des émissions réelles de polluants des avions.

Piste de travail complémentaire portant sur les autres moyens de transports :

- Identifier auprès des acteurs du maritime les possibilités de transposer ces démarches aux ports maritimes ainsi qu'au transport maritime depuis et vers la France.

1. Description générale d'un aérodrome

Un aérodrome est avant tout une zone destinée aux mouvements des aéronefs (avions, hélicoptères).

En pratique, les grands aérodromes comprennent un ensemble d'installations et d'infrastructures parmi lesquelles :

- Une ou plusieurs pistes de décollage et d'atterrissage ;
- Des voies de circulation empruntées entre les pistes et les points de stationnement ;
- Des hangars destinés aux aéronefs (pour opérations de maintenance ou réparation) ;
- Des bâtiments destinés :
 - o A l'accueil des voyageurs, et au traitement de leurs bagages ;
 - o Aux boutiques ;
 - o Au traitement du fret ;
- Des bâtiments destinés au gestionnaire de l'aérodrome et aux autres entités exerçant différentes fonctions sur la zone ;
- De voies d'accès routier ;
- De parkings de stationnement des voitures.

Ces différents éléments sont exploités par le gestionnaire de l'aérodrome ainsi que par une multitude de sociétés tierces, dont, côté pistes, les assistants en escale, les essenciers, les sociétés de catering (restauration), les sociétés de nettoyage des avions, etc. Ces sociétés tierces ne sont pas toujours des sous-traitants du gestionnaire de l'aérodrome : par exemple, les assistants en escale peuvent être sous contrat avec les compagnies aériennes, et donc n'avoir aucune relation contractuelle avec l'exploitant de l'aérodrome.

2. Description des éléments transmis par les aérodromes

Les 11 aérodromes ont transmis à l'ADEME, entre décembre 2016 et mai 2017, leurs éléments en rapport avec l'obligation précisée dans le décret n°2016-565 du 10 mai 2016.

L'aéroport de Nantes-Atlantique n'a pas transmis d'éléments relatifs à la période 2020-2025.

Ces éléments étaient composés au minimum d'un rapport, complété en général par un ou plusieurs fichiers numériques, et parfois d'annexes.

Les rapports remis sont plus ou moins détaillés (7 pages pour le plus succinct, 52 pages pour le plus complet).

Les fichiers numériques comportent souvent simplement les valeurs des émissions, détaillées par poste d'émission, par polluant, et par période. Parfois, les cellules contiennent les formules permettant de mieux comprendre comment ces émissions ont été obtenues. Parfois, les rapports détaillent bien la méthodologie de calcul ainsi que les données utilisées (exemple : montants des consommations par type de combustible). En général sur l'ensemble des dossiers, le processus de calcul et l'ensemble des valeurs des paramètres et des hypothèses utilisées, prévues à l'article 8-1° du décret, ne sont pas facilement accessibles, ou ne sont pas communiqués.

3. Description du travail mené par l'ADEME

L'ADEME a réalisé la rédaction de ce rapport sur la base des tâches suivantes :

- Examen des informations communiquées par chaque aéroport ;
- Echange avec chaque aéroport lorsque des informations appelaient des explications particulières ou des corrections ;
- Retranscription des données chiffrées de chaque aéroport dans un fichier global ;
- Réalisation des bilans globaux selon les directives du décret ;
- Analyse détaillée des résultats et production des tableaux correspondants ;
- Analyse des programmes d'action ;
- Réflexion sur les suites à donner ;
- Rédaction des versions successives du projet de rapport ;
- Réunions d'échange et de restitution des résultats avec les aéroports, auxquelles étaient également conviés l'Union des Aéroports Français (UAF) et les représentants du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (DGAC et DGEC) ;
- Echanges techniques avec la DGAC ;
- Présentation par ACI-Europe du programme ACA (rencontre organisée par l'UAF) ;
- Recueil des avis et commentaires des aéroports, de l'UAF, de la DGAC, de la DGEC et de l'ACNUSA, sur la base de versions de travail successives du rapport ;

Transmission pour dernière relecture avant publication du projet de rapport final aux aéroports, à l'UAF, à la DGAC, la DGEC et l'ACNUSA.

4. Principaux résultats quantitatifs

4.1 Avertissements

Les résultats présentés dans ce rapport sont la copie ou la compilation des informations transmises à l'ADEME par chacun des aérodromes.

Ils sont fondés à la fois sur des mesures (notamment pour l'année 2010, mais également l'année 2015, qui a souvent été utilisée pour extrapoler une tendance), sur des hypothèses et des méthodologies d'évaluation (y compris pour l'année 2010), et enfin sur des prévisions (années 2020 et 2025).

Les sections 6 et 7 du rapport fournissent des explications complémentaires sur la façon dont ces résultats ont été établis.

Ce rapport ne présente pas de résultat détaillé par aérodrome, pour les raisons suivantes :

- Le contexte réglementaire dans lequel il est produit demande à l'ADEME d'agréger les données pour l'ensemble des aérodromes ; les aérodromes, représentés par l'UAF, n'ont pas souhaité que l'ADEME divulgue des informations non agrégées ;
- Pour analyser correctement des résultats détaillés, et comparer éventuellement les aérodromes entre eux, il faudrait harmoniser les méthodologies et fournir des informations explicatives complémentaires.

4.2 Intensité en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques

4.2.1 Rappel : les quatre impacts pris en compte

L'article 3 du décret fixe les quatre impacts à considérer :

- Les gaz à effet de serre, notés GES et mesurés en dioxyde de carbone équivalent (CO₂e) ;
- Les oxydes d'azote, notés NOx ;
- Les composés organiques volatiles, notés COV ;
- Les particules totales en suspension, notés TSP.

Les GES sont suivis pour leur impact sur le changement climatique.

Pour des informations générales concernant ces polluants, voir par exemple les pages consacrées au sujet sur le site web de l'ACNUSA²⁰.

4.2.2 Rappel : l'intensité d'émission

L'article 9 du décret précise que les objectifs concernent l'évolution de l'intensité des émissions, c'est-à-dire l'évolution du rapport entre les quantités émises et le nombre d'unités de trafic (UdT).

Les unités de trafic sont définies à l'article 2 du décret comme « le nombre entier de milliers de passagers embarqués ou débarqués additionné du nombre entier de centaines de tonnes de fret ou de poste embarqués à bord d'aéronefs ou débarqués d'aéronefs ». Cette définition correspond à utiliser une équivalence entre la masse du fret et les passagers, égale à 100 kg de fret pour un passager. On parle alors de « passager-équivalent », noté « pax-e » pour qualifier indifféremment 1 passager ou 0,1 tonne de fret, et pouvoir les compter avec une seule unité. On a donc : 1 UdT = 1000 pax-e.

Il s'agit donc ici d'émissions par unité de trafic et non des émissions en valeur absolue. L'évolution par unité de trafic (objet de la loi et du décret) doit être bien distinguée de l'évolution des émissions en valeur absolue.

Dans la suite du rapport, nous utiliserons les unités et notations suivantes pour exprimer l'intensité d'émission : kg (polluants ou GES)/1000 pax-e.

4.2.3 Taux de réduction prévisionnels en 2020 et 2025, par rapport à 2010

Rappelons que les objectifs de réduction de la loi et du décret étaient fixés, en intensité d'émission, à 10 % et 20 % pour les années 2020 et, respectivement, 2025 par rapport à l'année 2010, prise comme année de référence.

Le tableau ci-dessous fait apparaître que les objectifs du décret sont respectés.

année de référence	2020 (11 aéroports)				2025 (10 aéroports ²¹)			
	CO ₂ e	NOx	COV	TSP	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
2010	-31%	-26%	-39%	-24%	-37%	-32%	-50%	-30%

Tableau 1 - Evolution de l'intensité en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques

²⁰ <https://www.acnusa.fr/fr/la-pollution-de-lair/11>

²¹ Sans Nantes-Atlantique

4.2.4 Répartition de la réduction d'intensité d'émission par poste

L'article 2 du décret distingue trois catégories de sources d'émission :

- Catégorie a : « Toute source fixe située côté piste et toute source mobile située ou ayant accès au côté piste » ;
- Catégorie b : « Toute source fixe située côté ville exploitée par l'exploitant d'aérodrome ou pour son compte, produisant de l'électricité, de la chaleur ou de la vapeur nécessaire à ses activités » ;
- Catégorie c : « Pour la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre, toute autre source fixe située côté ville pour la part des émissions associées aux consommations d'électricité, de chaleur ou de vapeur nécessaires aux activités propres de l'exploitant d'aérodrome ».

Sur cette base, les aérodromes ont présenté leurs inventaires d'émission et leurs actions de réduction en opérant des sous-regroupements assez similaires en général. Il a ainsi été possible de les classer, dans ce rapport, en 7 postes d'émission :

Poste d'émission	Description	Emissions locales ou distantes
Avions - roulage	Roulage des avions	Locales
Avions - APU	Emissions de l'APU au poste de stationnement	Locales
Equipements au sol (GSE)	Ground Support Equipment (dont véhicules assistants en escale, véhicules gestionnaires, GPU)	Locales
Production chaleur / vapeur	Production de chaleur ou de vapeur	Locales
Production électricité	Production d'électricité	Locales
Fluides frigorigènes	Fuites de fluides frigorigènes (climatisation)	Locales
Achat électricité / chaleur / vapeur	Achat d'électricité, de chaleur ou de vapeur	Distantes

Tableau 2 - Liste des 7 postes d'émission

Les graphiques suivants décrivent la contribution respective de ces différents postes d'émission à la réduction d'intensité. Ils portent sur la comparaison entre 2010 et 2025 (10 aérodromes). La contribution à la réduction est calculée en rapportant la réduction de l'intensité pour le poste considéré à la réduction de l'intensité pour l'ensemble des postes.

Par exemple, on lit que les actions de réduction ainsi que les hypothèses de calcul relatives au poste « Avions – roulage » ont contribué à 42% de la réduction de l'intensité d'émission de GES. L'ensemble des actions et hypothèses de calcul relatives aux avions (postes « Avions – roulage » et « Avions – APU ») contribue à plus de la moitié ($42\%+13\%=55\%$) de la réduction de l'intensité d'émission de GES, ainsi qu'à la réduction de l'intensité d'émission de NOx ($31\%+26\%=57\%$), à la presque totalité de la réduction de l'intensité d'émission de COV ($91\%+3\%=94\%$), et à l'essentiel de la réduction de l'intensité d'émission de TSP ($71\%+11\%=82\%$).

A l'inverse, les actions de réduction ainsi que les hypothèses de calcul relatives aux postes « Production électricité », « Fluides frigorigènes » et « Achat électricité / chaleur / vapeur » peuvent être perçues comme négligeables (part souvent individuellement arrondie à 0%, et toujours collectivement <5%) pour chacun des 4 impacts (GES et polluants).

Part de la réduction de l'intensité d'émission de GES

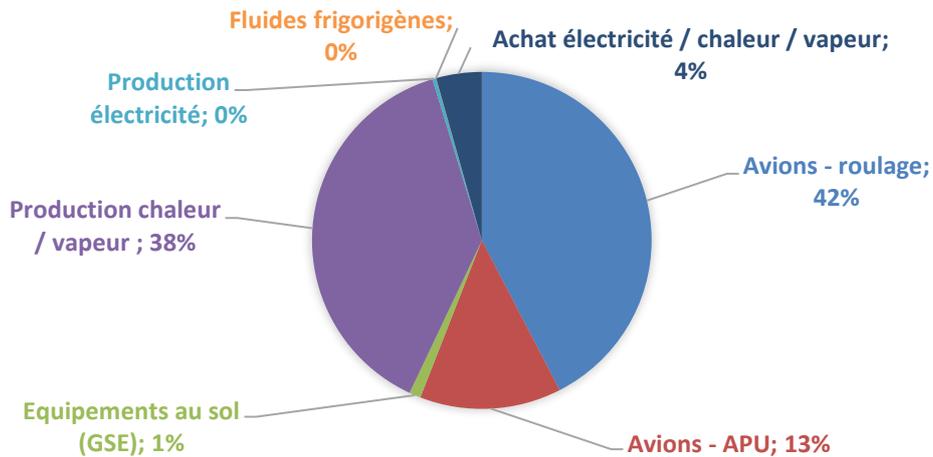


Figure 3 - Part de chaque poste d'émission dans la réduction d'intensité d'émission de GES entre 2010 et 2025 (10 aéroports)

Part de la réduction de l'intensité d'émission de NOx

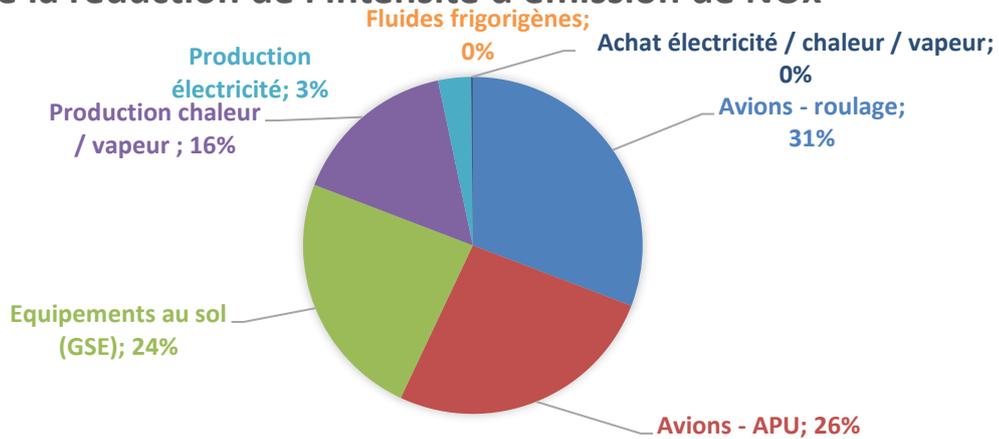


Figure 4 - Part de chaque poste d'émission dans la réduction d'intensité d'émission de NOx entre 2010 et 2025 (10 aéroports)

Part de la réduction de l'intensité d'émission de COV

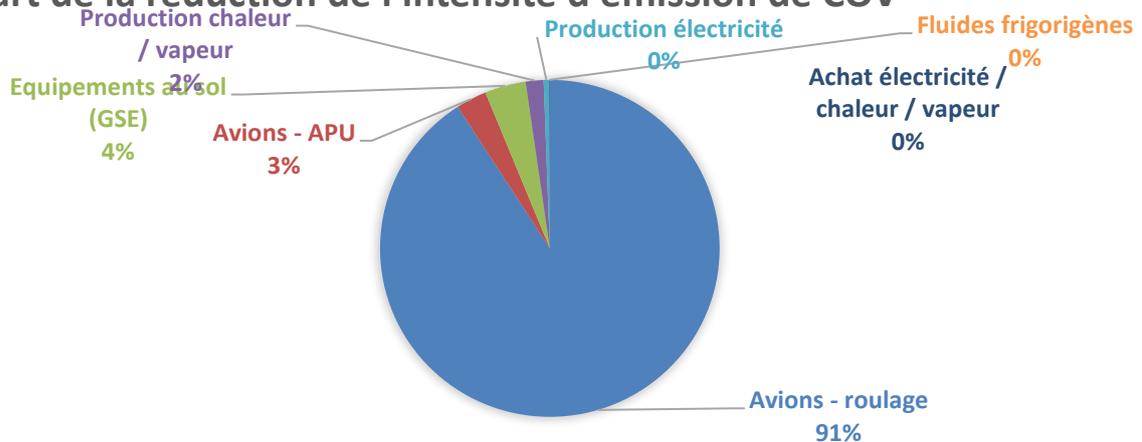


Figure 5 - Part de chaque poste d'émission dans la réduction d'intensité d'émission de COV entre 2010 et 2025 (10 aéroports)

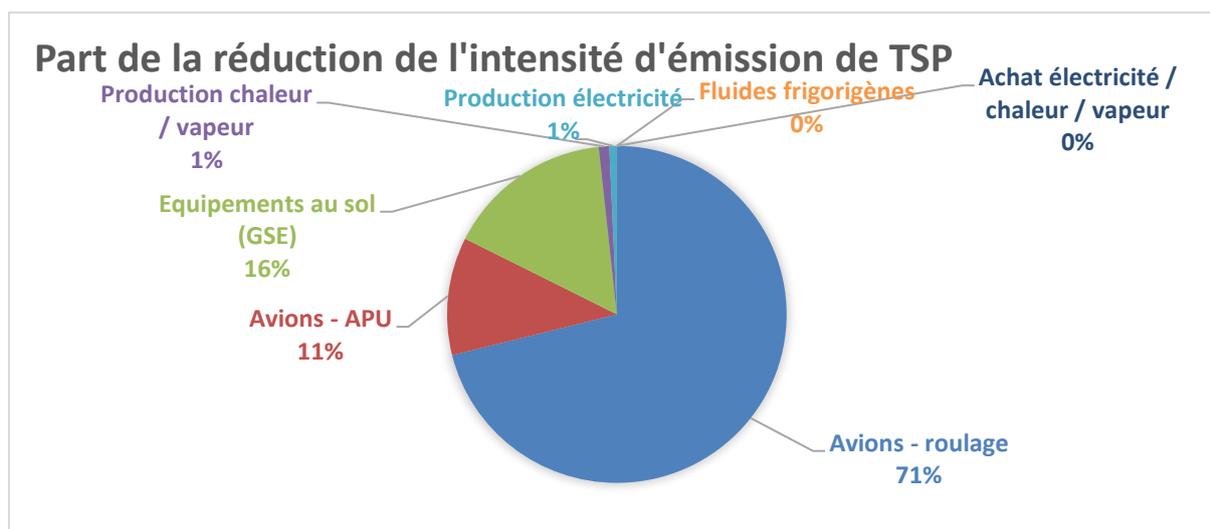


Figure 6 - Part de chaque poste d'émission dans la réduction d'intensité d'émission de TSP entre 2010 et 2025 (10 aéroports)

4.2.5 Niveaux d'intensité d'émission

A titre d'information complémentaire, le tableau ci-dessous fournit les niveaux d'intensité d'émission en 2010, 2020 et 2025 pour les 10 aéroports²² et les quatre impacts.

intensité (en kg par 1000 passagers-équivalents)	CO ₂ e	NO _x	COV	TSP
2010 (10 aéroports)	6 776	11,0	4,78	0,788
2020 (10 aéroports)	4 665	8,17	2,91	0,607
2025 (10 aéroports)	4 276	7,50	2,41	0,551

Tableau 3 - Niveaux d'intensité d'émission

En divisant par 1000 ces valeurs, on obtient les ordres de grandeur moyen par passager, par exemple en 2020 :

- 5 kilogramme de CO₂e par passager ;
- 8 gramme de NO_x par passager ;
- 3 gramme de COV par passager ;
- 0,6 gramme de TSP par passager.

²² Sans Nantes-Atlantique

4.3 Emissions absolues

Les résultats relatifs à l'intensité d'émission ne permettent pas à eux-seuls de comprendre l'effet des programmes d'action. Nous présentons alors les résultats relatifs aux émissions absolues.

Nous mettons alors en évidence plusieurs éléments moins favorables que ceux relatifs aux intensités d'émission :

- Sur la période 2010-2020, les émissions de NOx et TSP stagnent ;
- Sur la période 2020-2025, les émissions de GES, de NOx et de TSP repartent à la hausse ;
- Sur l'ensemble de la période 2010-2025, les émissions de CO₂e, de NOx et de TSP stagnent.

Année de référence	2020 (11 aérodrômes)				2025 (10 aérodrômes = sans Nantes)			
	CO ₂ e	NOx	COV	TSP	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
2010	-9%	-2%	-20%	0%	-6%	1%	-25%	4%
2020					5%	5%	-6%	3%

Tableau 4 - Evolution des émissions absolues de CO₂e, NOx, COV et TSP entre 2010 et 2020, entre 2020 et 2025, et entre 2010 et 2025

Les graphiques suivants illustrent ces évolutions. Attention, la graduation sur l'axe vertical ne commence pas à 0 afin de mieux visualiser les tendances.

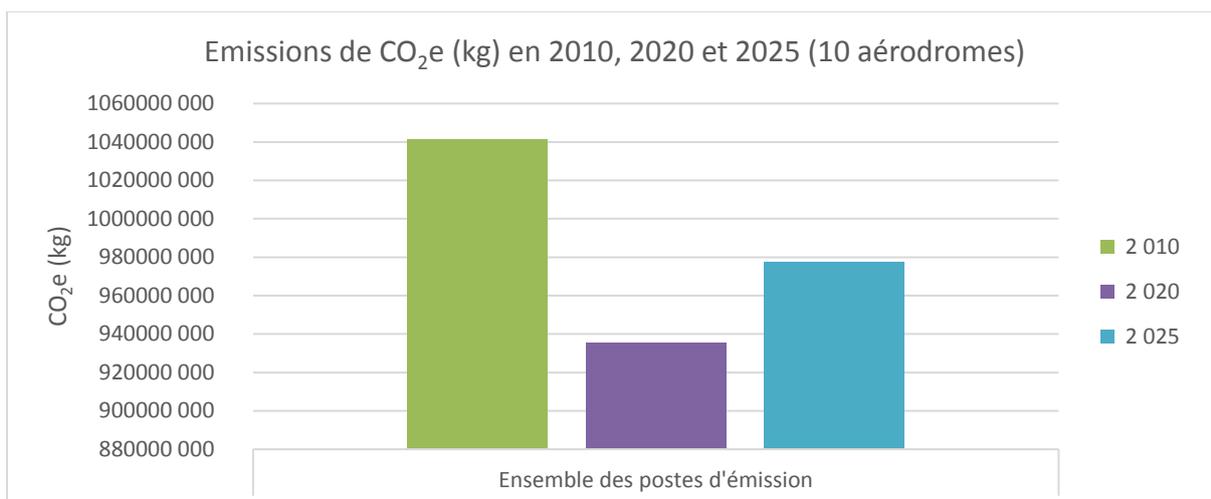


Figure 7 - Emissions de CO₂e en 2010, 2020 et 2025 (10 aérodrômes)

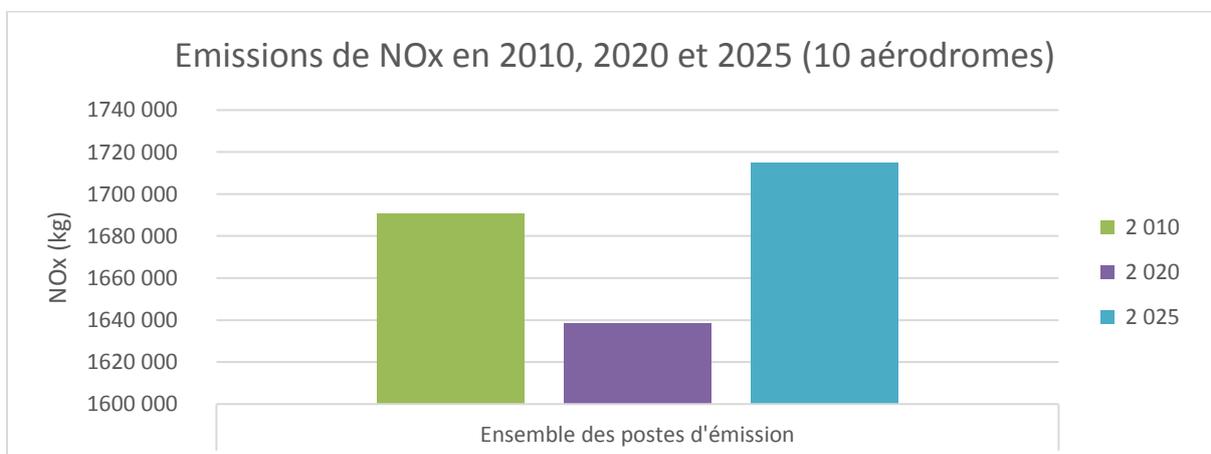


Figure 8 - Emissions de NOx en 2010, 2020 et 2025 (10 aérodrômes)



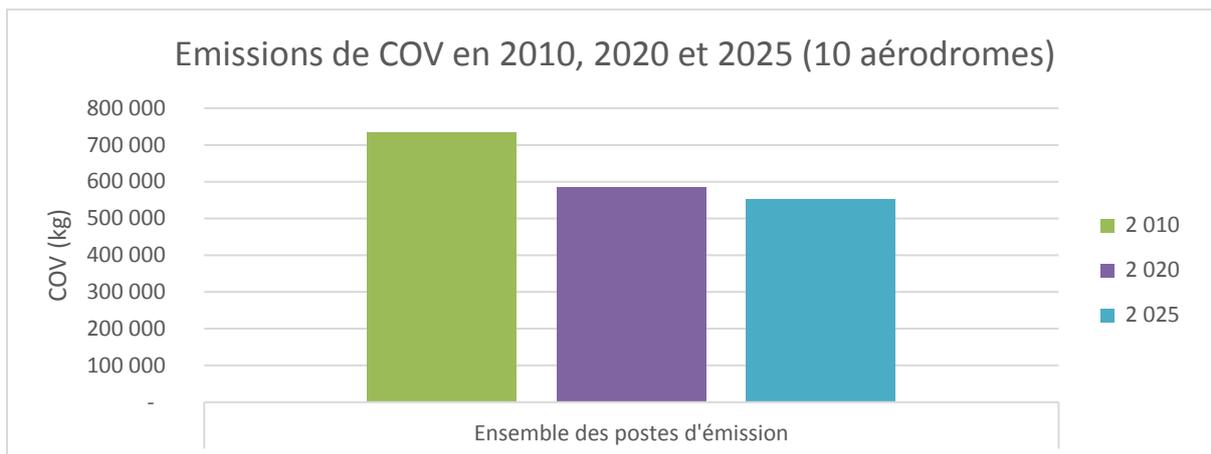


Figure 9 - Emissions de COV (kg) en 2010, 2020 et 2025 (10 aérodrômes)

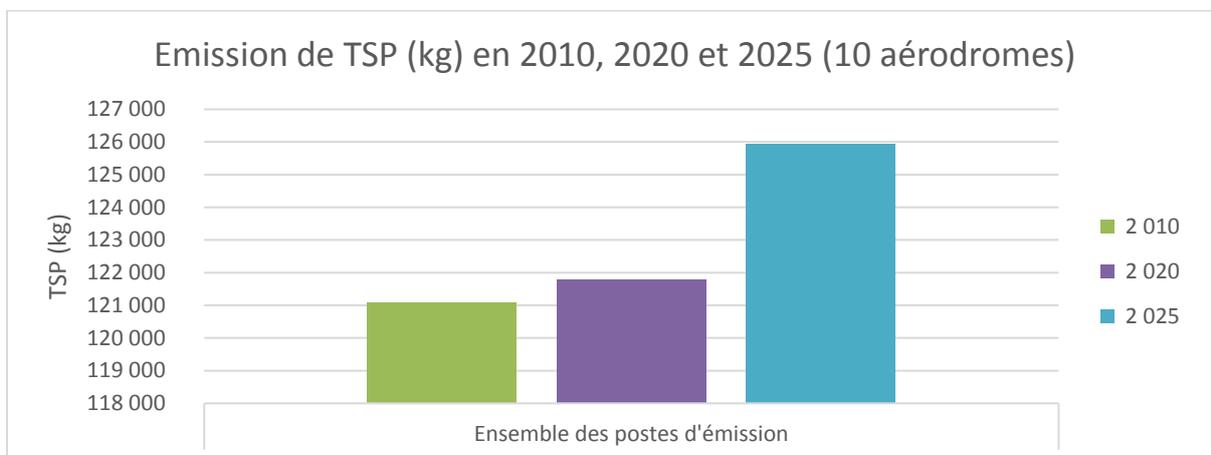


Figure 10 - Emissions de TSP (kg) en 2010, 2020 et 2025 (10 aérodrômes)

4.4 Evolution des unités de trafic et des mouvements

4.4.1 Evolution en valeur relative

Rappelons tout d'abord que la donnée « unité de trafic » a été définie en section 4.2.2, et que la donnée « mouvement » correspond soit à un avion au départ, soit à un avion à l'arrivée. L'escale d'un avion sur un aéroport correspond donc à deux mouvements : l'avion est compté une première fois à son arrivée sur l'aéroport et une deuxième fois lorsqu'il repart.

Les données présentées dans les tableaux et figures ci-dessous montrent l'évolution de deux paramètres importants :

- Le nombre d'unités de trafic (UdT), qui constitue le dénominateur dans le calcul de l'intensité d'émissions, progresse fortement, aussi bien entre 2010 et 2020 (+31% en 10 ans), qu'entre 2020 et 2025 (+14% en 5 ans) : en moyenne de 2,7% par an sur la période 2010-2025 ;
- Le nombre de mouvements d'avions est également en hausse, mais de façon plus modérée que les unités de trafic, surtout entre 2010 et 2020 (+7% en 10 ans, environ 0,7% par an) ; il réalise cependant une progression plus soutenue entre 2020 et 2025 (+8% en 5 ans, environ 1,5% par an).

Les rapports entre les deux paramètres complètent cette observation :

- Rapport « mouvements / unités de trafic », conçu pour montrer un niveau de réduction ;
- Rapport « unités de trafic / mouvements », égal à l'emport, qui est un paramètre traditionnellement suivi par les acteurs du secteur, et dont l'unité est un nombre de passager équivalent par mouvement.

Notons que l'augmentation de l'emport est potentiellement liée à deux phénomènes :

- L'augmentation du taux d'occupation des avions (« Les avions sont mieux remplis ») ;
- L'augmentation de la capacité d'emport des avions (« les avions sont plus gros ») ;

	année de référence	2020 (11 aéroports)	2025 (10 aéroports)
Unités de trafic (UdT)	2010	31%	49%
	2020		14%
Nombre de mouvements	2010	7%	13%
	2020		8%
Rapport « mouvements / UdT »	2010	-18%	-24%
	2020		-5%
Emport (= UdT*1000 / mouvements)	2010	23%	31%
	2020		6%

Tableau 5 – Evolution en valeurs relatives des unités de trafic (UdT), des mouvements et des rapports entre les deux

Pour information, les unités de trafic sont composées à plus de 80% de passagers :

Trafic (UdT)	2010	2020	2025
part passagers (11 aéroports)	82%	86%	
part passagers (10 aéroports)	82%	86%	86%

Tableau 6 - Part des passagers dans les unités de trafic

4.4.2 Evolution en valeur absolue

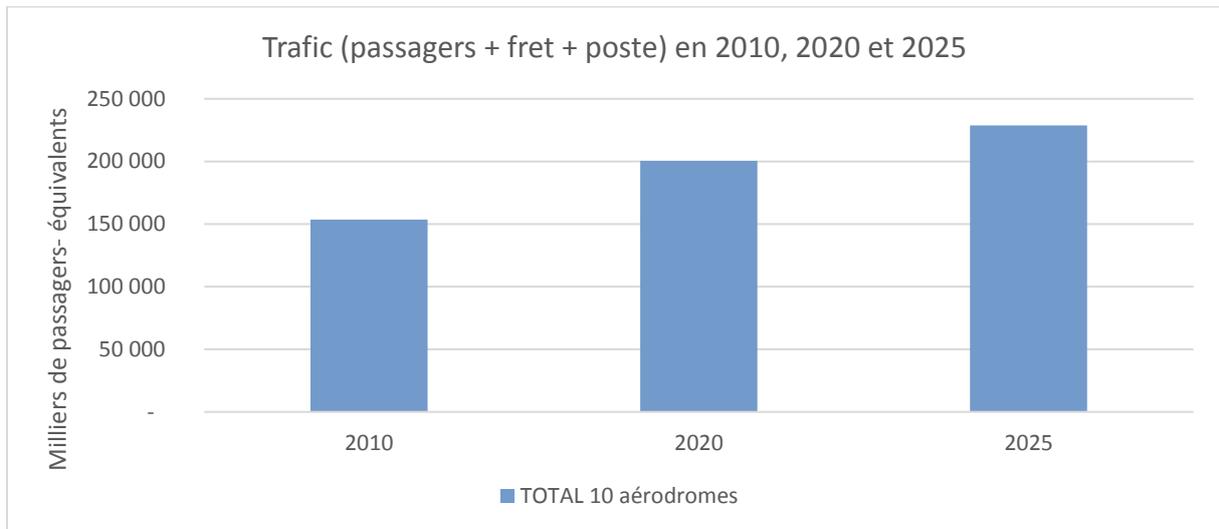


Figure 11 - Unités de trafic (UdT) en 2010, 2020 et 2025 (10 aérodrômes)

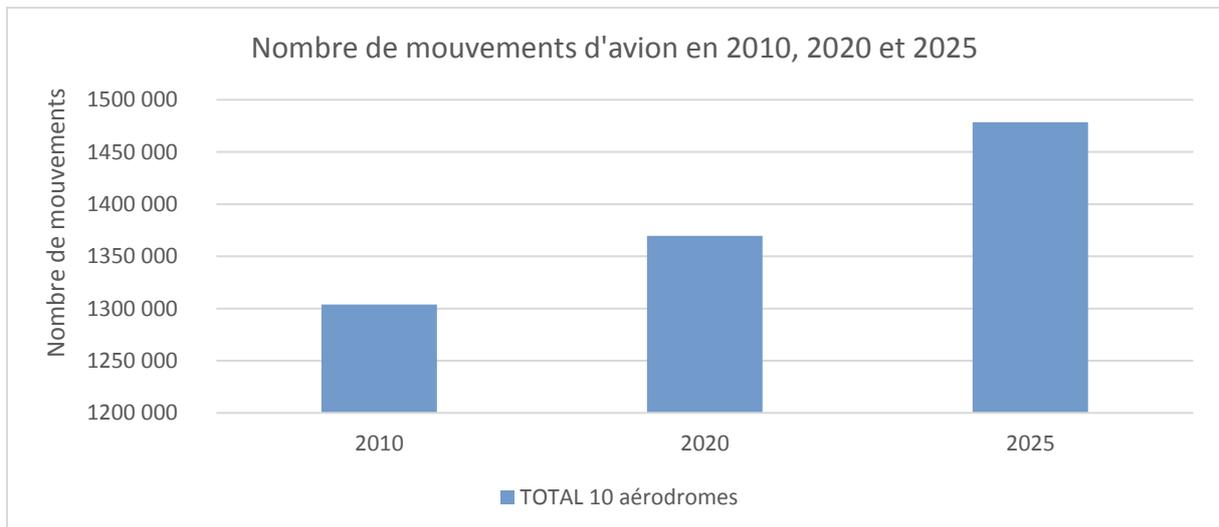


Figure 12 - Nombre de mouvements d'avion en 2010, 2020 et 2025 (10 aérodrômes)

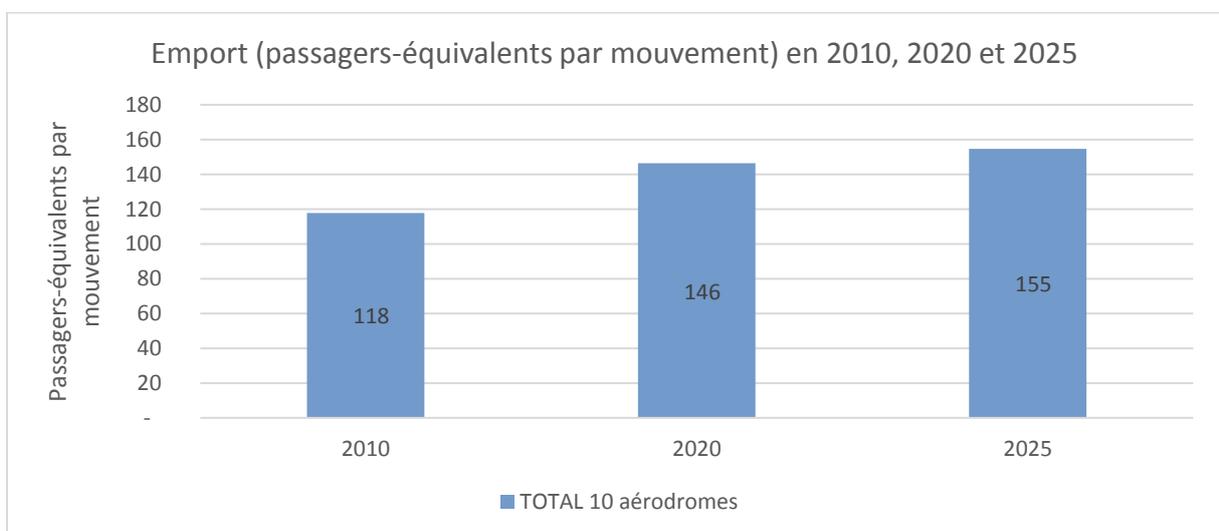


Figure 13 - Emport (nombre de passagers-équivalents par mouvement d'avion) en 2010, 2020 et 2025 (10 aérodrômes)

4.5 Répartition des émissions par poste d'émission

Les figures présentées en annexe 2 apportent un éclairage général sur la part relative des différents postes d'émission.

Ces éléments sont également repris dans l'exposé des actions de réduction, qui sont classées selon ces mêmes postes d'émission.

On observe une forte hiérarchie entre les 7 postes d'émissions présentés en section 4.2.4 :

- Les émissions des avions (roulage principalement, et APU dans une moindre mesure) représentent entre 72% et 95% du total selon les années et les impacts (GES ou polluants) ;
- Les émissions liées à la production d'électricité et aux fuites de fluides frigorigènes sont négligeables pour toutes les années et tous les impacts.

5. Programmes d'actions de réduction des émissions

5.1 Vue globale

Sur l'ensemble des programmes des 11 aéroports, nous recensons 26 groupes d'actions, répartis parmi les 7 postes d'émission décrit en section 4.2.4.

poste d'émission	actions	nombre d'aéroports ayant retenu l'action	
		De 2010 à 2020	De 2020 à 2025
Avions - roulage	Temps de roulage	7	0
Avions - roulage	« Roulage vert »	1	2
Avions - roulage	Lavage des moteurs	1	0
Avions - APU	400 Hz	8	3
Avions - APU	Réduction du temps d'utilisation de l'APU	7	1
Avions - APU	PCA (pré-conditionnement d'air)	1	1
Equipements au sol (GSE)	Développement de l'alimentation électrique mise à disposition sur les pistes	5	1
Equipements au sol (GSE)	Remplacement des GPU par du 400 Hz	9	1
Equipements au sol (GSE)	Acquisition de véhicules et engins de piste électriques	10	5
Equipements au sol (GSE)	Acquisition de véhicules de piste au GNV	2	0
Equipements au sol (GSE)	Modernisation de la flotte de véhicules et d'engins de piste	10	4
Equipements au sol (GSE)	Eco-conduite des véhicules de piste	3	2
Production chaleur / vapeur	Chaudières fioul ou gaz : source d'énergie, modernisation et gestion	6	1
Production chaleur / vapeur	Recours aux énergies renouvelables	3	1
Production chaleur / vapeur	Qualité énergétique des bâtiments	5	1
Production électricité	Remplacement des groupes électrogènes	4	0
Production électricité	Maintenance préventive des groupes électrogènes	3	0
Production électricité	Mode de fonctionnement des groupes électrogènes	4	0
Fluides frigorigènes	Maintenance préventive des équipements	4	2
Fluides frigorigènes	Recours à des fluides alternatifs	2	1
Achat électricité / chaleur / vapeur	Electricité verte	8	5
Achat électricité / chaleur / vapeur	Etudes et audits	4	0
Achat électricité / chaleur / vapeur	Management de l'énergie	4	0
Achat électricité / chaleur / vapeur	Eclairage	6	0
Achat électricité / chaleur / vapeur	Chauffage, ventilation, climatisation (CVC)	4	0
Achat électricité / chaleur / vapeur	Tri bagages, escalators et ascenseurs	2	0

Tableau 7 - Vue globale des 26 groupes d'action recensés

5.2 Actions de réduction par poste d'émission

5.2.1 Poste « Avions – roulage »

5.2.1.1 Description du poste d'émission

Le poste d'émission « Avions – roulage » désigne les émissions des moteurs de propulsion des avions lors de la phase de roulage des avions, au départ et à l'arrivée.

D'après le décret (art. 4), ces émissions sont égales au produit des paramètres de temps de roulage, de consommation de carburant par unité de temps (fonction du type d'avion et de sa motorisation) et du facteur d'émission pour chaque gaz ou polluant concerné.

D'après la documentation DGAC²³, « pendant la phase de roulage, la poussée des moteurs est très faible à savoir environ 7 % de la poussée maximale au décollage ».

D'après les données recueillies auprès de l'ACNUSA²⁴, les temps de roulage moyens totaux (atterrissage + décollage) varient, en 2015, de 8 à 27 minutes selon les aérodromes ; la moyenne sur l'ensemble des 11 aérodromes, pondérée par le nombre de mouvements respectifs, est voisine de 18 minutes. A noter que le temps de roulage moyen au décollage est toujours supérieur ou égal à celui à l'atterrissage et, en moyenne pondérée sur l'ensemble des aérodromes, le rapport est voisin de 2 (c'est-à-dire que le temps de roulage au décollage est en moyenne deux fois plus long qu'à l'atterrissage).

5.2.1.2 Part du poste d'émission

Il s'agit du premier poste d'émission, pour les GES et pour les trois polluants NOx, COV et TSP, et comme le montre le tableau ci-dessous, sa part est presque toujours supérieure à celle des 6 autres postes d'émission réunis. Par exemple, en 2010, les émissions de GES du roulage des avions représentent 56% des émissions de GES déclarées par les aérodromes.

Avions - roulage	2010	2020	2025
CO ₂ e	56%	64%	65%
NOx	48%	53%	56%
COV	91%	91%	91%
TSP	71%	72%	74%

Tableau 8 - Part du poste "Avions - roulage" dans l'ensemble des émissions déclarées par les aérodromes

5.2.1.3 Evolution de l'intensité d'émission sur ce poste

Le tableau ci-dessous montre que l'intensité d'émission décroît sur les 3 périodes. Les COV connaissent la plus forte réduction d'intensité (-50% sur 2010-2025).

Evolution de l'intensité d'émission	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
Avions - roulage				
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-22%	-22%	-28%	-8%
kg NOx/1000 pax-e	-17%	-17%	-21%	-5%
kg COV/1000 pax-e	-39%	-39%	-50%	-18%
kg TSP/1000 pax-e	-23%	-22%	-27%	-7%

²³ Évaluation de la qualité de l'air autour d'un aéroport – Guide technique (DGAC, STAC, Mars 2015)

²⁴ Données 2015 après enquête auprès des aéroports « acnusés »

Tableau 9 - Evolution de l'intensité d'émission pour le poste "Avions -roulage"

On observe cependant que l'amélioration est plus forte sur la période 2010-2020, que sur la période 2020-2025, comme le précise le tableau suivant : la réduction annuelle moyenne de l'intensité des émissions de CO₂e, par exemple, est égale à -2,4% de 2010 à 2020, puis -1,6% seulement de 2020 à 2025.

Evolution annuelle moyenne de l'intensité d'émission	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Avions – roulage	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-2,4%	-2,1%	-1,6%
kg NOx/1000 pax-e	-1,8%	-1,5%	-0,9%
kg COV/1000 pax-e	-4,8%	-4,5%	-3,8%
kg TSP/1000 pax-e	-2,4%	-2,1%	-1,5%

Tableau 10 - Evolution annuelle de l'intensité d'émission pour le poste "Avions - roulage"

5.2.1.4 Evolution des émissions sur ce poste

A l'exception des COV, les émissions en valeur absolue augmentent sur les 3 périodes. Cette évolution se confirme et s'amplifie nettement sur la période 2020-2025 : par exemple, sur le périmètre des 10 aérodromes, l'augmentation des émissions de CO₂e est de 2% en 10 ans (entre 2010 et 2020), puis de 5% en seulement 5 ans (entre 2020 et 2025). Le 2^{ème} tableau ci-dessous illustre cette tendance, en présentant les évolutions annuelles moyennes par période : pour les GES (CO₂e), le taux n'est que de 0,2% par an entre 2010 et 2020, puis passe à 1,0% par an entre 2020 et 2025.

Evolution des émissions	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Avions - roulage	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	3%	2%	8%	5%
NOx (kg)	10%	9%	18%	9%
COV (kg)	-20%	-20%	-25%	-6%
TSP (kg)	1%	2%	8%	6%

Tableau 11 - Evolution des émissions pour le poste "Avions - roulage"

Evolution annuelle moyenne des émissions	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Avions – roulage	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	0,2%	0,5%	1,0%
NOx (kg)	0,8%	1,1%	1,7%
COV (kg)	-2,2%	-1,9%	-1,2%
TSP (kg)	0,2%	0,5%	1,1%

Tableau 12 - Evolution annuelle moyenne des émissions pour le poste "Avions - roulage"

5.2.1.5 Part de ce poste dans la réduction de l'intensité d'émission

Le poste « Avions – roulage » est celui qui contribue le plus à la réduction de l'intensité d'émission obtenue par les aérodromes, comme le montrent les figures 3 à 6 en section 4.2.4. Le tableau ci-dessous reprend les données correspondantes.

Part de la réduction d'intensité d'émission	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
Avions – roulage	42%	31%	91%	65%

Tableau 13 - Part du poste "Avions - roulage" dans la réduction de l'intensité d'émission entre 2010 et 2025 (10 aérodromes)

5.2.1.6 Actions de réduction décidées par les aérodromes

5.2.1.6.1 Vue d'ensemble

Les principales actions mentionnées par les exploitants d'aérodromes relativement au poste d'émission « Avions – roulage » ont pour objectif de contribuer à la limitation du temps de roulage des avions. Ces actions sont mentionnées par 7 aérodromes sur 11, sur la période 2010-2020, mais par aucun aérodrome sur 10, sur la période 2020-2025.

Des actions complémentaires relèvent du projet de « roulage vert » (« Green Taxiing », en anglais), cité par 2 aérodromes au total.

Enfin, un aérodrome mentionne une action relative au lavage des moteurs.

Précisons ici que d'autres actions précises ont été mentionnées, cependant les aérodromes ont signalé qu'elles ne relèvent pas d'une décision de leur part, elles ne sont pas reprises ici et figurent dans les hypothèses relatives aux méthodes d'évaluation des émissions en 2020 et 2025, exposées à la section 6.2.1. Il s'agit de :

- L'utilisation de carburant contenant une part de biocarburant ;
- La pratique du roulage « N-1 moteurs » à l'arrivée.

Plus généralement, la modélisation des émissions en 2020 et 2025 tient compte d'une amélioration de la performance relative à l'emport (nombre de passagers par mouvement d'avion), ainsi que de l'efficacité énergétique des avions, exposées également à la section 6.2.1.

Actions entreprises par les aérodromes	période	temps de roulage	« roulage vert »	Lavage des moteurs
11 aérodromes	2010-2020	7 aérodromes	1 aérodrome	1 aérodrome
10 aérodromes	2020-2025	0 aérodrome	2 aérodromes	0 aérodrome

Tableau 14 - Type d'actions de réduction des aérodromes, pour le poste "Avions - roulage"

5.2.1.6.2 Actions relatives au temps de roulage

D'après la documentation DGAC²⁵, « le temps de roulage dépend essentiellement de deux facteurs. Plus la plateforme est grande, plus la distance entre le parking et la piste est longue. D'autre part, plus le trafic est dense, plus l'attente de l'autorisation de s'aligner en bout de piste peut être longue. »

Les 7 aérodromes concernés citent deux types d'action :

- **Mise en place d'outils et de procédures** : l'ensemble de ces outils et procédures est dénommé GLD (Gestion Locale des Départs) ou encore A-CDM (Airport-Collaborative Decision Making) ; il s'agit d'une optimisation de la gestion du trafic, basée sur le partage des informations relatives aux vols et sur la prise en compte de l'ensemble des contraintes portant sur les acteurs travaillant en collaboration (compagnies aériennes, aéroports, assistants en escale et organisme ATS²⁶). Des informations plus complètes sont disponibles sur Internet à ce sujet. Voir par exemple :

²⁵ Évaluation de la qualité de l'air autour d'un aéroport – Guide technique (DGAC, STAC, Mars 2015)

²⁶ ATS : Air Traffic Service

- Eurocontrol²⁷ : <http://www.eurocontrol.int/articles/airport-collaborative-decision-making-cdm>
 - Aéroports de Paris : <https://www.cdmparis.net/Pages/CONCEPT.aspx>
 - Aéroports de Lyon : https://www.youtube.com/watch?v=M_uCAWlxiJQ
- **Actions sur la distance à parcourir** : aménagement de bretelles de dégagement permettant de raccourcir la distance de roulage (cité par 2 aérodromes)

5.2.1.6.3 Actions relatives au « roulage vert »

Les 2 aérodromes concernés mentionnent deux solutions technologiques qu'ils prévoient de tester ou déployer :

- **TaxiBot®** : « la société TLD a développé le TaxiBot. Il s'agit d'un tracteur diesel-électrique qui permet un roulage commandé depuis le cockpit (l'énergie du tracteur provient d'un moteur diesel mais sa propulsion est assurée par des moteurs électriques logés dans les roues). La technologie développée consiste à capter les commandes émanant de l'avion et à les répercuter sur la traction (temps de réponse de l'ordre de 200 millisecondes). L'opération de taxiing se déroule donc avec les réacteurs éteints mais avec l'APU en fonctionnement, le démarrage des moteurs intervenant peu de temps avant le décollage (environ 2 à 3 minutes). La vitesse de déplacement du TaxiBot est équivalente à celle de l'avion, à savoir entre 10 et 20 nœuds. » (Source : ACNUSA²⁸). Cette solution semble plutôt adaptée aux gros aérodromes et aux avions long-courriers ;
- **EGTS™ (Electric Green Taxiing System)** : une autre technologie a été développée par la joint-venture Safran/Honeywell : l'EGTS – Electric Green Taxiing System. Un moteur électrique est intégré dans chaque train d'atterrissage principal et permet ainsi le roulage au sol de l'avion sans recourir aux réacteurs principaux (en test sur l'A320 et présenté lors du salon du Bourget 2013). Ces moteurs électriques sont alimentés par l'APU. L'EGTS est employé aussi bien pour un « push-back » autonome de l'avion à la passerelle que pour le roulage (décollage/atterrissage). Ce système réduit en principe la consommation en carburant et donc en CO₂ et en polluants (NO_x, HC, CO). Cette solution semble destinée aux court-courriers et moyen-courriers.

5.2.1.6.4 Actions relatives au lavage des moteurs

Un aérodrome mentionne la mise en place, en 2014, d'une solution de lavage « écologique » des moteurs, le système EcoPower^{®29}. Les informations trouvées sur le site web de la société rapportent l'impact de cette solution sur la performance des moteurs dans la durée, et en particulier leur consommation, ainsi que d'autres impacts positifs en terme d'environnement (moindre utilisation de détergents, récupération de l'eau et des déchets).

5.2.1.7 Impact de ces actions

NB : ces actions n'expliquent pas à elles-seules la réduction de l'intensité d'émission déclarée par les aérodromes et présentée dans le tableau 8 plus haut. Voir les sections 6 et 7 sur les méthodologies de calcul et les commentaires de l'ADEME pour plus d'explications.

²⁷ Eurocontrol : organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne <http://www.eurocontrol.int/>

²⁸ https://www.acnusa.fr/web/uploads/media/default/0001/02/1039_acnusa-gt-air-synthese.pdf

²⁹ <http://www.ecopowerenginewash.com/>

Parmi les 7 aérodromes ayant déclaré avoir engagé des actions relatives aux temps de roulage, plusieurs ont fourni des indications concernant la réduction correspondante :

- L'impact du CDM (Collaborative Decision Making) est de l'ordre de quelques dizaines de secondes sur la durée moyenne de roulage au départ, et parfois plus, ce qui pourrait représenter jusqu'à 15% du temps de roulage au départ ;
- L'impact des aménagements visant à raccourcir la distance de roulage est également de l'ordre de quelques dizaines de secondes sur la durée moyenne de roulage à l'arrivée.

Toutefois, les aérodromes n'ont pas déclaré, sauf exception, les durées moyennes de roulage sans l'action et avec l'action. L'ACNUSA nous a communiqué les durées de roulage par aérodrome résultant de son enquête 2015 (chiffres présentés plus haut dans la section 5.2.1.1), et publie également sur son site³⁰ la durée moyenne de roulage (arrivée + départ) selon les aérodromes³¹.

Concernant le « roulage vert », l'un des aérodromes évoque la perspective de diminuer la consommation de carburant de 3 à 4 % sur les vols court et moyen-courrier sur l'ensemble des phases de vol (solution EGTS) et de diviser par quinze la consommation de carburant des avions long courrier sur les seules phases de roulage (solution TaxiBot).

³⁰ <https://www.acnusa.fr/fr/les-aeroports/12>

³¹ Les valeurs indiquées portent sur les années 2008 à 2011 selon les aérodromes. Pas de valeur pour Paris-Le Bourget.

5.2.2 Poste « Avions –APU »

5.2.2.1 Description du poste d'émission

Le poste d'émission « Avions – APU » désigne les émissions des moteurs auxiliaires de puissance des avions, appelés APU (Auxiliary Power Unit).

D'après l'ACNUSA³², « l'APU est un petit turboréacteur embarqué, situé en général à l'arrière du fuselage, qui permet à l'avion d'être autonome en escale pour l'air (compresseur haute pression) et l'électricité (génératrice courant alternatif 115 V 400 Hz). » « L'APU fournit :

- Au sol, de l'air pour la mise en route des réacteurs et pour le système de climatisation, et de l'énergie électrique nécessaire à l'avion ;
- Au décollage, le conditionnement d'air en soulageant les moteurs lorsque des performances optimales sont requises ;
- En vol, un secours en énergie électrique et en conditionnement d'air. »

Le CITEPA précise³³ : les APU « fonctionnent avec du kérosène provenant des réservoirs de l'avion et sont utilisés pour alimenter l'avion en énergie électrique, en air conditionné, ainsi que pour démarrer les moteurs. »

D'après le décret (art. 4), ces émissions sont égales au produit des paramètres de temps d'utilisation et du facteur d'émission pour chaque gaz ou polluant concerné.

5.2.2.2 Part du poste d'émission

Il s'agit d'un poste d'émission important parmi les 6 postes autres que « Avions –roulage », pour les GES aussi bien que pour les trois polluants NOx, COV et TSP. Il se classe 2^{ème} ou 3^{ème} selon les années et l'impact considéré. Le tableau ci-dessous montre sa part relative. Par exemple, en 2010, les émissions de GES de l'utilisation des APU des avions représentent 15% des émissions de GES déclarées par les aéroports. On note ici en particulier la part de 25% des émissions de NOx.

Avions - APU	2010	2020	2025
CO ₂ e	15%	16%	17%
NOx	25%	25%	25%
COV	3%	4%	4%
TSP	11%	11%	10%

Tableau 15 - Part du poste "Avions - APU" dans l'ensemble des émissions déclarées par les aéroports

5.2.2.3 Evolution de l'intensité d'émission sur ce poste

Le tableau ci-dessous montre que l'intensité d'émission décroît sur les 3 périodes. Les taux sont similaires pour les 4 impacts considérés.

Evolution de l'intensité d'émission	11 aéroports	10 aéroports	10 aéroports	10 aéroports
	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
Avions - APU				
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-27%	-27%	-32%	-7%
kg NOx/1000 pax-e	-27%	-28%	-33%	-7%

³² <https://www.acnusa.fr/fr/le-saviez-vous/les-avions/quest-ce-quun-apu-auxiliary-power-unit/116>

³³ Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère des APU (CITEPA, 2007)

kg COV/1000 pax-e	-26%	-26%	-31%	-6%
kg TSP/1000 pax-e	-28%	-29%	-35%	-9%

Tableau 16 - Evolution de l'intensité d'émission pour le poste "Avions - APU"

On observe cependant que l'amélioration est plus forte sur la période 2010-2020, que sur la période 2020-2025, ce que démontre plus clairement le tableau suivant : la réduction annuelle moyenne de l'intensité des émissions de CO₂e, par exemple, est égale à -3,1% de 2010 à 2020, puis -1,4% de 2020 à 2025.

Evolution annuelle moyenne de l'intensité d'émission	10 aérodrômes	10 aérodrômes	10 aérodrômes
Avions - APU	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO₂e/1000 pax-e	-3,1%	-2,6%	-1,4%
kg NOx/1000 pax-e	-3,2%	-2,6%	-1,5%
kg COV/1000 pax-e	-3,0%	-2,4%	-1,2%
kg TSP/1000 pax-e	-3,3%	-2,9%	-1,9%

Tableau 17 - Evolution annuelle de l'intensité d'émission pour le poste "Avions - APU"

5.2.2.4 Evolution des émissions sur ce poste

A l'exception des TSP, les émissions en valeur absolue augmentent sur la période 2010-2025. Cette évolution se confirme et s'amplifie nettement sur la période 2020-2025 : par exemple, sur le périmètre des 10 aérodrômes, les émissions de CO₂e diminuent de 5% en 10 ans (entre 2010 et 2020), puis augmentent de 6% en 5 ans (entre 2020 et 2025). Le 2^{ème} tableau ci-dessous illustre cette tendance, en présentant les évolutions annuelles moyennes par période : pour les GES (CO₂e), on observe une baisse moyenne de 0,5% par an entre 2010 et 2020, puis une augmentation de 1,2% par an entre 2020 et 2025.

Evolution des émissions	11 aérodrômes	10 aérodrômes	10 aérodrômes	10 aérodrômes
Avions - APU	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO₂e (kg)	-4%	-5%	1%	6%
NOx (kg)	-4%	-5%	0%	6%
COV (kg)	-3%	-4%	3%	7%
TSP (kg)	-6%	-7%	-4%	4%

Tableau 18 - Evolution des émissions pour le poste "Avions - APU"

Evolution annuelle moyenne des émissions	10 aérodrômes	10 aérodrômes	10 aérodrômes
Avions - APU	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO₂e (kg)	-0,5%	0,0%	1,2%
NOx (kg)	-0,6%	0,0%	1,2%
COV (kg)	-0,4%	0,2%	1,4%
TSP (kg)	-0,7%	-0,3%	0,7%

Tableau 19 - Evolution annuelle moyenne des émissions pour le poste "Avions - APU"

5.2.2.5 Part de ce poste dans la réduction de l'intensité d'émission

Le poste « Avions – APU » contribue à la réduction de l'intensité d'émission des aérodrômes dans les proportions rapportées dans le tableau ci-dessous, ce qui le classe entre la 2^{ème} et la 4^{ème} place dans l'ordre de contribution des différents postes d'émission. Voir aussi les figures 3 à 6 en section 4.2.4.

Part de la réduction d'intensité d'émission	CO ₂ e	NO _x	COV	TSP
Avions – APU	13%	26%	2%	13%

Tableau 20 - Part du poste "Avions - APU" dans la réduction de l'intensité d'émission entre 2010 et 2025 (10 aéroports)

5.2.2.6 Actions de réduction décidées par les aéroports

5.2.2.6.1 Vue d'ensemble

Selon l'ACNUSA³⁴, il existe plusieurs moyens de substitution à l'APU : « L'APU peut être substitué au sol par deux types d'appareils : un qui fournit l'électricité et l'autre qui assure le chauffage ou la climatisation de l'avion. Pour la fourniture d'électricité, il existe des moyens de substitution fixes appelés « 400 Hz » (câblage électrique intégré dans les passerelles ou positionné dans des galeries techniques enfouies dans les chaussées des aires de stationnement) et des moyens mobiles tels que les groupes électriques (GPU) – Ground Power Unit. Pour la climatisation/chauffage, le PCA – Pre-Conditioned Air, intégré dans les passerelles ou positionné en sous-sol est une alternative « fixe » à l'utilisation de l'APU. Le groupe de conditionnement air (ACU), générateur d'air chaud basse pression (mobile), quant-à-lui, permet de réchauffer la cabine par prélèvement d'air sur les moteurs tournants. »

Un schéma explicatif, repris dans plusieurs rapports des aéroports, est reproduit ici. Il montre que les GPU ou 400 Hz ne se substituent pas intégralement à l'utilisation des APU, l'explication étant la suivante : l'APU « est mis en marche avant le démarrage de l'avion et après l'arrêt, afin d'alimenter l'avion en énergie électrique et en air conditionné. Lorsque l'avion est à l'arrêt, il est raccordé au 400 Hz ou au GPU, et l'APU peut alors être arrêté. L'APU sert par ailleurs également à démarrer les moteurs. Ainsi, il est allumé durant le roulage à l'arrivée, quelques minutes à l'arrivée, avant branchement au réseau 400 Hz, et quelques minutes avant le départ, afin de démarrer les moteurs. »

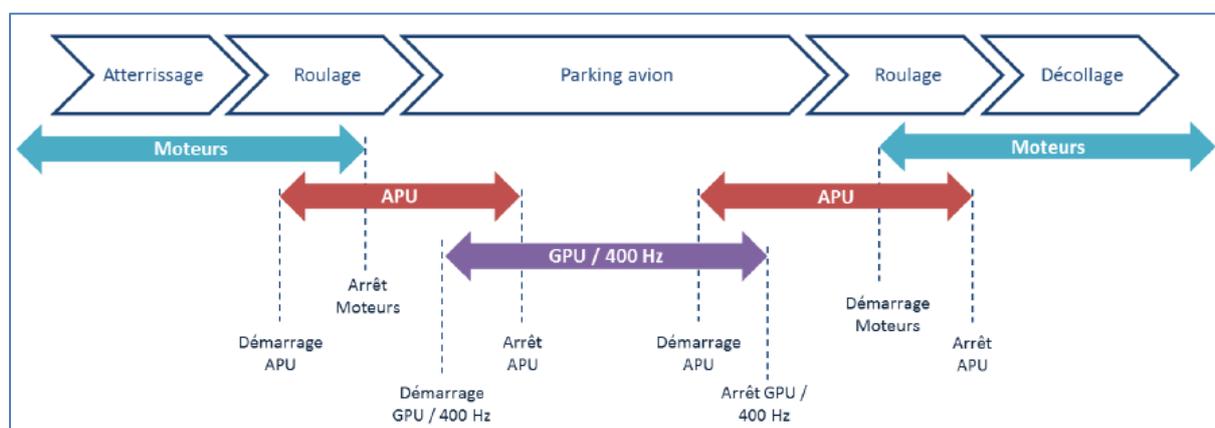


Figure 14 - Utilisation des auxiliaires de puissance durant une escale - Source : I Care & Consult³⁵

Rappelons que le décret³⁶ comportait une mention spécifique au sujet de ce type d'actions : Le « programme des actions présente un volet relatif à la mise en place de moyens de substitution des moteurs auxiliaires de puissance ».

³⁴ <https://www.acnusa.fr/fr/le-saviez-vous/les-avions/quest-ce-quun-apu-auxiliary-power-unit/116>

³⁵ Source : I Care & Consult d'après SAFRAN, « Electric Green Taxiing System » et « Etude sur l'utilisation de l'APU et du GPU sur l'Aéroport de Nantes Atlantique »

³⁶ Article 8 - 3°

La principale action mentionnée par les exploitants d'aérodromes, relativement au poste d'émission « Avions – APU », consiste à mettre à disposition des avions des prises d'alimentation « 400 Hz ». Cette action est mentionnée par 8 aérodromes sur 11, sur la période 2010-2020, et 3 aérodromes sur 10, sur la période 2020-2025.

Une autre action consiste à limiter le temps d'utilisation de l'APU, elle est appliquée ou prévue dans 7 aérodromes.

Enfin, 2 aérodromes mentionnent l'équipement en système de fourniture d'air conditionné (PCA).

Actions entreprises par les aérodromes	période	400 Hz	réduction du temps d'utilisation de l'APU	PCA
11 aérodromes	2010-2020	8 aérodromes	7 aérodromes	1 aérodrome
10 aérodromes	2020-2025	3 aérodromes	1 aérodrome	1 aérodrome

Tableau 21 - Type d'actions de réduction des aérodromes, pour le poste "Avions - APU"

5.2.2.6.2 Action d'équipement en « 400 Hz »

Sur l'ensemble de la période 2010-2025, 9 aérodromes sur 11 ont retenu cette action.

Pour certains aérodromes, l'équipement en 400 Hz est prévu, pour d'autres il était déjà réalisé en 2010 au moins en partie), et certains atteignent donc à ce jour ou atteindront, en 2020 ou 2025, un taux d'équipement de 100% des « postes au contact » des terminaux, autrement dit l'ensemble des passerelles. Quelques aérodromes mentionnent le développement de la solution « 400 Hz » sur les aires de stationnement au large (pour les avions qui ne sont pas positionnés « au contact » des terminaux).

Les informations fournies par les aérodromes restent insuffisamment précises, détaillées et homogènes pour rendre compte du déploiement de cette solution à l'échelle de l'ensemble des 11 aérodromes : nous ne disposons pas, par exemple, du nombre total de postes au contact, ni du pourcentage des escales bénéficiant de la solution, pour l'ensemble des aérodromes.

De plus, la situation antérieure, à laquelle se substitue l'utilisation du 400 Hz, n'est pas exposée clairement par les aérodromes : est-ce que l'avion utilisait son APU pendant toute son escale ? Ou est-ce que l'avion était alimenté par un GPU au sol ?

5.2.2.6.3 Actions de réduction du temps d'utilisation de l'APU

Certains aérodromes sont soumis à des arrêtés de restriction d'usage de l'APU. Citons par exemple les documents publics suivants :

- L'arrêté du 27 juillet 2012 réglementant l'utilisation des moyens permettant aux aéronefs de s'alimenter en énergie et climatisation-chauffage lors de l'escale sur les aérodromes de Paris - Charles-de-Gaulle, Paris-Orly et Paris-Le Bourget³⁷, mentionne :
 - o Le caractère obligatoire (sauf dérogations stipulées) de l'utilisation des moyens de substitution mis à disposition de l'exploitant ;

³⁷ <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026257685&dateTexte=&categorieLien=id>

- La durée maximale d'utilisation de l'APU lorsque le poste de stationnement est équipé ;
- La durée maximale d'utilisation de l'APU lorsque le poste de stationnement n'est pas équipé.
- L'aérodrome de Nice-Côte d'Azur dispose également d'un arrêté de restriction d'usage de l'APU³⁸ ; celui-ci limite le temps d'utilisation à 30 minutes après l'arrivée de l'avion au poste de stationnement, et 30 minutes avant le départ de l'avion du poste de stationnement, à partir de novembre 2010 ;
- L'aérodrome de Nantes-Atlantique est soumis à un arrêté³⁹, limitant l'utilisation à 60 minutes avant le départ et 20 minutes après l'arrivée.

NB : Pour information, l'ensemble des textes relatifs aux restrictions environnementales imposées aux aérodromes est mis à disposition par le ministère à l'adresse : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/aerports-restrictions-environnementales>.

Ces actions imposées par arrêté ne sont donc pas à proprement parler « décidées par les aérodromes », pour reprendre les termes de l'article 45.

Deux aérodromes mentionnent que l'augmentation de la part des vols « low-cost » entrainera une réduction du temps moyen d'utilisation de l'APU, car les escales sont en moyenne de plus courte durée.

5.2.2.6.4 Action d'équipement en « PCA »

Un aérodrome a équipé certains postes au contact de systèmes de fourniture d'air conditionné aux avions. Cette action concerne des avions gros porteurs.

Une étude est en cours sur un autre aérodrome, pour déploiement entre 2020 et 2025.

5.2.2.7 Impact de ces actions

NB : ces actions n'expliquent pas à elles-seules la réduction de l'intensité d'émission déclarée par les aérodromes et présentée dans le tableau 15 plus haut. Voir les sections 6 et 7 sur les méthodologies de calcul et les commentaires de l'ADEME pour plus d'explications.

Concernant l'utilisation des 400 Hz, comme précisé plus haut, les dossiers des aérodromes ne précisent pas très clairement si le 400 Hz se substitue à un APU (moteur auxiliaire de l'avion) ou à un GPU (moteur externe, au sol). D'après les informations données pour le poste d'émissions « Equipements au sol (GSE) », décrit ci-après, il semble que le 400 Hz se substitue majoritairement aux GPU existants. Dans ce cas, l'impact sur les émissions du poste « Avions – APU » est nul : il est mesuré au niveau du poste « Equipements au sol (GSE) ».

Un aérodrome déclare cependant que les installations fixes 400 Hz permettront en 2020-2025 de réduire l'utilisation des APU de 80% en moyenne par escale, toute compagnie confondue, pour 95% des escales, par rapport à 2010.

³⁸ https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000022050091

³⁹ Arrêté du 24 avril 2006 : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000460151>

Dans son guide méthodologique⁴⁰, l'ACNUSA expose, à titre d'exemple, les enseignements d'une étude visant à caractériser l'utilisation du 400 Hz : il a été mesuré un taux d'utilisation de 82% sur l'ensemble des postes équipés ; la durée d'utilisation de l'APU pendant l'escale (de 45 minutes en moyenne) reste importante (20 minutes environ) ; l'APU et le 400 Hz sont utilisés simultanément pendant environ 7 minutes. L'ACNUSA conclut sur le projet d'une nouvelle étude visant à améliorer les connaissances sur le sujet.

A noter que les aéroports ont lancé début 2018 une étude sur les APU et les moyens de substitution, afin de mieux cerner ce sujet.

⁴⁰ Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale, ACNUSA (2016)

5.2.3 Poste « Equipements au sol (GSE) »

5.2.3.1 Description du poste d'émission

Le poste d'émission « Equipements au sol (GSE) » désigne les émissions des engins et véhicules de piste destinés à l'assistance, l'approvisionnement et l'entretien des aéronefs au sol. GSE signifie « Ground Support Equipment ».

D'après l'ACNUSA⁴¹, « sur l'aéroport, côté tarmac, des engins de piste (Ground Support Equipment – GSE) circulent aussi bien pour le bon fonctionnement de l'avion que pour les passagers eux-mêmes. Les services autour de l'avion et nécessitant des engins de piste vont concerner :

- L'assistance en piste (Ground Power Unit – GPU, Air Conditioning Unit – ACU, ravitaillement, push back...);
- Le traitement des bagages ;
- Le ravitaillement en carburant ;
- Le nettoyage des avions (vidange des toilettes...);
- Le traitement du fret et de la poste au sol ;
- Le catering aérien (service de repas servis aux passagers pendant le vol).

L'assistance aux passagers (transport de passagers et d'équipage entre les aérogares et les avions, transport des personnes à mobilité réduite ...) va également générer l'utilisation de véhicules. »

Voir par exemple l'annexe 2 du guide méthodologique publié par l'aéroport de Zurich⁴² pour illustration des types de matériel regroupés dans cette catégorie.

Ajoutons que l'exploitation de ces équipements n'est pas toujours réalisée par le gestionnaire de l'aéroport, notamment pour ce qui concerne l'assistance en escale.

5.2.3.2 Part du poste d'émission

Il s'agit d'un poste d'émission relativement significatif parmi les 6 postes autres que « Avions – roulage », en particulier pour les NOx et les TSP : il se classe 2^{ème} pour les COV et les TSP, 3^{ème} pour les NOx et 4^{ème} ou 5^{ème} pour les GES selon les années. Le tableau ci-dessous montre sa part relative. Par exemple, en 2010, les émissions de NOx liées à l'utilisation des équipements au sol représentent 17% des émissions de NOx déclarées par les aérodromes.

Equipements au sol (GSE)	2010	2020	2025
CO ₂ e	4%	6%	6%
NOx	17%	17%	14%
COV	4%	4%	4%
TSP	16%	15%	13%

Tableau 22 - Part du poste « Equipements au sol (GSE) » dans l'ensemble des émissions déclarées par les aérodromes

5.2.3.3 Evolution de l'intensité d'émission sur ce poste

Le tableau ci-dessous montre que l'intensité d'émission décroît sur les 3 périodes pour les polluants (NOx, COV et TSP), mais croît entre 2010 et 2020 pour les GES.

⁴¹ Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale – ACNUSA, Juillet 2016

⁴² Aircraft Ground Handling Emissions - Methodology and Emission Factors Zurich Airport (2014)

Evolution de l'intensité d'émission	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
Equipements au sol (GSE)				
kg CO ₂ e/1000 pax-e	5%	6%	-10%	-15%
kg NO _x /1000 pax-e	-28%	-29%	-44%	-21%
kg COV/1000 pax-e	-34%	-35%	-49%	-21%
kg TSP/1000 pax-e	-28%	-29%	-42%	-19%

Tableau 23 - Evolution de l'intensité d'émission pour le poste « Equipements au sol (GSE) »

On observe cependant que la tendance est favorable puisque les taux annuels sont meilleurs sur la période 2020-2025, comparés à ceux de la période 2010-2020, comme le montre le tableau ci-dessous.

Evolution annuelle moyenne de l'intensité d'émission	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
Equipements au sol (GSE)			
kg CO ₂ e/1000 pax-e	0,5%	-0,7%	-3,1%
kg NO _x /1000 pax-e	-3,4%	-3,8%	-4,5%
kg COV/1000 pax-e	-4,3%	-4,4%	-4,7%
kg TSP/1000 pax-e	-3,4%	-3,6%	-4,1%

Tableau 24 - Evolution annuelle de l'intensité d'émission pour le poste « Equipements au sol (GSE) »

5.2.3.4 Evolution des émissions sur ce poste

Les émissions de GES augmentent fortement sur ce poste pendant la période 2010-2020, puis baissent légèrement entre 2020 et 2025. Pour les polluants, les émissions sont en baisse sur les 2 périodes. Voir en section 7.1.4 les réserves de l'ADEME à ce sujet.

Evolution des émissions	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
Equipements au sol (GSE)				
CO ₂ e (kg)	38%	38%	34%	-3%
NO _x (kg)	-6%	-8%	-17%	-10%
COV (kg)	-13%	-16%	-24%	-10%
TSP (kg)	-5%	-7%	-14%	-8%

Tableau 25 - Evolution des émissions pour le poste « Equipements au sol (GSE) »

Evolution annuelle moyenne des émissions	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
Equipements au sol (GSE)			
CO ₂ e (kg)	3,3%	2,0%	-0,5%
NO _x (kg)	-0,8%	-1,2%	-2,0%
COV (kg)	-1,7%	-1,8%	-2,1%
TSP (kg)	-0,7%	-1,0%	-1,6%

Tableau 26 - Evolution annuelle moyenne des émissions pour le poste « Equipements au sol (GSE) »

5.2.3.5 Part de ce poste dans la réduction de l'intensité d'émission

Le poste « Equipements au sol (GES) » contribue de façon négligeable à la réduction de l'intensité d'émission des aérodromes, pour les GES et les COV, et assez significativement à celles des NO_x et des TSP, pour lesquels il se classe respectivement 3^{ème} et 2^{ème} parmi les 7 postes d'émission. Voir aussi les figures 3 à 6 en section 4.2.4.

Part du poste dans la réduction d'intensité d'émission	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
Equipements au sol (GSE)	1,1%	23,9%	3,8%	22,2%

Tableau 27 - Part du poste « Equipements au sol (GSE) » dans la réduction de l'intensité d'émission entre 2010 et 2025 (10 aéroports)

5.2.3.6 Actions de réduction décidées par les aéroports

5.2.3.6.1 Vue d'ensemble

Les actions mentionnées par les aéroports peuvent être regroupées comme suit :

Actions entreprises par les aéroports	Période	Développement de l'alimentation électrique mise à disposition sur les pistes	Remplacement des GPU par du 400 Hz	Acquisition de véhicules et engins de piste électriques	Acquisition de véhicules de piste au GNV	Modernisation de la flotte de véhicules et d'engins de piste	Eco-conduite des véhicules de piste
11 aéroports	2010-2020	5 aéroports	9 aéroports	10 aéroports	2 aéroports	10 aéroports	3 aéroports
10 aéroports	2020-2025	1 aéroport	1 aéroport	5 aéroports	0 aéroport	4 aéroports	2 aéroports

Tableau 28 - Type d'actions de réduction des aéroports, pour le poste « Equipements au sol (GSE) »

5.2.3.6.2 Action de développement de l'alimentation électrique

Sur l'ensemble de la période 2010-2025, 6 aéroports ont retenu cette action, qui vise à permettre aux véhicules et engins de piste, exploités par le gestionnaire ou par les entreprises d'assistance en escale, d'avoir accès à l'alimentation électrique nécessaire. C'est donc une action parfois indispensable et préalable pour permettre le renouvellement des flottes de véhicules et engins de piste par des modèles fonctionnant à l'électricité.

5.2.3.6.3 Action de remplacement des GPU par du 400 Hz

Sur l'ensemble de la période 2010-2025, 9 aéroports sur 11 ont ou auront réalisé des équipements en alimentation électrique 400 Hz.

Notons que cette action était déjà décrite plus haut au titre du poste « Avions – APU ». Précisons ici que les groupes GPU fonctionnent au gazole non routier (GNR) ou fioul domestique et donc émettent directement des gaz à effet de serre et des polluants, alors que la solution 400 Hz n'implique qu'une consommation d'électricité et supprime ainsi les émissions locales.

5.2.3.6.4 Action d'acquisition de véhicules et engins de piste électriques

Cette action est retenue par presque tous les aéroports.

Elle concerne d'une part des véhicules (véhicules légers, véhicules utilitaires, bus de pistes pour acheminer les passagers, voire tracteurs pour les chariots à bagages) et d'autre part des engins de piste (GSE). Il s'agit alors de remplacer des véhicules et engins thermiques par des véhicules et engins électriques principalement.

5.2.3.6.5 Action d'acquisition de véhicules de piste au GNV

Deux aéroports ont choisi de s'équiper de véhicules légers et/ou bus de transport de passagers dont les moteurs fonctionnent au GNV. Cette action peut impliquer l'installation d'une station GNV.

5.2.3.6.6 Action de modernisation de la flotte de véhicules et d'engins de piste

Les véhicules et engins existants sont renouvelés au fil du temps. Les nouveaux modèles, s'ils ne sont pas électriques ou au GNV (cf. actions décrites plus haut) bénéficient alors des normes de pollution en vigueur, lorsqu'elles existent. A la connaissance de l'UAF, il n'existe pas de normes de pollution pour les engins de piste.

Les véhicules et engins existants peuvent aussi bénéficier de solutions telles que la mise en place de filtres à particules.

5.2.3.6.7 Action d'éco-conduite des véhicules de piste

Quelques aérodromes mentionnent des formations à l'éco-conduite pour les personnes opérant des véhicules de piste.

5.2.3.7 Impact de ces actions

NB : ces actions n'expliquent pas à elles-seules la réduction de l'intensité d'émission déclarée par les aérodromes et présentée dans le tableau 22 plus haut. Voir les sections 6 et 7 sur les méthodologies de calcul et les commentaires de l'ADEME pour plus d'explications.

Les actions décrites ci-dessus conduisent logiquement aux impacts suivants :

- Augmentation de la consommation d'électricité, qui ne génère aucun polluant localement et dont la production représente relativement peu d'émissions de GES⁴³ ; cet effet se retrouve dans la baisse des émissions de NOx et de TSP ;
- Diminution de la consommation unitaire (par kilomètre parcouru) de gazole (routier et non routier), entraînant une baisse des émissions de GES et de polluants ;
- Augmentation de la consommation de GNV, mais les véhicules GNV sont en principe moins polluants que les véhicules diesel équivalents.

⁴³ Ces émissions sont alors comptabilisées dans le poste « Achat électricité / chaleur / vapeur ».

5.2.4 Poste « Production chaleur / vapeur »

5.2.4.1 Description du poste d'émission

Le poste d'émission « Production chaleur / vapeur » désigne les émissions des sources fixes exploitées par le gestionnaire d'aérodrome ou pour son compte, et qui produisent de la chaleur ou de la vapeur nécessaire à ses activités.

Il peut s'agir, selon les aérodromes, de chaufferie au gaz, au bois, au fioul, à la biomasse, de turbine à gaz avec cogénération (chaleur et électricité), de centrale géothermique, d'installation solaire thermique, ... qui apportent aux bâtiments les besoins en chaleur

5.2.4.2 Part du poste d'émission

Parmi les 7 postes d'émission, il s'agit du 4^{ème} poste relativement significatif, après les 3 postes décrits plus haut, pour les émissions de GES, et dans une moindre mesure pour les émissions de NOx.

Production chaleur / vapeur	2010	2020	2025
CO ₂ e	19%	8%	8%
NOx	8%	4%	4%
COV	2%	1%	1%
TSP	1%	2%	2%

Tableau 29 - Part du poste « Production chaleur / vapeur » dans l'ensemble des émissions déclarées par les aérodromes

5.2.4.3 Evolution de l'intensité d'émission sur ce poste

Le tableau ci-dessous montre que les intensités d'émission décroissent sur les 3 périodes, pour les GES, les NOx et les COV, mais augmentent pour les TSP entre 2010 et 2020.

Evolution de l'intensité d'émission	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-71%	-71%	-74%	-12%
kg NOx/1000 pax-e	-61%	-60%	-65%	-11%
kg COV/1000 pax-e	-69%	-69%	-72%	-10%
kg TSP/1000 pax-e	53%	55%	38%	-11%

Tableau 30 - Evolution de l'intensité d'émission pour le poste « Production chaleur / vapeur »

Pour les GES, les NOx et les COV, on observe cependant que la baisse est particulièrement marquée sur la période 2010-2020, et plus modérée entre 2010 et 2025, comme le montre le tableau ci-dessous. A l'inverse, l'augmentation des TSP ne se poursuit pas après 2020.

Evolution annuelle moyenne de l'intensité d'émission	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-11,6%	-8,6%	-2,4%
kg NOx/1000 pax-e	-8,9%	-6,7%	-2,3%
kg COV/1000 pax-e	-11,1%	-8,2%	-2,1%
kg TSP/1000 pax-e	4,5%	2,2%	-2,3%

Tableau 31 - Evolution annuelle de l'intensité d'émission pour le poste « Production chaleur / vapeur »

5.2.4.4 Evolution des émissions sur ce poste

Les émissions de GES, de NOx et de COV baissent fortement sur ce poste pendant la période 2010-2020, mais cette évolution semble stoppée après 2020. Même phénomène pour l'augmentation des émissions de TSP.

Evolution des émissions	11 aérodomes	10 aérodomes	10 aérodomes	10 aérodomes
Production chaleur / vapeur	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	-62%	-62%	-62%	1%
NOx (kg)	-48%	-48%	-48%	1%
COV (kg)	-60%	-60%	-59%	2%
TSP (kg)	101%	102%	105%	2%

Tableau 32 - Evolution des émissions pour le poste « Production chaleur / vapeur »

Evolution annuelle moyenne des émissions	10 aérodomes	10 aérodomes	10 aérodomes
Production chaleur / vapeur	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	-9,2%	-6,2%	0,2%
NOx (kg)	-6,4%	-4,2%	0,3%
COV (kg)	-8,7%	-5,7%	0,5%
TSP (kg)	7,3%	4,9%	0,3%

Tableau 33 - Evolution annuelle moyenne des émissions pour le poste « Production chaleur / vapeur »

5.2.4.5 Part de ce poste dans la réduction de l'intensité d'émission

Le poste « Production chaleur / vapeur » contribue de façon particulièrement significative à la réduction de l'intensité d'émission de GES des aérodomes : il se classe 2^{ème}, pratiquement à part égale avec la poste « Avions – roulage » (voir explication plus loin). Dans une moindre mesure, il s'agit du 4^{ème} poste contribuant le plus à la baisse de l'intensité d'émission des NOx. Voir aussi les figures 3 à 6 en section 4.2.4.

Part du poste dans la réduction d'intensité d'émission	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
Production chaleur / vapeur	38,3%	15,9%	2,5%	-1,3%

Tableau 34 - Part du poste « Production chaleur / vapeur » dans la réduction de l'intensité d'émission entre 2010 et 2025 (10 aérodomes)

5.2.4.6 Actions de réduction décidées par les aérodomes

5.2.4.6.1 Vue d'ensemble

Les actions mentionnées par les aérodomes peuvent être regroupées comme suit :

Actions entreprises par les aérodomes	période	chaudières fioul ou gaz : source d'énergie, modernisation et gestion	recours aux énergies renouvelables	qualité énergétique des bâtiments
11 aérodomes	2010-2020	6 aérodomes	3 aérodomes	5 aérodomes
10 aérodomes	2020-2025	1 aérodomes	1 aérodomes	1 aérodomes

Tableau 35 - Type d'actions de réduction des aérodomes, pour le poste « Production chaleur / vapeur »

5.2.4.6.2 Actions sur les chaudières fioul ou gaz

Plusieurs aérodromes ont remplacé ou prévoient de remplacer des chaudières existantes sur la période 2010-2025. Dans certains cas, le fioul est remplacé par le gaz.

Certains aérodromes ont mis en service de nouvelles chaufferies.

Une gestion opérationnelle optimisée (vérification des températures, réglage des brûleurs, etc.) est mise en avant par certains aérodromes ; elle permet de diminuer les consommations.

Un aérodrome disposait d'une turbine à gaz avec cogénération (elle fonctionnait au gaz et produisait à la fois de la chaleur et de l'électricité) qui a été arrêtée au profit de systèmes de production d'énergie utilisant des sources d'énergie renouvelables.

5.2.4.6.3 Actions de recours aux énergies renouvelables

Les actions, retenues par deux aérodromes, sont les suivantes :

- Mise en service d'une centrale biomasse : chaufferie composée de 2 chaudières bois, avec dispositif de traitement des fumées ;
- Mise en service d'une centrale solaire ;
- Mise en service d'un système couplant centrale photovoltaïque et pompe à chaleur ;
- Mise en service d'une centrale géothermique.

Notons que ces actions ont été réalisées entre 2011 et 2015.

Un 3^{ème} aérodrome mentionne une étude de faisabilité en cours, pour un parc photovoltaïque.

5.2.4.6.4 Actions relatives à la qualité énergétique des bâtiments

Certains aérodromes mentionnent des actions de rénovation énergétique des bâtiments, permettant par exemple d'améliorer l'isolation en toiture ou celle des vitrages. Parfois, ces actions font suite à la réalisation d'audits énergétiques.

Certains bâtiments visent ou ont obtenu la certification HQETM.⁴⁴

5.2.4.7 Impact de ces actions

NB : ces actions n'expliquent pas à elles-seules la réduction de l'intensité d'émission déclarée par les aérodromes et présentée dans le tableau 29 plus haut. Voir les sections 6 et 7 sur les méthodologies de calcul et les commentaires de l'ADEME pour plus d'explications.

Les rendements des nouvelles chaudières sont en principe plus performants : moins de consommation d'énergie donc moins d'émission de GES pour le même résultat, et moins de polluants (NOx).

Le recours aux énergies renouvelables en remplacement du gaz entraîne une forte diminution des émissions de gaz à effet de serre.

⁴⁴ <http://www.hqegbc.org/batiments/certifications/>

5.2.5 Poste « Production d'électricité »

5.2.5.1 Description du poste d'émission

Le poste d'émission « Production d'électricité » désigne les émissions des sources fixes exploitées par le gestionnaire d'aérodrome ou pour son compte, et qui produisent de l'électricité nécessaire à ses activités.

Ces groupes électrogènes constituent pour certains aérodromes des solutions de secours en cas de besoin ; dans ce cas, ils sont régulièrement utilisés lors des opérations de maintenance préventive.

Pour d'autres aérodromes, ces groupes électrogènes sont utilisés dans le cadre de leur contrat avec leur fournisseur d'électricité, qui prévoit un « effacement jour de pointe », et donc une utilisation répétée en substitution de l'électricité de réseau.

5.2.5.2 Part du poste d'émission

Parmi les 7 postes d'émission, il s'agit de l'un des 3 postes qui sont peu significatifs dans le bilan des émissions des aérodromes.

Production électricité	2010	2020	2025
CO ₂ e	0%	0%	0%
NO _x	2%	1%	0%
COV	1%	0%	0%
TSP	1%	0%	0%

Tableau 36 - Part du poste « Production d'électricité » dans l'ensemble des émissions déclarées par les aérodromes

5.2.5.3 Evolution de l'intensité d'émission sur ce poste

Le tableau ci-dessous montre que les intensités d'émission décroissent sur les 3 périodes.

Evolution de l'intensité d'émission	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Production électricité	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-62%	-54%	-60%	-12%
kg NO _x /1000 pax-e	-76%	-71%	-75%	-12%
kg COV/1000 pax-e	-54%	-52%	-58%	-12%
kg TSP/1000 pax-e	-54%	-52%	-58%	-12%

Tableau 37 - Evolution de l'intensité d'émission pour le poste « Production d'électricité »

On observe cependant que la baisse est particulièrement marquée sur la période 2010-2020, et plus modérée entre 2010 et 2025, comme le montre le tableau ci-dessous.

Evolution annuelle moyenne de l'intensité d'émission	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Production électricité	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-7,5%	-5,9%	-2,6%
kg NO _x /1000 pax-e	-11,7%	-8,8%	-2,6%
kg COV/1000 pax-e	-7,0%	-5,6%	-2,6%
kg TSP/1000 pax-e	-7,1%	-5,6%	-2,6%

Tableau 38 - Evolution annuelle de l'intensité d'émission pour le poste « Production d'électricité »

5.2.5.4 Evolution des émissions sur ce poste

Les émissions de GES, de NOx et de COV baissent fortement sur ce poste pendant la période 2010-2020, mais cette évolution est stoppée après 2020.

Evolution des émissions	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Production d'électricité	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	-50%	-40%	-40%	0%
NOx (kg)	-69%	-62%	-62%	0%
COV (kg)	-39%	-37%	-37%	0%
TSP (kg)	-40%	-37%	-37%	0%

Tableau 39 - Evolution des émissions pour le poste « Production d'électricité »

Evolution annuelle moyenne des émissions	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Production d'électricité	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	-5,0%	-3,4%	0,0%
NOx (kg)	-9,3%	-6,3%	0,0%
COV (kg)	-4,5%	-3,0%	0,0%
TSP (kg)	-4,6%	-3,1%	0,0%

Tableau 40 - Evolution annuelle moyenne des émissions pour le poste « Production d'électricité »

5.2.5.5 Part de ce poste dans la réduction de l'intensité d'émission

Le poste « Production d'électricité » contribue de façon négligeable à la réduction de l'intensité d'émission de GES et de polluants des aérodromes. Voir aussi les figures 3 à 6 en section 4.2.4.

Part du poste dans la réduction d'intensité d'émission	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
Production d'électricité	0,3%	3,2%	0,6%	1,3%

Tableau 41 - Part du poste « Production d'électricité » dans la réduction de l'intensité d'émission entre 2010 et 2025 (10 aérodromes)

5.2.5.6 Actions de réduction décidées par les aérodromes

5.2.5.6.1 Vue d'ensemble

Les actions mentionnées par les aérodromes peuvent être regroupées comme suit :

Actions entreprises par les aérodromes	période	remplacement des groupes électrogènes	maintenance préventive des groupes électrogènes	mode de fonctionnement des groupes électrogènes
11 aérodromes	2010-2020	4 aérodromes	3 aérodromes	4 aérodromes
10 aérodromes	2020-2025	0 aérodrome	0 aérodrome	0 aérodrome

Tableau 42 - Type d'actions de réduction des aérodromes, pour le poste « Production d'électricité »

5.2.5.6.2 Actions de remplacement des groupes électrogènes

Quatre aérodromes mentionnent qu'ils ont remplacé les groupes électrogènes existants par des nouveaux groupes plus performants, entre 2010 et 2016.

5.2.5.6.3 Actions de maintenance préventive des groupes électrogènes

Un meilleur suivi de l'utilisation des groupes, le recours à une société spécialisée pour la maintenance sont des actions signalées par trois aérodromes.

5.2.5.6.4 Actions relatives au mode de fonctionnement des groupes électrogènes

Plusieurs aérodromes ont réduit au minimum l'utilisation des groupes électrogènes, notamment ceux qui ont abandonné les contrats avec « effacement jour de pointe ». L'un des rapports mentionne : « Ainsi, les groupes électrogènes fonctionnent uniquement pour la production d'électricité de secours, avec des tests mensuels pour vérifier le bon fonctionnement des groupes. »

5.2.5.7 Impact de ces actions

NB : ces actions n'expliquent pas à elles-seules la réduction de l'intensité d'émission déclarée par les aérodromes et présentée dans le tableau 36 plus haut. Voir les sections 6 et 7 sur les méthodologies de calcul et les commentaires de l'ADEME pour plus d'explications.

Concernant le remplacement des groupes électrogènes, les aérodromes signalent un meilleur rendement et des équipements moins polluants (respectant un plafond d'émission de NOx notamment).

En première approximation, la diminution du temps d'utilisation des groupes a permis une baisse proportionnelle des consommations et des émissions. Par exemple, un aérodrome est passé d'environ 90.000 litres de fioul domestique en 2010 à environ 10.000 litres en 2015, suite à la limitation de l'utilisation aux seuls essais mensuels.

5.2.6 Poste « Fluides frigorigènes »

5.2.6.1 Description du poste d'émission

Le poste d'émission « Fluides frigorigènes » désigne les équipements de climatisation des bâtiments sous contrôle opérationnel des aéroports. Ces équipements utilisent des gaz réfrigérants de la famille des HFC (gaz « fluorés », souvent le R134a), qui ont un pouvoir de réchauffement global très élevé. Par exemple, 1 kg de R134a émis équivaut à 1300 kg de CO₂.⁴⁵

En pratique, il s'agit ici de comptabiliser les quantités de fluide perdues dans l'atmosphère (fuites ou opérations conduisant à l'émission dans l'air du fluide).

Ce poste ne représente donc que des émissions de GES, et non de polluants.

5.2.6.2 Part du poste d'émission

Parmi les 7 postes d'émission, il s'agit du poste le moins significatif dans le bilan des émissions des aéroports.

Fluides frigorigènes	2010	2020	2025
CO ₂ e	0,2%	0,2%	0,3%
NOx	0%	0%	0%
COV	0%	0%	0%
TSP	0%	0%	0%

Tableau 43 - Part du poste « Fluides frigorigènes » dans l'ensemble des émissions déclarées par les aéroports

5.2.6.3 Evolution de l'intensité d'émission sur ce poste

Le tableau ci-dessous montre que l'intensité d'émission de GES décroît sur la période 2010-2020, et augmente ensuite.

Evolution de l'intensité d'émission	11 aéroports 2020 / 2010	10 aéroports 2020 / 2010	10 aéroports 2025 / 2010	10 aéroports 2025 / 2020
Fluides frigorigènes				
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-10%	-9%	-6%	4%
kg NOx/1000 pax-e	0%	0%	0%	0%
kg COV/1000 pax-e	0%	0%	0%	0%
kg TSP/1000 pax-e	0%	0%	0%	0%

Tableau 44 - Evolution de l'intensité d'émission pour le poste « Fluides frigorigènes »

Evolution annuelle moyenne de l'intensité d'émission	10 aéroports 2020 / 2010	10 aéroports 2025 / 2010	10 aéroports 2025 / 2020
Fluides frigorigènes			
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-0,9%	-0,4%	0,7%
kg NOx/1000 pax-e	0,0%	0,0%	0,0%
kg COV/1000 pax-e	0,0%	0,0%	0,0%
kg TSP/1000 pax-e	0,0%	0,0%	0,0%

Tableau 45 - Evolution annuelle de l'intensité d'émission pour le poste « Fluides frigorigènes »

⁴⁵ Source : Base Carbone <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone/donnees-consulter>

5.2.6.4 Evolution des émissions sur ce poste

Les émissions de GES augmentent fortement sur ce poste pendant la période 2010-2025, avec une accentuation sur la 2^{ème} période (2020-2025).

Evolution des émissions	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Fluides frigorigènes	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	19%	19%	40%	18%
NOx (kg)	0%	0%	0%	0%
COV (kg)	0%	0%	0%	0%
TSP (kg)	0%	0%	0%	0%

Tableau 46 - Evolution des émissions pour le poste « Fluides frigorigènes »

Evolution annuelle moyenne des émissions	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Fluides frigorigènes	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO ₂ e (kg)	1,7%	2,3%	3,4%
NOx (kg)	0,0%	0,0%	0,0%
COV (kg)	0,0%	0,0%	0,0%
TSP (kg)	0,0%	0,0%	0,0%

Tableau 47 - Evolution annuelle moyenne des émissions pour le poste « Fluides frigorigènes »

5.2.6.5 Part de ce poste dans la réduction de l'intensité d'émission

Le poste « Fluides frigorigènes » contribue de façon négligeable à la réduction de l'intensité d'émission de GES des aérodromes. Voir aussi les figures 3 à 6 en section 4.2.4.

Part du poste dans la réduction d'intensité d'émission	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
Fluides frigorigènes	0,03%	0%	0%	0%

Tableau 48 - Part du poste « Fluides frigorigènes » dans la réduction de l'intensité d'émission entre 2010 et 2025 (10 aérodromes)

5.2.6.6 Actions de réduction décidées par les aérodromes

5.2.6.6.1 Vue d'ensemble

Les actions mentionnées par les aérodromes peuvent être regroupées comme suit :

Actions entreprises par les aérodromes	période	Maintenance préventive équipements	des	Recours à des fluides alternatifs
11 aérodromes	2010-2020	4 aérodromes		2 aérodromes
10 aérodromes	2020-2025	2 aérodromes		1 aérodromes

Tableau 49 - Type d'actions de réduction des aérodromes, pour le poste « Fluides frigorigènes »

5.2.6.6.2 Action de maintenance préventive des équipements

La maintenance préventive permet de détecter des risques de fuites, ou des débuts de fuite.

5.2.6.6.3 Action de recours à des fluides alternatifs

Quelques aérodromes mentionnent le remplacement de R22, et plus généralement, l'utilisation du fluide frigorigène ayant le plus faible PRG possible.

L'utilisation du R22 est d'ailleurs réglementée⁴⁶ : « les HCFC sont des substances appauvrissant la couche d'ozone stratosphérique et, à ce titre, soumises au règlement n° 2037/2000 du 29 juin 2000. Les HCFC, notamment le R-22, sont utilisés comme fluides frigorigènes dans des équipements de réfrigération et de climatisation.

Le règlement n° 2037/2000 établit un calendrier d'élimination des HCFC :

- Interdiction de mettre sur le marché des équipements de réfrigération et de climatisation chargés avec un HCFC à compter du 1er janvier 2004 ;
- Interdiction de stocker et d'utiliser des HCFC vierges dans la maintenance et l'entretien de tels équipements à compter du 1er janvier 2010 ;
- Interdiction de stocker et d'introduire des HCFC, même recyclés, à compter du 1er janvier 2015.

Il sera donc interdit, au-delà de cette date, de charger ou recharger un équipement avec un HCFC, le stockage de fluide étant considéré comme une recharge.

Les pouvoirs publics attirent l'attention des professionnels concernés sur une probable difficulté d'approvisionnement en R-22 recyclé, et ce dès 2010.

Il est donc de la responsabilité des différents acteurs de mettre en place dès aujourd'hui une politique sérieuse et cohérente de maîtrise des émissions.

Cette démarche responsable consiste à :

- S'assurer du confinement (*) des équipements ;
- Réaliser les travaux susceptibles d'améliorer le confinement (*) ;
- Faire appel à du personnel compétent ;
- Récupérer les HCFC en fin de vie de l'installation ;
- Programmer des actions de conversion ou remplacement dès aujourd'hui.

Dans le cas où des solutions technologiques alternatives répondraient mieux aux besoins, il est important de noter qu'une réaction trop lente de la part des investisseurs pourrait générer une pénurie de main-d'œuvre de personnels qualifiés susceptibles de réaliser les travaux.

Les pouvoirs publics incitent donc les détenteurs d'équipements à faire rapidement un audit de leur parc et à anticiper la conversion, voire le remplacement de leurs équipements actuels au R-22, au profit d'équipements répondant aux normes et réglementations en vigueur, en particulier en termes de confinement des fluides frigorigènes qu'ils utilisent et d'efficacité énergétique. »

5.2.6.7 Impact de ces actions

NB : ces actions n'expliquent pas à elles-seules la réduction de l'intensité d'émission déclarée par les aéroports et présentée dans le tableau 43 plus haut. Voir les sections 6 et 7 sur les méthodologies de calcul et les commentaires de l'ADEME pour plus d'explications.

⁴⁶ Avis destiné aux détenteurs d'équipements de réfrigération et de climatisation contenant des hydrochlorofluorocarbures (HCFC), dont le R-22 (JORF n°158 du 10 juillet 2007 page 11688, texte n° 95)

Les actions visant à éviter les risques de fuite ou à les détecter au plus tôt permettent de ne pas perdre des quantités importantes de fluides.

Le remplacement du R22, dont le PRG à 100 ans est de 1760, par du R134a⁴⁷ (dont le PRG est de 1300) par exemple, permet de réduire proportionnellement l'impact des fuites.

⁴⁷ Source : Base Carbone

5.2.7 Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

5.2.7.1 Description du poste d'émission

Le poste d'émission « Achat électricité / chaleur / vapeur » regroupe les sources d'émission non exploitées par le gestionnaire d'aérodrome ou pour son compte, qui produisent de l'électricité, de la chaleur, ou de la vapeur achetée et consommée par le gestionnaire d'aérodrome.

En pratique, sur l'ensemble de la période 2010-2025, ce poste ne concerne que de l'achat d'électricité pour 10 aérodromes sur 11 : un seul aérodrome achète également de la chaleur.

L'électricité achetée sert les besoins de l'aérodrome tels que l'éclairage, les systèmes de ventilation chauffage et climatisation, les installations mécaniques (ascenseurs, escaliers roulants, convoyeurs des bagages), et l'informatique.

5.2.7.2 Part du poste d'émission

Parmi les 7 postes d'émission, il s'agit de l'un des 3 postes les moins significatifs dans le bilan des émissions des aérodromes. Seules les émissions de GES sont sensibles.

Achat électricité / chaleur / vapeur	2010	2020	2025
CO ₂ e	4,6%	4,8%	4,7%
NO _x	0,0%	0,1%	0,1%
COV	0,1%	0,0%	0,0%
TSP	0,01%	0,03%	0,03%

Tableau 50 - Part du poste « Achat électricité / chaleur / vapeur » dans l'ensemble des émissions déclarées par les aérodromes

5.2.7.3 Evolution de l'intensité d'émission sur ce poste

Le tableau ci-dessous montre que les intensités d'émission suivent des évolutions contrastées selon les 4 catégories d'émission, et selon la période. Compte tenu de la non-représentativité des aérodromes ayant déclaré des émissions de NO_x, COV et TSP, seule l'évolution des émissions de GES est intéressante à observer.

Evolution de l'intensité d'émission	11 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Achat électricité / chaleur / vapeur	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-28%	-28%	-35%	-10%
kg NO _x /1000 pax-e	168%	185%	150%	-12%
kg COV/1000 pax-e	-71%	-80%	-83%	-12%
kg TSP/1000 pax-e	247%	249%	206%	-12%

Tableau 51 - Evolution de l'intensité d'émission pour le poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

Evolution annuelle moyenne de l'intensité d'émission	10 aérodromes	10 aérodromes	10 aérodromes
Achat électricité / chaleur / vapeur	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
kg CO ₂ e/1000 pax-e	-3,2%	-2,8%	-2,1%
kg NO _x /1000 pax-e	11,0%	6,3%	-2,6%
kg COV/1000 pax-e	-14,9%	-11,0%	-2,6%
kg TSP/1000 pax-e	13,3%	7,8%	-2,6%

Tableau 52 - Evolution annuelle de l'intensité d'émission pour le poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

5.2.7.4 Evolution des émissions sur ce poste

Les émissions de GES baissent entre 2010 et 2020, puis augmentent entre 2020 et 2025.

Evolution des émissions	11 aérodomes	10 aérodomes	10 aérodomes	10 aérodomes
Achat électricité / chaleur / vapeur	2020 / 2010	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO₂e (kg)	-6%	-6%	-3%	3%
NOx (kg)	252%	272%	272%	0%
COV (kg)	-61%	-74%	-74%	0%
TSP (kg)	356%	356%	356%	0%

Tableau 53 - Evolution des émissions pour le poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

Evolution annuelle moyenne des émissions	10 aérodomes	10 aérodomes	10 aérodomes
Achat électricité / chaleur / vapeur	2020 / 2010	2025 / 2010	2025 / 2020
CO₂e (kg)	-0,6%	-0,2%	0,5%
NOx (kg)	14,0%	9,2%	0,0%
COV (kg)	-12,6%	-8,6%	0,0%
TSP (kg)	16,4%	10,6%	0,0%

Tableau 54 - Evolution annuelle moyenne des émissions pour le poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

5.2.7.5 Part de ce poste dans la réduction de l'intensité d'émission

Le poste « Achat électricité / chaleur / vapeur » contribue faiblement à la réduction de l'intensité d'émission de GES des aérodomes. Voir aussi les figures 3 à 6 en section 4.2.4.

Part du poste dans la réduction d'intensité d'émission	CO ₂ e	NOx	COV	TSP
Achat électricité / chaleur / vapeur	4,3%	-0,2%	0,1%	-0,04%

Tableau 55 - Part du poste « Achat électricité / chaleur / vapeur » dans la réduction de l'intensité d'émission entre 2010 et 2025 (10 aérodomes)

5.2.7.6 Actions de réduction décidées par les aérodomes

5.2.7.6.1 Vue d'ensemble

Les actions mentionnées par les aérodomes peuvent être regroupées comme suit :

Actions entreprises par les aérodomes	Période	Electricité verte	Etudes et audits	Management de l'énergie	Eclairage	Chauffage, ventilation, climatisation (CVC)	Tri bagages, escalators et ascenseurs
11 aérodomes	2010-2020	8 aérodomes	4 aérodomes	4 aérodomes	6 aérodomes	4 aérodomes	2 aérodomes
10 aérodomes	2020-2025	5 aérodomes	0 aérodomes	0 aérodomes	0 aérodomes	0 aérodomes	0 aérodomes

Tableau 56 - Type d'actions de réduction des aérodomes, pour le poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

5.2.7.6.2 Action relative à l'électricité verte

Cette action est retenue par une majorité d'aérodomes (8 sur 11).

Certains aérodomes déclarent l'action de consommer de « l'électricité verte », sans plus de précision.

D'autres précisent le nom de leur fournisseur d'électricité, et déclarent qu'il produit de l'électricité d'origine renouvelable et garantit à ses clients la fourniture d'un certain taux d'électricité d'origine renouvelable.

Certains aérodromes citent le mécanisme des certificats verts, et la délivrance de ces certificats de la part du fournisseur d'électricité à ses clients qui choisissent les offres d'électricité verte.

Voir en section 7.1.8 les réserves de l'ADEME relativement à cette action.

5.2.7.6.3 Actions d'études et audits

Quelques aérodromes mentionnent la réalisation d'audits énergétiques, avant ou après la réglementation⁴⁸. Ces audits permettent notamment de réaliser un état des lieux, de disposer d'un bilan énergétique, de propositions d'actions correctives et d'une analyse financière.

Des études ciblées, à caractère technico-économique, permettent de préciser le potentiel d'actions telles que l'implantation de panneaux photovoltaïques, l'utilisation de la géothermie ou la récupération d'énergie des eaux usées.

5.2.7.6.4 Actions de management de l'énergie

Ces actions concernent les pratiques visant à suivre les consommations d'énergie, identifier les économies liées aux usages, et optimiser les postes de consommation importants.

5.2.7.6.5 Actions relatives à l'éclairage

Les aérodromes valorisent leurs diverses actions dans ce domaine : utilisation de lampes à basse consommation (LED), mise en place de détecteurs de présence et luminosité, mise en place de systèmes de régulation et de pilotage des éclairages à distance, limitation de l'éclairage nocturne.

5.2.7.6.6 Actions relatives au chauffage, la ventilation et la climatisation (CVC)

Les actions citées sont notamment : remplacement des moteurs de ventilation, amélioration du pilotage CVC, rénovation et optimisation des groupes « froid », régulation du débit d'air en fonction du besoin, remplacement des groupes de production d'eau glacée par des groupes de nouvelle génération.

5.2.7.6.7 Actions relatives au tri des bagages, escalators et ascenseurs

Deux aérodromes mentionnent des actions dans ce domaine : rénovation des tapis de livraison et tri des bagages, remplacement des escalators existants par de nouvelles générations permettant d'adapter le fonctionnement à la fréquence d'utilisation (arrêt/redémarrage), récupération de l'énergie des ascenseurs lors des phases de freinage, remplacement des moteurs du tri bagages par des moteurs à meilleur rendement.

5.2.7.7 Impact de ces actions

NB : ces actions n'expliquent pas à elles-seules la réduction de l'intensité d'émission déclarée par les aérodromes et présentée dans le tableau 51 plus haut. Voir les sections 6 et 7 sur les méthodologies de calcul et les observations de l'ADEME pour plus d'explications.

⁴⁸ Le principe de l'audit énergétique obligatoire prévu par la directive européenne 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, a été fixé par la loi n° 2013-619 du 16 juillet 2013, qui prévoit que le premier audit ou une certification de système de management de l'énergie doivent être établis au plus tard le 5 décembre 2015.

L'impact le plus significatif des actions de ce poste, dans les bilans réalisés par les aéroports, est la comptabilisation de l'électricité verte. Le facteur d'émission (FE), exprimé en gramme de CO₂/kWh, qui permet de calculer les émissions de GES correspondantes, diminue de façon très sensible pour les quatre aéroports qui ont appliqué cette méthode :

- Pour le 1^{er}, il passe 62 g CO₂/kWh en 2010 à 0 g CO₂/kWh en 2020 et 2025;
- Pour le 2^{ème}, il passe de 62 g CO₂/kWh en 2010 à 6 g CO₂/kWh en 2020 et 2025;
- Pour le 3^{ème}, il passe de 70 g CO₂/kWh en 2010 à 47 g CO₂/kWh en 2020 puis 39 g CO₂/kWh en 2025 ;
- Pour le 4^{ème}, il passe de 84 g CO₂/kWh en 2010 à 13 g CO₂/kWh en 2020 et 2025.

Ainsi, pour une consommation d'électricité inchangée, les émissions de GES calculées sont annulées pour le 1^{er} aéroport, divisées (environ) par 10 pour le 2^{ème} aéroport, par 2 pour le 3^{ème}, et par 6 pour le 4^{ème}. L'effet est le même que si c'était la consommation d'électricité qui avait évolué dans ces proportions. Notons que d'autres aéroports ont mentionné l'action relative à l'électricité verte, mais n'ont pas fait usage ici de ce principe de comptabilisation. Voir l'avis de l'ADEME à ce sujet dans la section 7.2.7.

Notons également que le développement des postes 400 Hz (action décrite précédemment en sections 5.2.2 et 5.2.3) a pour effet d'augmenter les quantités d'électricité consommées (et comptabilisées dans ce poste d'émission), mais bien sûr de diminuer les quantités de combustible nécessaire au fonctionnement des GPU et/ou des APU auxquels ils se substituent.

6. Méthodologies d'évaluation des intensités d'émission

6.1 Rappel du cadre méthodologique fixé par le décret

Le décret n°2016-565 du 10 mai 2016 fixe différents éléments de la méthodologie d'évaluation des intensités d'émission dans le cadre des inventaires à réaliser par les aérodomes :

- L'intensité en gaz à effet de serre ou l'intensité en polluant atmosphérique est le rapport entre le volume des émissions de ces gaz ou polluants et le nombre d'unités de trafic sur la plateforme concernée la même année;
- L'unité de trafic est le nombre entier de milliers de passagers embarqués ou débarqués additionné du nombre entier de centaines de tonnes de fret ou de poste embarqué à bord d'aéronefs ou débarqué d'aéronefs ;
- Le pouvoir de réchauffement global des gaz à effet de serre est celui établi par le pôle de coordination national institué par l'article R. 229-49 du code de l'environnement ;
- Les émissions des moteurs de propulsion lors du roulage sont, pour chaque avion, le produit des paramètres de temps de roulage, de consommation de carburant par unité de temps (fonction du type d'avion et de sa motorisation) et du facteur d'émission pour chaque gaz ou polluant concerné;
- Les émissions des moteurs auxiliaires de puissance sont le produit des paramètres de temps d'utilisation et du facteur d'émission pour chaque gaz ou polluant concerné ;
- Les émissions des autres sources mobiles et fixes sont établies, selon le cas, à partir des paramètres pertinents suivants: la puissance développée, la consommation de carburant et de fluides frigorigènes, la durée d'utilisation, la distance parcourue et le facteur d'émission. Le cas échéant, en l'absence de données, l'exploitant d'aérodrome utilise des valeurs forfaitaires ;
- « A défaut de figurer dans la réglementation ou documentation française ou de l'Union européenne et, le cas échéant, à défaut d'être communiqués par les transporteurs aériens, les prestataires de services ou les services de l'Etat concernés, les paramètres mentionnés dans le présent article sont des valeurs évaluées par l'exploitant d'aérodrome sur la base des documents édités par l'Organisation de l'aviation civile internationale. »
- « En l'absence de données relatives aux émissions de gaz à effet de serre autres que le dioxyde de carbone, le ministre chargé de l'environnement organise, avec l'appui de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, la publication des valeurs forfaitaires à utiliser. »
- « Pour les sources d'émissions non couvertes par le programme des actions, l'exploitant d'aérodrome peut retenir des hypothèses de maintien de l'intensité en gaz à effet de serre et polluants atmosphériques lorsqu'il ne peut en faire une modélisation plus fine en l'absence de données. »
- Les évaluations élaborées par chaque exploitant d'aérodrome pour les échéances susmentionnées, tiennent compte, en particulier, de l'évolution:
 - o 1° De la flotte et du nombre de mouvements d'avions;
 - o 2° De la durée moyenne de roulage des avions et de la durée moyenne d'utilisation de leurs moteurs auxiliaires de puissance et des éventuelles procédures opérationnelles visant à réduire les émissions au roulage;
 - o 3° De la flotte de véhicules d'assistance en escale et véhicules routiers utilisés par l'exploitant d'aérodrome ainsi que de l'évolution de leur utilisation;
 - o 4° Des autres sources d'émissions identifiées au titre de l'article 4.

- « Afin de déterminer l'évolution de flotte des avions et des émissions engendrées par leurs moteurs de propulsion, l'exploitant d'aérodrome tient compte de l'amélioration de l'efficacité énergétique constatée annuellement entre 2005 et 2015 en vue d'extrapoler, de manière linéaire et à taux de progrès constant, la consommation prévisible des avions en 2020 et en 2025. Le cas échéant, il s'appuie sur la direction du transport aérien de la direction générale de l'aviation civile pour élaborer ces prévisions. »
- « Les unités de trafic sont calculées sur la base du trafic réel pour l'année 2010 et évaluées, pour les années 2020 et 2025, par l'exploitant d'aérodrome. Le cas échéant, il s'appuie sur la direction du transport aérien pour élaborer les prévisions concernant les années 2020 et 2025. »

6.2 Constats relatifs aux méthodologies appliquées par les aérodrômes

6.2.1 Points généraux

Les principaux référentiels méthodologiques et bases de données utilisés par les aérodrômes pour estimer les quantités d'émission de gaz à effet de serre et de polluants sont les suivants :

- Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France, CITEPA (Ominea - 13e édition – avril 2016) ;
- Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs, CITEPA/DGAC - mars 2013. ;
- Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère des APU (édition juillet 2007)
- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013 (juillet 2015);
- MEET – Methodologies for Estimating air pollutant Emissions for Transport;
- OACI Airport Air Quality Manual (2011)
- Aircraft Ground Handling Emission – Methodology and Emission Factors Zurich Airport (2014);
- Airport Carbon Accreditation, Guidance document, issue 10 (septembre 2016) ;
- Base Carbone ADEME - consultable en ligne sur le site www.bilans-ges.ademe.fr;
- Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale – ACNUSA (juillet 2016) ;
- Calculs des émissions au roulage « avions » 2010 et 2015 : outil Tarmaac - DGAC/DTA – données transmises en novembre 2016 ;
- Estimations des émissions de CO₂ en 2020 et 2025 (avions au roulage) – modèles DGAC/DTA

La suite de cette section 6.2 n'a pas pour vocation d'exposer de façon exhaustive les méthodologies détaillées appliquées par les aérodrômes. L'intention est de rendre compte des points spécifiques ayant un intérêt particulier ici, et de ceux qui appellent des observations.

Nous attirons également l'attention sur un point de la méthodologie de calcul, qui s'applique à l'ensemble des différents postes, conformément au décret : les aérodrômes calculent des émissions (de CO₂, NO_x, COV et TSP) en 2010, 2020 et 2025, puis les divisent par les unités de trafic (comme spécifié dans le décret et rappelé plus haut) pour établir les intensités d'émission, qui sont les résultats finaux attendus dans ce cadre.

6.2.2 Poste « Avions – roulage »

6.2.2.1 Données disponibles

Les exploitants d'aérodrômes et/ou la direction générale de l'aviation civile disposent de données fines et complètes concernant l'activité réalisée. Ainsi, les bases de données répertorient l'ensemble des vols et contiennent, pour chaque vol :

- Le nombre de passagers embarqués ou débarqués ;
- La quantité de fret ou de poste embarqué ou débarqué, mesurée en tonne ;
- Le nombre et le type précis de moteurs ;
- La durée de roulage à l'arrivée et au départ.

En complément, l'OACI met à disposition⁴⁹ une base de données sur les gaz d'échappement des moteurs d'avions, basée sur les informations fournies volontairement par les constructeurs. Ces mesures doivent être établies selon les procédures spécifiées par l'OACI⁵⁰. Comme exposé par la DGAC dans son guide technique⁵¹, les moteurs pour chaque constructeur (Safran, Rolls Royce, Pratt&Whitney, Honeywell, etc.) sont identifiés (UID, puissance nominale, type de kérosène utilisé, etc.) et les facteurs d'émission des polluants (HC, CO, NOx et smoke number) sont fournis pour chaque phase du cycle LTO (donc en particulier pour la phase « roulage » ou « circulation au sol »⁵²). Par ailleurs, la base de données donne des précisions notamment sur le débit carburant (« fuel flow »).

6.2.2.2 *Modèle de calcul des émissions réalisées*⁵³

Depuis plusieurs années, la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) réalise le calcul des émissions imputables à l'activité de l'aviation commerciale en France à l'aide du calculateur TARMAAC (Traitements et Analyses des Rejets éMis dans l'Atmosphère par l'Aviation Civile).

TARMAAC est un outil développé par la DGAC en coopération avec le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique), notamment utilisé pour établir l'inventaire des émissions du trafic aérien de la France établi dans le cadre des engagements pris lors du protocole de Kyoto (niveau national), mais également pour quantifier les émissions moyennes par passager équivalent pour les principales lignes aériennes commerciales en France, fournies par le calculateur en ligne de la DGAC⁵⁴.

TARMAAC s'appuie sur des méthodes internationales utilisées pour les inventaires d'émissions et sur des données détaillées de trafic réel, allant jusqu'au vol à vol (type avion, motorisation, chargement en passagers, fret et poste, temps de roulage, etc...).

Ainsi, pour chaque mouvement, TARMAAC calcule la distance orthodromique (à vol d'oiseau) entre le terrain de départ et celui d'arrivée à partir de leurs coordonnées géographiques et applique différents coefficients de consommation et d'émissions (fonction du type avion et du type moteur) sur chaque phase du vol modélisé (sol, montée, croisière descente, approche, sol).

Les coefficients sont issus de bases de référence et de méthodes connues (MEET⁵⁵, base OACI⁵⁶), complétées par des opérations de recalibrage avec des données de consommation réelles de compagnies partenaires.

6.2.2.3 *Estimation des émissions en 2010*

Pour 10 aérodromes sur 11, c'est la DGAC qui a effectué le calcul des émissions dues au roulage des avions sur la base des données décrites ci-dessus et à l'aide du logiciel TARMAAC.

⁴⁹ A l'adresse : <https://www.easa.europa.eu/document-library/icao-aircraft-engine-emissions-databank>

⁵⁰ Annexe 16 de la Convention sur l'Aviation Civile Internationale – Protection de l'Environnement – Volume II Emissions des moteurs d'aviation - 3^{ème} édition, Juillet 2008 (International Civil Aviation Organization).

⁵¹ Guide de calcul des émissions dues aux aéronefs – DGAC, STAC, Mai 2015

⁵² Dénommée « Taxi/ground idle » ou simplement « idle » dans les documents

⁵³ Les informations relatives à l'outil TARMAAC dans cette section sont issues de la documentation DGAC (« Les émissions gazeuses liées au trafic aérien commercial en France en 2016 »)

⁵⁴ <http://eco-calculateur.aviation-civile.gouv.fr/>

⁵⁵ MEET : Methodologies of Estimating air pollutant Emissions for Transport – voir Kalivoda M.T. & M. Kudrna (1997): Methodologies for estimating emissions from air traffic)

⁵⁶ ICAO Aircraft Engine Emissions Databank

Parmi ces 10 aéroports, un aéroport se distingue cependant par le fait que le nombre de mouvements déclarés en 2010 est nettement inférieur (-31%) à celui des statistiques publiées par la DGAC. Cet écart pourrait s'expliquer par l'exclusion, non prévue au décret, de mouvements liés à l'aviation d'affaires commerciale.

Un seul aéroport a fait réaliser l'estimation sur d'autres bases méthodologiques que celles proposées par la DGAC. On constate par exemple que le nombre de mouvements déclarés en 2010 par l'aéroport est largement supérieur (+40%) à celui des statistiques publiées par la DGAC. Là aussi, l'écart pourrait s'expliquer par l'inclusion, non prévue au décret, de mouvements liés à l'aviation privée ou aux hélicoptères. Cependant, l'aéroport a bien conservé la même méthodologie pour 2010, 2020 et 2025.

6.2.2.4 Estimation des émissions en 2020 et 2025

Comme prévu à l'article 6 du décret, la direction du transport aérien de la direction générale de l'aviation civile (DGAC) a fourni des données prévisionnelles aux exploitants d'aéroports qui lui en ont fait la demande. Ces prévisions DGAC sont fondées sur les éléments suivants :

- Prolongement des tendances observées sur la période 2000-2016, basées sur l'utilisation du modèle TARMAAC et les données exposées plus haut (section 6.2.1.1) par un modèle de régression linéaire avec les variables explicatives suivantes :
 - o Emport moyen (nombre de passagers équivalents par mouvement) ;
 - o Durée de roulage ;
 - o Temps.

A titre d'illustration, la DGAC établit sur la période 2000-2016, les émissions de CO₂ par passager équivalent, pour la phase de roulage. Elles ont diminué de 1,9% par an en moyenne, sur l'ensemble des 11 aéroports. Cette évolution est représentée dans le tableau ci-dessous.

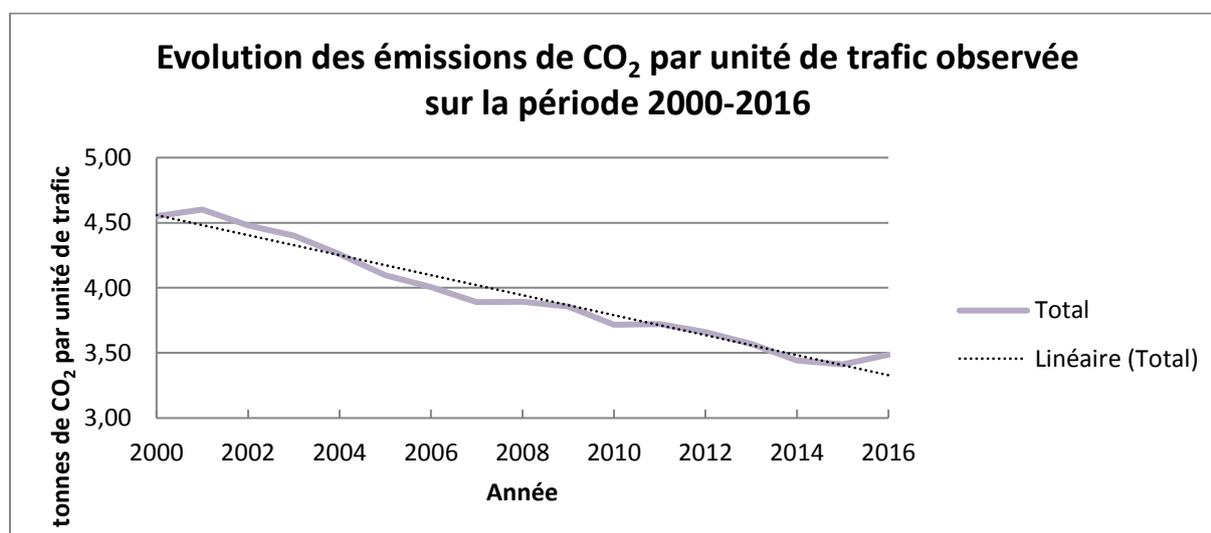


Figure 15 - Evolution des émissions de CO₂ par unité de trafic entre 2000 et 2016, source DGAC

Dans le cadre de son analyse, la DGAC a distingué 4 groupes d'aéroports :

- o Paris-Charles-de-Gaulle ;
- o Paris-Orly ;
- o Paris-Le Bourget ;
- o Bâle-Mulhouse, Beauvais, Bordeaux, Lyon, Nantes, Nice, Marseille, Toulouse.

- Hypothèses relatives au « roulage N-1 moteurs » à l'arrivée (pratique consistant à éteindre un moteur lors du roulage suivant l'atterrissage, et donc à rouler avec un moteur en fonctionnement en moins) :
 - o Taux d'utilisation (pourcentage des mouvements à l'arrivée) en 2020, a priori de 20%, à confirmer par aéroport ;
 - o Taux d'utilisation en 2025 à fixer par aéroport ;
- Hypothèses relatives aux biocarburants :
 - o Taux d'incorporation de 0,5% en 2020 et 1,5% en 2025 ;
 - o Facteur d'émission du biocarburant égal à la moitié de celui du carburant conventionnel ;

Sept aéroports sur onze ont appliqué la méthode nommée ici « méthode DGAC » : ils se sont ainsi appuyés sur les émissions unitaires de CO₂e, NO_x, COV et TSP fournis individuellement par la DGAC pour calculer les émissions prévisionnelles en 2020 et 2025, à partir de leurs propres prévisions d'unités de trafic en 2020 et 2025.

Les quatre autres aéroports ont retenu une méthode nommée ici « méthode ATAG » : ils se sont appuyés sur l'engagement officiel des industriels de l'aviation, représentés par l'ATAG⁵⁷, de parvenir à une amélioration moyenne de 1,5% par an de l'efficacité énergétique entre 2009 et 2020. Les quatre aéroports ont appliqué ce taux d'amélioration à leurs propres prévisions d'évolution de trafic, mesurée en terme de nombre de mouvements (et non d'unités de trafic). Voir l'avis de l'ADEME concernant cette méthodologie de calcul dans la section 7.1.2.

Enfin, l'un de ces quatre aéroports a retenu, pour l'estimation des émissions en 2025, une méthode nommée ici « méthode CORSIA », consistant à considérer que les émissions seront stables entre 2020 et 2025. Cette approche s'appuie sur l'hypothèse d'une croissance des unités de trafic voire du nombre de mouvements, mais d'une stabilisation des émissions par un ensemble de mesures de progrès technologiques, opérationnels et d'autres dispositions telles qu'un mécanisme de compensation des émissions excédentaires, officialisé dans le cadre d'un accord international en 2016⁵⁸. Voir également l'avis de l'ADEME au sujet de cette méthodologie de calcul en section 7.1.2.

6.2.3 Poste « Avions –APU »

6.2.3.1 Données disponibles

Les exploitants d'aéroports ont en principe accès aux données historiques relatives au nombre d'escales par avion ou par type d'avion (court, moyen ou long courrier).

En revanche, ils n'ont pas, hors études spécifiques et ponctuelles⁵⁹, de données sur l'utilisation effective des APU, et la durée de l'utilisation.

⁵⁷ ATAG : Air Transport Action Group, association représentant les différents secteurs de l'industrie aéronautique ; cf. <http://www.atag.org/>

⁵⁸ CORSIA : Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation ; cf. https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39_CORSIA_FAQ2.aspx

⁵⁹ Voir notamment le compte-rendu de l'étude sur les émissions de l'escale à Toulouse-Blagnac, publié dans le guide méthodologique de l'ACNUSA (Juillet 2016), page 13

Pour 2020 et 2025, les aéroports ont utilisé les mêmes données que pour l'évaluation des émissions du roulage, permettant de connaître le nombre d'escales (égal à la moitié du nombre de mouvements).

6.2.3.2 Méthodes de calcul

Les aéroports ont, en principe, utilisé le guide méthodologique proposé par le CITEPA⁶⁰. Ce guide propose deux solutions pour le calcul des émissions de CO₂, NO_x, COV, et PM₁₀ (notamment) des APU, laissées au choix de l'utilisateur en fonction des données disponibles :

- Une méthodologie générale, faisant intervenir la durée d'utilisation de l'APU, à préciser par l'utilisateur selon le type d'avion (soit court ou moyen-courrier, soit long courrier) ;
- Une méthodologie par défaut, fixant des valeurs considérées comme représentatives pour la durée d'utilisation de l'APU pendant une escale : 45 minutes pour un court ou moyen-courrier, et 75 minutes pour un long courrier.

6.2.3.3 Estimation des émissions en 2010

Les aéroports ont, en principe, estimé leurs émissions à partir de l'une des deux méthodes de calcul proposées par le CITEPA, et les données historiques du nombre d'escales par type d'avion (court, moyen ou long courrier).

6.2.3.4 Estimation des émissions en 2020 et 2025

Les aéroports ont, en principe, estimé leurs émissions à partir de l'une des deux méthodes de calcul proposées par le CITEPA, et les données prévisionnelles du nombre d'escales par type d'avion (court, moyen ou long courrier).

6.2.4 Poste « Equipements au sol (GSE) »

6.2.4.1 Données disponibles

Les exploitants d'aéroports n'ont eu, en général, que partiellement accès aux données permettant de recenser les équipements au sol en 2010, ainsi que leurs caractéristiques permettant d'évaluer les émissions correspondantes, en particulier lorsque ces équipements sont gérés par des sociétés externes (assistants en escale, essenciers ...). Cette difficulté s'est évidemment représentée pour les projections aux 2020 et 2025.

6.2.4.2 Méthodes de calcul

Plusieurs aéroports se sont appuyés sur le document méthodologique publié par l'aéroport de Zurich⁶¹, qui fournit des facteurs d'émission par défaut par type d'avion (court, moyen ou long courrier) et par type d'escale (« pier stands » = avion au contact du bâtiment, ou « open stands » = avion stationné à l'écart).

Un aéroport a expliqué avoir appliqué deux méthodes différentes pour 2010 et 2020-2025.

⁶⁰ Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère des APU – CITEPA, 2007

⁶¹

https://www.zurich-airport.com/~media/flughafenzh/dokumente/das_unternehmen/laerm_politik_und_umwelt/luft/2014_gse_e_missionmeth_zrh.pdf

6.2.5 Poste « Production chaleur / vapeur »

6.2.5.1 Données disponibles

Les exploitants d'aérodromes ont eu, en général, accès aux données de consommation de combustible (fioul domestique, GNR, gaz) pour les années 2010 à 2015.

6.2.5.2 Méthodes de calcul

Certains aérodromes ont extrapolé l'évolution observée entre 2010 et 2015 pour établir les données en 2020 et 2025. Les aérodromes ont parfois appliqué un coefficient de correction en fonction de l'indice de rigueur climatique⁶² de l'année.

Des hypothèses simplificatrices et/ou optimistes ont été parfois retenues :

- « A l'horizon 2025, nous avons considéré que les émissions dues à la production de chaleur n'augmenteraient pas, ceci étant dû au fait que les bâtiments publics seraient obligatoirement à énergie positive."
- "l'hypothèse a été faite que les consommations de la chaufferie centrale seront les mêmes qu'en 2015 pour 2020 et 2025. »

6.2.6 Poste « Production d'électricité »

6.2.6.1 Données disponibles

Les exploitants d'aérodromes ont eu, en général, accès aux données de consommation de combustible (fioul domestique, GNR), pour les années 2010 à 2015.

6.2.6.2 Méthodes de calcul

Pour les prévisions à 2020 et 2025, les aérodromes ont pris en compte l'évolution du nombre d'heures de fonctionnement des groupes électrogènes, constatée et stabilisée en 2015 pour ceux qui ont restreint l'utilisation aux essais mensuels.

6.2.7 Poste « Fluides frigorigènes »

6.2.7.1 Données disponibles

Les exploitants d'aérodromes ont eu accès aux informations relatives à la nature et la quantité de fluide frigorigène rechargé dans les installations, pour les années 2010 à 2015, voire 2016.

6.2.7.2 Méthodes de calcul

Pour les prévisions à 2020 et 2025, les aérodromes ont suivi diverses méthodes :

- Reprise à l'identique des données de l'année 2010, ou de l'année 2015 (même si les fuites constatées cette année-là était nulle : un aéroport, représentant 2% des unités de trafic en 2010, a déclaré que les fuites étaient nulles pour toute la période ;
- Reprise du taux de fuite annuel moyen observé sur la période 2010-2016 ;
- Application d'un taux de fuite annuel de 5% et 6% selon les systèmes.

⁶² <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1407>

6.2.8 Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

6.2.8.1 Données disponibles

Les exploitants d'aérodromes ont eu accès aux consommations d'électricité pour les années 2010 à 2015, voire 2016.

Ces consommations couvrent a priori l'ensemble des bâtiments de l'aérodrome.

Le seul aérodrome qui a déclaré de l'achat de chaleur a utilisé la donnée relative à la quantité de chaleur consommée annuellement.

6.2.8.2 Méthodes de calcul

Les consommations d'électricité sont multipliées par un facteur d'émission, exprimé en gramme de CO₂e, NO_x, COV ou TSP par kWh.

Pour les prévisions à 2020 et 2025, les aérodromes ont suivi diverses méthodes telles que :

- Reprise à l'identique des données de consommation les plus récentes (2015 ou 2016) ;
- Prise en compte de la consommation prévisionnelle de nouveaux bâtiments ou de nouvelles installations (400 Hz) ;
- Application d'un coefficient de correction en fonction de l'indice de rigueur climatique de l'année ;
- Comme déjà évoqué à la section 5.2.7.7, plusieurs aérodromes ont pris en compte des données contractuelles avec leurs fournisseurs d'électricité (« électricité verte »).

Les sources utilisées par les aérodromes pour connaître ces facteurs d'émission sont :

- La Base Carbone de l'ADEME (gaz à effet de serre uniquement) ;
- Le GHG Protocol⁶³ ;
- La base ELCD (European Life Cycle Database) de la Commission Européenne⁶⁴ ;
- Les fournisseurs d'électricité en contrat avec l'aérodrome.

A noter que, sauf erreur, ces facteurs d'émission ne sont pas des valeurs prévisionnelles mais uniquement des valeurs historiques.

⁶³ <http://www.ghgprotocol.org/>

⁶⁴ <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/>

7. Observations de l'ADEME

7.1 Commentaires relatifs aux méthodologies de calcul

7.1.1 Observations générales

Les émissions comptabilisées par les aéroports n'intègrent pas les émissions « amont » des sources d'énergie type combustible telles que le kérosène, le gazole routier, le gazole non routier (GNR), le fioul domestique, le gaz, etc. Seules les émissions amont liées à la production de l'électricité achetée ont été prises en compte.

L'ADEME rappelle que sa recommandation pour les bilans GES est d'intégrer ces émissions « amont » des sources d'énergie (et plus généralement les autres émissions indirectes rassemblées sous l'appellation « scope 3 »)⁶⁵. Toutefois, dans le cadre présent de l'application de l'étude de l'évolution des intensités d'émission, et de changements à la marge de catégories de sources d'énergie (du type remplacement d'un combustible fossile par un autre), l'impact ne devrait pas être significatif, et ne serait pas forcément défavorable aux bilans présentés par les aéroports (exemple : substitution des GPU fonctionnant au GNR par l'électricité avec les postes 400 Hz).

Nous précisons que les résultats présentés dans ce rapport de bilan n'ont pas fait l'objet de correction de la part de l'ADEME, malgré les quelques réserves présentées ci-après.

7.1.2 Poste « Avions – roulage »

7.1.2.1 Base de données de l'OACI (« ICAO Aircraft Engine Emissions Databank »)

Sur la page Internet qui présente la base contenant les données des constructeurs de moteurs d'avion⁶⁶, nous notons que l'accent est mis sur le fait que les constructeurs sont seuls responsables de la véracité des informations.

7.1.2.2 Modélisation basée sur l'utilisation de la base de données de l'OACI

Le modèle TARMAAC s'appuie notamment sur ces données des constructeurs issues de la base OACI. Le CITEPA nous a confirmé que, lors de la réalisation des bilans d'émission au niveau national, une comparaison des résultats du modèle avec les livraisons de carburant ne donne pas des écarts importants : un recalibrage a lieu, mais il est faible.

Cependant, cette vérification vaut pour les émissions de GES, mais ne permet pas de confirmer que les émissions théoriques de polluants (NOx, COV, et TSP) des avions sont conformes aux valeurs réelles.

7.1.2.3 Augmentation de l'emport

La tendance historique à l'augmentation de l'emport peut être questionnée : celle-ci a pu connaître une évolution assez nette dans la période 2000-2015 (peut-être sous l'effet du développement des vols low-cost, d'avions de plus grande capacité, et d'autres évolutions identifiées) sans que cette évolution soit forcément amenée à être prolongée dans les 10 années suivantes. Les aéroports semblent bien avoir adopté des prévisions allant dans le sens de cette remarque : ils ont globalement prévu une moindre amélioration annuelle moyenne de l'emport sur la période 2020-2025 (+1,1% par an) que sur la période 2010-2025 (+2,2% par an).

⁶⁵ <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/art75/siGras/0>

⁶⁶ <https://www.easa.europa.eu/document-library/icao-aircraft-engine-emissions-databank>

7.1.2.4 Méthode « ATAG »

Comme exposé en section 6.2.2.4, quatre aérodromes (représentant moins de 20% des unités de trafic 2010) ont retenu une méthode consistant à s'appuyer sur l'engagement officiel des industriels de l'aviation, représentés par l'ATAG, de parvenir à une amélioration moyenne de 1,5% par an de l'efficacité énergétique entre 2009 et 2020.

Cette méthode appelle selon nous les réserves suivantes :

- L'engagement de l'ATAG semble porter sur l'efficacité mesurée en consommation de carburant ou émissions de CO₂ rapportées au trafic réalisé mesuré en passager kilomètre équivalent ou tonne kilomètre équivalente ; ce qui signifie que l'effet « augmentation de l'emport » est déjà intégré. Or les aérodromes ont appliqué ce taux après avoir préalablement estimé une prévision en nombre de mouvements tenant compte de cette augmentation de l'emport. L'effet est donc doublement comptabilisé ;
- L'engagement ne porte pas précisément sur chacun des 4 impacts visés par le décret (si les GES sont proportionnels à la consommation de carburant, ce n'est pas le cas des NO_x, COV et TSP) ;
- L'engagement ne porte pas précisément sur la phase de roulage des avions.

7.1.2.5 Méthode « CORSIA »

Comme exposé en section 6.2.2.4, l'un des aérodromes (représentant moins de 10% des unités de trafic 2010) a retenu, pour l'estimation des émissions en 2025 une méthode CORSIA consistant à considérer que les émissions seront stables entre 2020 et 2025.

Les résultats obtenus avec la méthode DGAC sur d'autres aérodromes similaires en terme de prévision de croissance du nombre de mouvements sur cette période 2020-2025 montrent que les émissions sont en hausse d'environ 7%. C'est donc probablement le résultat qu'aurait obtenu cet aérodrome.

L'application de cette méthode « CORSIA » n'est pas justifiée pour les raisons suivantes :

- Ce mécanisme « CORSIA » repose sur la compensation carbone, alors que dans le cadre du décret, il s'agit de déclarer des émissions effectives ;
- De plus, il ne porte que sur le CO₂, donc l'impact sur les autres GES et surtout sur les polluants ne fait pas partie de ces prévisions et de cet accord ;
- L'accord est global, il n'est pas décliné à l'échelle de chaque aérodrome, ni à la phase de roulage des avions sur les aérodromes.

7.1.2.6 Divers

Un aérodrome n'a pas comptabilisé d'émissions de TSP pour le poste « Avions – roulage », au motif qu'il ne disposait pas de projections de ces émissions en 2020 et 2025. Ce choix méthodologique n'est pas acceptable.

7.1.3 Poste « Avions –APU »

Sauf erreur, la connaissance des émissions réelles des APU est peu documentée dans la littérature, ce qui interroge sur les résultats obtenus avec les méthodologies disponibles.

La source des émissions théoriques unitaires des APU n'est pas précisément identifiée, dans le guide méthodologique du CITEPA utilisé par la plupart des aérodromes.

Les aérodromes qui ont utilisé des valeurs spécifiques pour les temps d'utilisation des APU n'ont pas toujours précisé par quels moyens de mesure ou d'enquête ces valeurs ont été obtenues, et n'ont pas fourni d'information sur l'évolution de valeurs mesurées au fil du temps, selon le type d'appareil, le mode de stationnement, etc.

7.1.4 Poste « Equipements au sol (GSE) »

Les aérodromes n'ont pas tous fourni un inventaire précis des matériels (même par catégorie d'équipement), ni les valeurs des paramètres et hypothèses utilisées (comme demandé à l'article 8 du décret) permettant d'apprécier les résultats communiqués.

L'aérodrome qui a appliqué deux méthodes différentes en 2010 et 2020-2025 fait apparaître des évolutions très différentes entre les émissions de GES d'une part (multipliées par trois entre 2010 et 2020), et celles des polluants (NOx, COV et TSP, en baisse de 5% entre 2010 et 2020). Ces résultats ne sont donc pas liés uniquement aux actions déclarées, mais aussi à ce changement méthodologique. L'impact est significatif sur l'évolution des émissions cumulées sur ce poste pour l'ensemble des 11 aérodromes, dont l'interprétation n'est plus possible. Sauf erreur, cette approche a pénalisé les résultats de l'aérodrome pour l'évolution de ses émissions de GES sur ce poste.

7.1.5 Poste « Production chaleur / vapeur »

Les aérodromes n'ont pas tous fourni les valeurs de paramètres et hypothèses utilisées (comme demandé à l'article 8 du décret) permettant d'apprécier les résultats communiqués. Notamment, il n'a pas été toujours précisé si les bénéficiaires de la chaleur produite étaient dans un périmètre inchangé si celui-ci évoluait sensiblement entre 2010 et 2025.

Un aérodrome a comptabilisé ses achats de chaleur dans ce poste « production chaleur / vapeur ».

Un aérodrome a comptabilisé en 2010 les émissions liées au fonctionnement d'une turbine à cogénération, sans décompter les émissions évitées en lien avec l'électricité produite, ce qui majore les émissions de l'année de référence.

Un aéroport au moins signale ne pas avoir évalué l'impact d'un projet de renouvellement de ses chaudières prévu en 2017/2018, faute d'informations précises sur les gains en matière de rendement. Si d'autres aéroports ont eu la même approche, cela peut avoir pour effet de surestimer les émissions prévisionnelles sur ce poste.

Un aéroport a appliqué un facteur de correction lié à l'indice de rigueur climatique aux consommations de l'année 2015 (année relativement douce : indice = 0,874), pour extrapoler les consommations des années 2020 et 2025, supposées équivalentes. Mais il n'a pas appliqué cette correction à l'année de référence 2010 (année relativement froide : indice = 1,144). Ce n'est pas méthodologiquement cohérent.

7.1.6 Poste « Production d'électricité »

Les aérodromes n'ont pas tous fourni les valeurs des paramètres et hypothèses utilisées (comme demandé à l'article 8 du décret) permettant d'apprécier les résultats communiqués.

Trois aérodromes ont comptabilisé la production d'électricité de secours dans le poste « production chaleur / vapeur ».

7.1.7 Poste « Fluides frigorigènes »

Les aéroports n'ont pas tous fourni les valeurs des paramètres et hypothèses utilisés (comme demandé à l'article 8 du décret) permettant d'apprécier les résultats communiqués.

Rappelons cependant qu'il s'agit du poste le moins significatif dans le bilan des émissions des aéroports.

7.1.8 Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

Les aéroports n'ont pas tous fourni les valeurs des paramètres et hypothèses utilisées (comme demandé à l'article 8 du décret) permettant d'apprécier les résultats communiqués. Notamment, il n'a pas été toujours précisé si les bénéficiaires de l'électricité achetée étaient dans un périmètre inchangé si celui-ci évoluait sensiblement entre 2010 et 2025.

Un aéroport a comptabilisé l'achat de chaleur dans le poste « production chaleur / vapeur ».

Comme décrit plus haut (sections 5.2.7.6.2 et 5.2.7.7), quatre aéroports ont appliqué une méthode visant à valoriser l'achat d'électricité verte. Voici différents éléments expliquant les réserves de l'ADEME à ce sujet :

- En principe, en France, les offres d'électricité verte s'appuient principalement sur le mécanisme des garanties d'origine (GO). La garantie d'origine est un outil de certification ex-post de l'énergie renouvelable, pour les énergies renouvelables en dehors du périmètre du régime de soutien (électricité bénéficiant d'un tarif d'achat). Indépendamment des flux physique d'électricité, acheter une GO est la preuve qu'un MWh d'électricité renouvelable a été produit en Europe. Ces garanties ne sont donc pas émises sur de l'électricité bénéficiant d'un tarif d'achat, et elles certifient aujourd'hui principalement (à 95%) de l'électricité d'origine hydraulique amortie et sortie des tarifs d'achat, des usines d'incinération d'ordures ménagères (dont l'électricité est considérée à 50% renouvelable) et un peu d'installations au biogaz.
- On note par ailleurs une confusion entre certificats verts et garanties d'origine. Le certificat vert intervient dans les régimes d'aide dont la logique repose sur l'obligation conférée à des producteurs d'avoir une certaine portion de leur production d'origine renouvelable. Le certificat vert est bien un outil économique portant des objectifs politiques, à l'inverse de la garantie d'origine, qui est un outil de certification d'une production d'origine renouvelable, mais qui n'impose pas de quota de production.
- Dans le cadre de la réalisation de bilans GES, la méthodologie de référence⁶⁷ en France précise bien, concernant l'électricité, qu'il n'est pas autorisé d'utiliser d'autres facteurs d'émission que ceux figurant dans la Base Carbone®, et que l'identité du fournisseur d'électricité n'est pas un élément discriminant.
- En conclusion, les aéroports auraient donc dû utiliser les facteurs d'émission de la Base Carbone®.

⁶⁷ Méthode pour la réalisation des bilans d'émissions de gaz à effet de serre conformément à l'article L. 229-25 du code de l'environnement (Version 4 - Octobre 2016)

7.2 Observations relatives aux actions de réduction

7.2.1 Poste « Avions – roulage »

7.2.1.1 Actions relatives au temps de roulage

Les actions présentées par les aérodromes sont principalement ciblées sur le temps de roulage (cf. section 5.2.1.6.1). Cependant, les données communiquées par les aérodromes ne permettent pas à l'ADEME de présenter un tableau complet des temps de roulage, qui montrerait les temps de roulage en 2010, 2020 et 2025 (voire 2015) pour chaque aérodrome et qui, pondéré par le nombre de mouvements, permettrait de montrer la progression éventuelle du temps de roulage moyen.

Il n'est pas certain que les actions visant le temps de roulage parviennent à améliorer celui-ci : du fait d'autres facteurs ayant un impact négatif a priori, il se peut que, dans certains cas au-moins, ces actions ne permettent que de limiter l'augmentation du temps de roulage.

L'un de ces facteurs contribuant à l'augmentation du temps de roulage est l'augmentation du trafic aérien (mesuré en nombre de mouvements), qui peut générer des temps d'attente importants, particulièrement dans la phase de roulage des avions au départ⁶⁸.

7.2.1.2 Actions relatives au « roulage vert »

L'exposé sommaire accompagnant l'amendement⁶⁹ visant à insérer l'article dans le projet de loi « Transition Energétique », dans le cadre des débats à l'Assemblée Nationale en 2014, ne mentionnait que deux types d'action, dont la principale était le « roulage vert » : « Dans un grand nombre d'aéroports, les avions utilisent leurs APU - moteurs auxiliaires de puissance - pour le roulage au sol, vecteurs de pollution atmosphérique et de bruit. Pourtant, des alternatives techniques ont été développées par des entreprises françaises. Il existe, par exemple, des véhicules électriques de tractage commandés par le pilote. Après études, de tels systèmes, ou équivalents, pourraient être généralisés. »

Nous constatons que ces actions n'ont pas été significativement retenues pour l'instant par les aérodromes. Et les deux aérodromes qui les ont mentionnées n'ont pas valorisé directement le gain potentiel correspondant (ils ont appliqué globalement les méthodes « ATAG » et « CORSIA » discutée plus haut).

Nous comprenons que ces solutions sont encore au stade des tests.

7.2.2 Poste « Avions –APU »

Les aérodromes n'ont pas fourni l'ensemble des informations (paramètres, hypothèses, etc.) qui permettraient de commenter les actions relatives au poste « avions – APU ».

Il aurait ainsi été utile de disposer des temps réels ou prévisionnels d'utilisation des APU, des GPU, du 400 Hz voire des PCA en 2010, 2020 et 2025 (voire 2015), pour chaque aérodrome.

⁶⁸ Cf. par exemple cet extrait d'un article de presse : « L'essor continu du trafic aérien (5% par an) a considérablement allongé le temps de roulage des avions contraints d'attendre leur tour, moteurs allumés, sur les pistes des aéroports encombrés. « Le temps de roulage peut être très long, de vingt à trente minutes », confirme Bruno Delile, directeur de la flotte du groupe Air France. « Particulièrement à Roissy », hub de la compagnie française. » Source : http://www.liberation.fr/futurs/2013/06/19/faire-rouler-les-avions-sans-kerosene-un-enjeu-ecolo_911475

⁶⁹ Amendement n°535, adopté

Nous notons cependant que quelques aérodromes visent un taux d'utilisation du 400 Hz supérieur à 80% des escales en 2025.

L'étude prévue par les aérodromes permettra certainement de mieux appréhender le sujet.

Concernant la réduction du temps d'utilisation de l'APU, les valeurs limites fixées par arrêté permettent en principe d'obtenir une baisse proportionnelle des émissions. Signalons toutefois que, par exemple, l'arrêté pour les 3 aéroports parisiens décompte le temps à partir de « l'heure programmée de départ », qui peut différer de l'heure de départ effective : le temps d'utilisation effectif moyen pourrait ainsi être supérieur à celui mentionné dans l'arrêté⁷⁰. De plus, les arrêtés prévoient parfois des durées d'utilisation maximales qui semblent peu contraignantes puisque supérieures aux valeurs par défaut considérées comme représentatives dans le guide du CITEPA de 2007 (45 mn pour un court ou moyen-courrier, et 75 minutes pour un long-courrier)⁷¹.

7.2.3 Poste « Equipements au sol (GSE) »

Les aérodromes n'ont pas fourni l'ensemble des informations (paramètres, hypothèses, inventaires, etc.) qui permettraient de commenter les actions relatives au poste « Equipements au sol (GSE) ».

L'exposé sommaire accompagnant l'amendement visant à insérer l'article dans le projet de loi « Transition Energétique », cité plus haut, mentionnait, en complément des actions relatives au « roulage vert » : « de nombreux véhicules circulant sur les plateformes, notamment pour le chargement et le déchargement des avions, pourraient être électriques. »

Il n'est pas possible de faire un bilan précis et pédagogique sur le taux d'équipement en véhicules électriques, sur la base des informations communiquées par les aérodromes. Cependant, on note qu'une majorité d'aérodromes prévoit une augmentation du nombre de ces véhicules.

7.2.4 Poste « Production chaleur / vapeur »

Les actions les plus significatives et emblématiques sont celles relatives au recours aux énergies renouvelables (biomasse, géothermie, solaire). Le remplacement d'installations devenues anciennes par des chaudières plus modernes relève du processus normal de la gestion des bâtiments, et non à proprement parler d'une action de réduction des émissions.

Les aérodromes n'ont pas fourni un inventaire précis des surfaces concernées, permettant d'apprécier le niveau de performance atteint et l'évolution des consommations d'énergie.

7.2.5 Poste « Production d'électricité »

Ce poste d'émission est négligeable, comme montré en section 5.2.5.2.

7.2.6 Poste « Fluides frigorigènes »

Ce poste d'émission est négligeable, comme montré en section 5.2.6.2.

⁷⁰ D'après l'ACNUSA, en Ile-de-France, c'est tout de même l'heure de départ effective qui est mesurée

⁷¹ Exemple de Nantes Atlantique (Arrêté du 24 avril 2006) : 60 mn avant le départ et 20 mn après l'arrivée, soit 80 mn au total

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000460151>

Notons cependant qu'il existe des solutions de gaz réfrigérants tels que le dioxyde de carbone ou le propane ayant un pouvoir de réchauffement global (PRG) bien moindre que celui des fluides classiques (R134a par exemple).

7.2.7 Poste « Achat électricité / chaleur / vapeur »

Ce poste d'émission n'est pas très significatif non plus, comme montré en section 5.2.7.2.

7.3 Observations relatives aux résultats obtenus

7.3.1 Observations générales

Comme rappelé plus haut, conformément au décret, les aéroports ont évalué les émissions en 2010, 2020 et 2025, puis les ont divisées par les unités de trafic pour établir les intensités d'émission qui constituent les résultats finaux.

Nous observons que les unités de trafic ont fortement augmenté entre 2010 et 2025 : +49% (cf. tableau 4). Pour illustrer l'impact de cette augmentation des unités de trafic sur le résultat, on peut dire par exemple que, si les émissions sont identiques en 2010 et 2025, l'intensité d'émission en 2025 est réduite de 33% par rapport à 2010, comme illustré dans le tableau ci-dessous.

	émissions	unités de trafic	intensité	commentaire
2010	100	100	100	base 100 en 2010
2025	100	149	67	émissions stables = baisse de 33% de l'intensité

Tableau 57 - Illustration de l'impact de l'augmentation du trafic sur l'intensité d'émission

Le tableau suivant complète ces explications avec les valeurs déclarées, à partir d'une valeur de base égale à 100 en 2010 :

		émissions	unités de trafic	intensité	résultat	commentaires
	2010	100	100	100	0	base 100 en 2010
GES	2025	94	149	63	-37	baisse des émissions de 6% = baisse de 37% de l'intensité
NOx	2025	101	149	68	-32	hausse des émissions de 1% = baisse de 32% de l'intensité
COV	2025	75	149	50	-50	baisse des émissions de 25% = baisse de 50% de l'intensité
TSP	2025	104	149	70	-30	hausse des émissions de 4% = baisse de 30% de l'intensité

Tableau 58 - Illustration de l'impact de l'évolution du trafic sur les résultats obtenus

L'évolution des émissions est influencée par trois types de facteurs, qui se combinent :

- Les actions recensées par les aéroports, voire d'autres actions non mentionnées (agrandissements, aménagements, ...) ;
- Des hypothèses et paramètres de calcul, basés notamment sur l'extrapolation de tendances passées concernant l'amélioration de l'efficacité énergétique et environnementale des avions, qui ne sont pas classées comme des actions décidées par les aéroports ;
- L'évolution du trafic.

Puis l'évolution du trafic a elle-même un impact direct (inversement proportionnel) sur l'évolution de l'intensité d'émission : si le trafic est multiplié par deux, l'intensité d'émission est divisée par deux, à niveau d'émission inchangé.

7.3.2 Hiérarchisation des facteurs contributifs

Nous tentons ici d'expliquer synthétiquement et objectivement les résultats obtenus par les aéroports, et présentés en section 4.2.3.

Ces résultats sont principalement liés, d'une part, à des facteurs qui tendent à faire diminuer les émissions absolues (à niveau d'activité constant) :

- Augmentation de l'emport des avions ;
- Amélioration de l'efficacité énergétique des avions (au roulage en particulier, ici) ;
- Amélioration de la performance environnementale du chauffage des bâtiments et le recours à la production de chaleur à partir de sources renouvelables.

Et d'autre part, ces résultats sont acquis grâce à un facteur qui impacte les intensités d'émission, et qui est l'augmentation des unités de trafic (+49% entre 2010 et 2025). Dans le cas des émissions liées aux bâtiments (chauffage et électricité en particulier), en l'absence d'agrandissement des bâtiments, les besoins en énergie et donc les émissions n'ont logiquement pas augmenté au même rythme que la fréquentation des passagers.

Nous rappelons que ces facteurs sont par principe des hypothèses permettant de construire ces prévisions, même si ces hypothèses sont en partie construites sur la base de données historiques et de tendances extrapolées.

Les autres actions ont donc, dans le cadre des programmes communiqués par les aéroports, un effet sur les résultats finaux estimé comme étant plutôt du 2^{ème} ordre (impact d'un ordre de grandeur 10 fois moins important que les facteurs listés plus haut), voire du 3^{ème} ordre (impact 100 fois moins important).

7.3.3 Répartition des actions dans le temps et effets de l'obligation réglementaire

La loi dont l'article est issu ayant été promulguée en août 2015, et le décret publié en mai 2016, il est légitime de s'interroger sur l'effet de ce dispositif réglementaire sur les actions décidées par les aéroports.

Les aéroports n'ont pas donné tous les éléments permettant d'étudier cet effet. Néanmoins, nous pouvons facilement constater que les principaux facteurs identifiés ci-dessus ne sont pas liés au dispositif réglementaire :

- Le 1^{er} (augmentation de l'emport) est une tendance observée et prolongée sur la période jusqu'en 2025 ;
- Le 2^{ème} (amélioration de l'efficacité énergétique des avions au roulage) est une tendance liée aux performances croissantes des flottes ;
- Le 3^{ème} (amélioration de la performance du chauffage) est très majoritairement le résultat des actions réalisées entre 2010 et 2015 (et donc souvent décidées encore avant) ; d'ailleurs, la plupart des aéroports ont pris comme référence leurs consommations de l'année 2015 ou 2016 pour projeter à l'identique leurs consommations en 2020 et 2025.

Comme évoqué plus haut (section « contexte », en début de ce rapport) et plus loin (annexe 3 « La démarche ACA »), en 2015-2016, les aéroports étaient tous, à des niveaux d'engagement variables, depuis plus ou moins longtemps, dans des projets visant à diminuer l'impact environnemental de leurs activités directes ou indirectes.

Au vu de la programmation annuelle des actions communiquée par les aéroports, il ne nous semble pas que ce décret a eu pour effet de déclencher de nouvelles actions, ni d'accélérer le déploiement ou

le périmètre d'actions préalablement initiées : la période 2010-2020 est principalement alimentée par des actions déjà réalisées au moment de la publication du décret, c'est-à-dire réalisées sur la période 2010-2016 ; Et la période 2020-2025 ne fait l'objet que de peu d'actions nouvelles, non significatives.

7.3.4 Répartition des résultats entre les aéroports

Nous avons pu observer que les résultats ne sont pas toujours uniformément répartis entre les aéroports.

Par exemple, sur le poste « production chaleur / vapeur », d'importantes économies d'émission sont réalisées par un petit nombre d'aéroports, mais l'intensité d'émissions de ces aéroports sur ce poste était en 2010 nettement supérieure à la moyenne des autres aéroports.

Plus globalement, une analyse comparée des réductions d'émission et des intensités d'émission entre les aéroports nécessiterait :

- Une méthodologie de calcul commune, mieux harmonisée ;
- La prise en compte du niveau initial (en 2010) ;
- La communication d'éléments plus détaillés de la part de chaque aéroport ;

De plus, l'ADEME n'a pas reçu l'autorisation des différents aéroports de publier des éléments spécifiques issus des rapports détaillés qui lui ont été remis. Une telle analyse n'est donc pas développée ici.

7.3.5 Marges de progrès

L'analyse comparative d'éléments détaillés et complets, par aéroport, apporterait des éléments de réponse à la question de connaître les marges de progrès de chaque aéroport.

Concernant par exemple le poste « production de chaleur / vapeur », il serait intéressant d'analyser les ratios suivants :

- Emissions de GES rapportées aux surfaces dédiées aux aéroports passagers ;
- Emissions de GES rapportées au nombre de passagers ;
- Surface dédiée aux passagers rapportée au nombre de passagers.

8. Pistes de travail proposées par l'ADEME

8.1 Introduction

Pourquoi s'intéresser aux émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants du transport aérien, si celles-ci ne représentent que quelques pourcents des émissions mondiales⁷² ?

L'ensemble des activités humaines représentaient en 2010, en moyenne au niveau mondial, 7 tonnes de CO₂e par habitant et par an, soit un peu moins de 1 kg de CO₂e par personne et par heure⁷³. Or, pendant la durée d'un trajet aérien, les émissions de CO₂e par passager et par heure sont de l'ordre de 50 à 100 fois supérieures à cette moyenne⁷⁴. Ainsi, une personne qui cumule annuellement une dizaine d'heures de trajet en avion dépense environ 10% de son « budget carbone » annuel (calculé sur la base de la moyenne mondiale de 7 tonnes de CO₂e par habitant et par an).

Les émissions mondiales des GES du transport aérien atteignent déjà en 2010 un niveau équivalent à 1,5 fois les émissions attribuées à un pays comme la France, ce qui ne peut donc pas être considéré comme négligeable.

L'attention portée au transport aérien est enfin motivée par l'évolution du trafic aérien, qui est en forte croissance : quelques millions de passagers en 1950, plus d'un milliard en 1987, 3,3 milliards en 2014, et probablement 6 milliards d'ici 2030 d'après l'OACI.

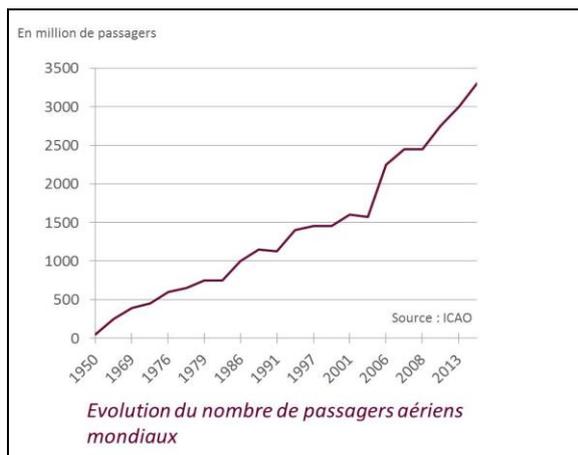


Figure 16 - Evolution du trafic aérien mondial de passagers de 1950 à 2014

En lien avec cette augmentation du trafic, et malgré les mesures déjà prises ou prévues, les émissions de GES du transport aérien sont dans une trajectoire haussière, comme le montre la figure ci-dessous qui se rapporte à l'aviation internationale.

⁷² D'après le GIEC, en 2010, les émissions mondiales étaient les suivantes :

- Totalité des activités humaines : 49 milliards de tonnes de CO₂e
- Emissions directes des transports : 7,0 milliards de tonnes de CO₂e
- Emissions directes de l'aviation domestique et internationale : 0,74 milliards de tonnes de CO₂e (respectivement 4,1% et 6,52% des émissions directes des transports), soit 1,5% des émissions mondiales ; NB : ce montant n'inclut pas les émissions indirectes (raffinage du pétrole par exemple), qui représentent environ 20% des émissions directes.

⁷³ 0,8 kg CO₂e/heure sur la base d'une population mondiale de 7 milliards de personnes en 2010

⁷⁴ Par exemple, un vol Orly Nice génère en moyenne 85 kg de CO₂ par passager, pour une durée théorique totale de 1h20, soit 64 kg de CO₂ par heure, soit 80 fois plus que la moyenne horaire de 0,8 kg de CO₂e/heure. Source : <http://eco-calculateur.aviation-civile.gouv.fr/>

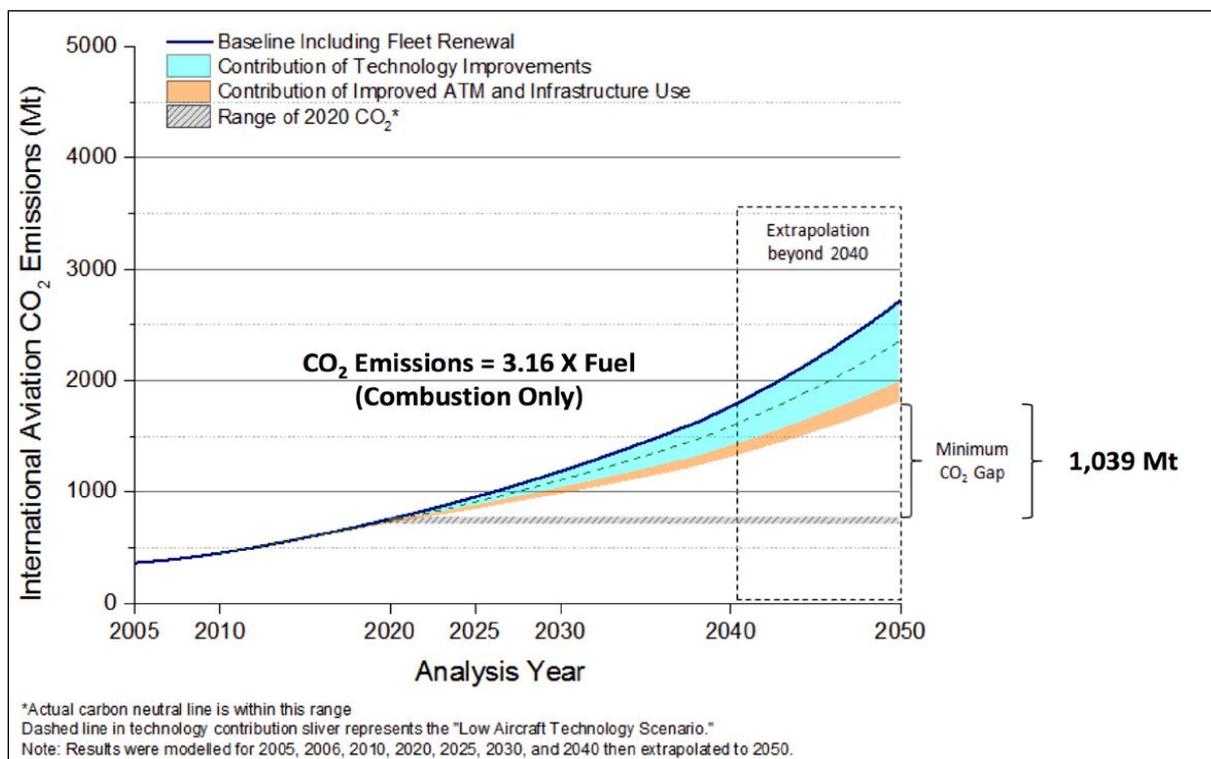


Figure 17 – Tendances des émissions de CO₂ de l’aviation internationale, 2005 à 2050 – Rapport Environnement OACI 2016

Pour ce qui concerne le transport aérien de la France, regroupant le trafic domestique (intérieur), le trafic vers la France et le trafic depuis la France (trafic international), les émissions de GES, de NO_x, de SO₂, de PM₁₀ et de PM_{1,0} ont toutes augmenté d’environ 70% entre 1990 et 2015, selon le CITEPA⁷⁵, qui comptabilise seulement la moitié des émissions des vols internationaux (dans une logique où l’autre moitié est comptabilisée par les différents autres pays concernés par ces mêmes vols), comme le montre le tableau ci-dessous.

Emissions du transport aérien de la France	1990	2015	évolution
GES (Mt)	12,1	21,0	74%
NO _x (kt)	28,0	48,6	74%
SO ₂ (kt)	3,79	6,56	73%
PM ₁₀ (kt)	2,06	3,43	67%
PM _{1,0} (kt)	1,29	2,23	73%

Tableau 59 - Evolution des émissions du transport aérien (France)

Pourquoi s’intéresser aux émissions de gaz à effet de serre et de polluants des aéroports, si l’exploitation de leurs installations (avions mis à part) ne représente qu’un montant négligeable comparé aux émissions des avions ?

Pouvoir prendre l’avion n’est possible qu’en utilisant les services d’un aéroport. Le principal enjeu environnemental d’un aéroport ne porte pas sur ses infrastructures, même s’il est vrai qu’il faut les construire, les entretenir, les éclairer, les chauffer, les rafraîchir, etc., il dépend très majoritairement du trafic aérien que l’aéroport génère, et, pour les polluants notamment, des trajets des passagers depuis et vers les aéroports.

⁷⁵ Source CITEPA / format SECTEN - avril 2017 (en incluant les émissions répertoriées hors total national)

Si un aéroport s'appuie sur les recommandations méthodologiques de l'ADEME et des référentiels nationaux et internationaux concernant les bilans GES des organismes, il doit comptabiliser toutes les émissions significatives dites indirectes (parce que non émises par des sources opérées directement par l'aéroport) telles que celles relatives aux trajets des passagers depuis et vers les aéroports, les trajets domicile-travail des employés des zones aéroportuaires, celles de l'intégralité des vols au départ ou à l'arrivée, et les émissions liées à la fabrication des carburants consommés par les engins, véhicules et aéronefs. On obtiendrait alors, pour l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle par exemple, d'après nos estimations, un montant supérieur à 30 millions de tonnes de CO₂e, équivalent aux émissions de l'ensemble des poids lourds⁷⁶ circulant en France métropolitaine.

Quelles suites donner à la démarche initiée par l'article 45 de la loi N°2015-992 ?

Ni l'article de loi, ni le décret, ne précisent les suites qui pourraient être données, à partir de 2018, à la transmission des programmes d'action par les aéroports et la publication par l'ADEME de ce bilan.

L'ADEME formule donc dans cette dernière partie du rapport quelques propositions de pistes de travail qui pourront servir à alimenter la réflexion sur ces suites éventuelles.

8.2 Eléments préalables

8.2.1 Structuration générale des démarches de réduction des émissions

De façon générale, l'approche générique recommandée par l'ADEME, sur l'ensemble des sujets liés à la consommation d'énergie et les impacts environnementaux (GES en particulier), consiste à utiliser les leviers complémentaires suivants, dans l'ordre :

- Sobriété (réduire les usages autant que possible) ;
- Efficacité énergétique et environnementale (améliorations technologiques et organisationnelles) ;
- Energies renouvelables (utiliser des « ENR » plutôt que des énergies fossiles).

De la même façon, les 5 leviers identifiés dans la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour parvenir aux objectifs de réduction des émissions de GES sont :

- Décarbonation de l'énergie consommée par les véhicules ;
- Performance énergétique des véhicules ;
- Maîtrise de la demande ;
- Report modal ;
- Optimisation de l'utilisation des véhicules ;

8.2.2 Actions déjà identifiées et initiées par les acteurs de l'aérien

Concernant les aéroports, notons d'abord que l'ACNUSA émet régulièrement des recommandations, dans le cadre de son rapport annuel, de ces avis, et de ses études. En particulier, le « Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale » (juillet 2016) comporte des recommandations relatives aux polluants à considérer, aux sources à prendre en compte, aux méthodologies de calcul, et à la fréquence de réalisation des inventaires. De

⁷⁶ Véhicules de transport routier de marchandises de PTAC (poids total autorisé en charge) > 3,5 tonnes

même, le dispositif ACA (voir annexe) constitue un cadre qui structure les démarches des aéroports et les incite à des implications croissantes selon les 4 niveaux identifiés.

Concernant le transport aérien en général, l'OACI et différents acteurs comme l'ATAG et IATA ont déjà élaboré et initié des feuilles de route visant à limiter l'impact de l'aviation sur l'environnement.

Nous notons que les approches retenues par ces acteurs se limitent aux deux leviers classiques « efficacité énergétique » et « énergies renouvelables » rappelés ci-dessus, à travers les progrès technologiques, les améliorations opérationnelles, ainsi que le recours aux biocarburants notamment. En revanche, le recours au levier « sobriété » (maîtrise de la demande de transport, report modal) est absent de ces programmes d'action. Enfin, un levier singulier sera introduit en 2020, celui de la compensation carbone (mécanisme CORSIA⁷⁷), qui sort du cadre classique et consensuel des démarches de réduction des émissions de GES, et qui est en fait un mécanisme économique. Par ailleurs ce dispositif n'a aucun effet sur les polluants émis localement, et donc sur la qualité de l'air.

8.2.3 Positionnement des pistes de travail proposées par l'ADEME

Afin de constituer une valeur ajoutée aux contributions existantes du secteur évoquées ci-dessus, et soumettre des actions complémentaires à celles déjà identifiées par les acteurs, l'ADEME propose ici des pistes de travail principalement focalisées sur la maîtrise de la demande. Elles s'inscrivent donc en cohérence avec les objectifs et les moyens visés dans la Stratégie Nationale Bas Carbone autour des 5 leviers mentionnés plus haut.

8.3 Pistes de travail relatives aux aéroports

8.3.1 Eléments techniques particuliers

Les éléments recueillis dans ce rapport de bilan soulèvent la problématique des émissions de gaz à effet de serre et de polluants des activités du transport aérien en général.

Traditionnellement, dans le cadre des impacts « bruit » et « émissions de polluants », les activités liées aux aéroports sont étudiées sur un périmètre se limitant, pour ce qui concerne les avions, à leurs émissions jusqu'à l'altitude de 3.000 pieds (915 mètres), conformément à la définition du cycle LTO.

Nous pensons que ce périmètre est insuffisant, en particulier lorsqu'il s'agit de l'impact « gaz à effet de serre » : il nous semble nécessaire de l'élargir, pour les avions, à l'ensemble des phases de vols, donc d'inclure toute la phase de vol au-dessus de 3.000 pieds, ainsi que la phase LTO sur l'aéroport d'arrivée ou de provenance.

Cette approche est déjà identifiée ou recommandée par les référentiels méthodologiques nationaux et internationaux relatifs aux déclarations d'émissions de GES des organismes :

- Norme ISO 14064-1 relative aux déclarations d'émissions de GES des organisations :
- Dans la version en vigueur (« ISO 14064-1:2006 »), l'inclusion dans les bilans de la catégorie des « autres émissions indirectes » est bien identifiée, mais facultative ;
 - o Dans le projet de nouvelle version (dont la publication est prévue en 2018), le bilan GES d'une organisation doit inclure tous les postes d'émission significatifs en lien avec l'activité de l'organisation, même s'il s'agit d'émissions indirectes (émissions produites par des tiers).

⁷⁷ <http://www.info-compensation-carbone.com/corsia-laviation-compense-croissance-de-emissions/>

- Rapport technique ISO/TR 14069⁷⁸, qui est un guide d'application de l'ISO 14064-1, et détaille en particulier les modalités de déclaration relatives aux émissions indirectes autres que celles liées à l'énergie (classées en 16 catégories) ;
- GHG Protocol Scope 3⁷⁹ ;
- Méthode générale relative à l'application de l'article L.229-25 du code de l'environnement⁸⁰ (dans le cadre des recommandations facultatives) : l'inclusion de la catégorie ou scope 3 des autres émissions indirectes de GES, comprenant notamment les déplacements des employés, des visiteurs, des clients, le transport des marchandises, est recommandée ; ce dispositif des bilans GES réglementaires, s'il évoluait pour élargir le périmètre imposé aux émissions indirectes significatives, devrait logiquement évoluer pour rester cohérent avec la norme ISO 14064-1 ;
- Article L. 225-102-1 (obligations de transparence des entreprises en matière sociétale et Environnementale) et R. 225-105-1 du code du commerce (postes significatifs d'émissions de gaz à effet de serre générés du fait de l'activité de la société, notamment par l'usage des biens et services qu'elle produit) ;

Il s'agit en effet, comme recommandé à toute organisation qui fait un bilan GES, de prendre en considération toutes les émissions qui sont une conséquence de son activité, et donc qui n'existeraient pas si l'organisation n'existait pas. En l'occurrence, l'intégralité des émissions des vols vers et depuis un aéroport sont une conséquence de l'existence de l'aéroport.

Pour compléter cette argumentation, concernant les impacts environnementaux au sol ou sous 3.000 pieds, nous pouvons considérer qu'un passager est, a priori, concerné aussi bien par les impacts liés à l'aéroport de départ que par ceux liés à l'aéroport d'arrivée.

8.3.2 Elargir le périmètre des bilans d'émission

Piste de travail « aéroports » n°1

Les aéroports devraient inclure dans le périmètre de leurs bilans d'émission de GES et de polluants atmosphériques les émissions indirectes liées à l'intégralité des vols et des phases de vol, aussi bien au départ qu'à l'arrivée, de même que celles liées au trafic terrestre vers et depuis l'aéroport, et enfin celles liées à la production des carburants consommés par les avions et les véhicules routiers.

Pour justifier et illustrer cette recommandation, nous avons réalisé une modélisation des émissions approximatives de GES attribuées à un voyageur qui effectue un vol (sans correspondance), permettant de mettre en évidence les parts relatives des différents postes d'émission. Elle met en évidence la part prépondérante des émissions de GES liées à l'avion (toutes les phases de vol étant

⁷⁸ ISO/TR 14069:2013 : Guide d'application de la norme 14064-1

⁷⁹ <http://www.ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>

⁸⁰ <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide%20m%C3%A9thodologique%20sp%C3%A9cifique%20pour%20les%20collectivit%C3%A9s%20pour%20la%20r%C3%A9alisation%20du%20bilan%20d%E2%80%99%C3%A9missions%20de%20GES.pdf>

incluses, dont le roulage ainsi que l'utilisation de l'APU au sol), et inversement, la part très faible des émissions liées au fonctionnement de l'aéroport, comme le montre la figure ci-dessous⁸¹.

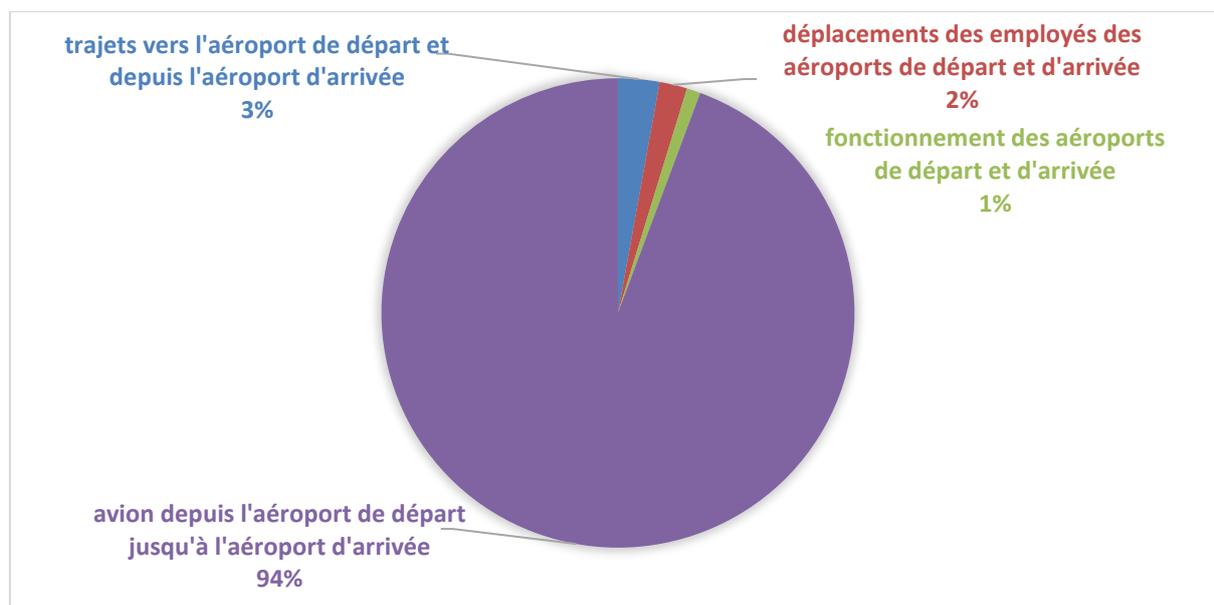


Figure 18 - Répartition approximative moyenne des émissions de GES pour un passager effectuant un vol sans correspondance

Nous comprenons que les gestionnaires d'aéroport ont prioritairement voulu mesurer les émissions des sources qu'ils opèrent directement, et engager des actions de réduction sur ce périmètre de leurs sources internes. C'est bien légitime, mais visiblement très insuffisant au regard des enjeux liés aux autres sources d'émission. Il faut donc maintenant élargir, systématiquement, le périmètre de ces inventaires.

L'inclusion de l'intégralité des vols vise notamment à prendre en compte l'aviation privée, l'aviation d'affaires, ainsi que les hélicoptères.

L'inclusion de l'intégralité des phases de vol permet une comptabilisation exhaustive et non partielle, comme c'est parfois l'usage actuellement : lorsqu'ils prennent en compte les émissions des aéronefs, la plupart des aérodromes se limitent à la phase LTO⁸². Et l'approche « demi-croisière »⁸³ adoptée dans certains contextes, visant à éviter les « doubles comptes » n'est pas, a priori, légitime ici. L'objectif n'est pas de reconstituer les émissions de l'ensemble du trafic aérien à partir de celles déclarées par chaque aérodrome : l'objectif est, pour chaque aérodrome, d'avoir pour indicateur l'ensemble des

⁸¹ Les hypothèses utilisées sont les suivantes : émissions liées à l'avion = 200 kg CO₂e par passager ; émissions relative à chaque aéroport (hors roulage et APU des avions) = 1 kg CO₂e par passager ; déplacements des employés par aéroport = 2 kg CO₂e par passager ; trajet du passager vers ou depuis l'aéroport = 3 kg CO₂e par passager ; ces valeurs intègrent les émissions amont liées à la production des carburants.

⁸² Dans le programme ACA, l'exigence pour les niveaux les plus élevés (3 et 3+) est d'inclure les émissions sur le cycle LTO ; l'inclusion de la phase de croisière n'est ni exigée, ni recommandée.

⁸³ Convention consistant à répartir par moitié les émissions « en croisière » entre l'aéroport de départ et l'aéroport d'arrivée, de sorte que les émissions totales (au niveau mondial) soient bien égales à la somme des émissions totales par aéroport. Cf. rapport DGAC « Les émissions gazeuses liées au trafic aérien commercial en France en 2016 ».

émissions auxquelles il contribue, par son existence et son activité. Se fixer des conventions spécifiques telles que celle-ci ne semble pas conforme aux principes généraux des bilans GES des organisations.

Plus généralement, comme abordé en section 1 de ce rapport, il doit être pris en compte le fait qu'un aérodrome n'est pas seulement un ensemble de pistes permettant son trafic aérien. Un aéroport comprend également des boutiques⁸⁴ ainsi que des parkings⁸⁵, et ces éléments contribuent parfois de façon significative à son chiffre d'affaires et ses résultats. L'activité relative aux boutiques implique de considérer l'inclusion dans les bilans des émissions liées à la fabrication des produits commercialisés. L'activité liée aux parkings, et plus largement le réseau routier desservant l'aéroport, renforce la justification d'inclure dans les inventaires les émissions liées au trafic routier.

8.3.3 Adopter des objectifs de réduction des émissions absolues

Piste de travail « aérodromes » n°2

Les aérodromes devraient respecter des objectifs de réduction des émissions absolues, relatifs aux gaz à effet de serre et aux polluants, à définir en cohérence avec un objectif national intégrant les vols internationaux (pour les GES), et pour les polluants, adaptés au contexte local de la qualité de l'air.

Ce sujet concerne plus largement l'ensemble du secteur et est repris dans la section suivante concernant le transport aérien en général.

Si les actions entreprises ne suffisaient pas à réduire les émissions, il serait nécessaire d'étudier l'adoption d'un objectif de limitation (plafonnement) du trafic (mesuré en passager.km équivalent ou en vol.km). Les aérodromes jouent en effet un rôle déterminant dans le développement du trafic aérien⁸⁶ et doivent donc contribuer à la maîtrise de ce développement. En particulier, dans le cas des périodes de dépassement des valeurs limites de qualité de l'air, le trafic aérien devrait faire l'objet d'une adaptation et réduction d'activité⁸⁷.

Par ailleurs, nous identifions des potentiels de réduction des émissions de GES et de polluants relatifs aux trajets routiers depuis et vers l'aéroport (taxis, voitures personnelles) et à l'aviation privée ou d'affaires (emport très faible).

8.3.4 Comptabiliser les émissions physiques, hors mécanismes économiques

Piste de travail « aérodromes » n°3

⁸⁴ Voir par exemple le dossier de presse : « Aéroports de Paris, acteur majeur du commerce aéroportuaire mai 2014 » : « Les commerces et services aéroportuaire (l'ensemble des revenus liés aux activités commerciales : les bars, les restaurants et l'ensemble des boutiques mais également les services liés aux parkings, aux loueurs de voitures, aux bureaux de change, etc.) ont représenté en 2013 plus d'un tiers du chiffre d'affaires d'Aéroports de Paris, soit 949 M€ et près de la moitié de l'excédent brut d'exploitation (EBITDA) du groupe. »

⁸⁵ 28.000 places à Paris-Charles-de-Gaulle, 17.865 places à Paris-Orly, d'après le guide de l'UAF (2016-2017).

⁸⁶ Voir notamment « Aéroports européens : une compétition toujours plus vive » (ACI-Europe, 2017, synthèse pages 4-5), qui, signalons-le au passage, ne mentionne pas les aspects environnementaux parmi les éléments pris en considération dans le cadre de la « compétition aéroportuaire ».

⁸⁷ Un texte prévoit déjà de telles mesures :

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/PNAC_pic_pollution_prolonge.pdf



Les aéroports ne devraient pas tenir compte des mécanismes économiques (compensation carbone, électricité verte, ...) dans le cadre du suivi de leurs émissions et de leurs objectifs de réduction, même si de telles actions sont intégrables dans leurs plans d'actions.

Conformément à la méthodologie des bilans GES réglementaires⁸⁸, les estimations des réductions d'émissions de GES associées au financement de projet de compensation volontaire ne peuvent pas être déduites du bilan d'émissions de GES, mais peuvent faire partie des actions envisagées. Les achats d'électricité verte ne doivent pas être valorisés dans les inventaires.

8.3.5 Elargir le cercle des aéroports impliqués dans cette démarche

Piste de travail « aéroports » n°4

Le périmètre des aéroports concernés par les précédentes propositions devrait largement dépasser le cercle des 11 aéroports « acnés » (en 2016) ; ils pourraient être regroupés par région afin de simplifier le suivi.

Les enjeux sont importants et doivent être l'affaire de tous et pas seulement des plus gros aéroports. De plus, le trafic peut parfois être réparti entre aéroports d'une même région (exemple : Nantes-Atlantique et Rennes-Bretagne pour le trafic aérien du Grand-Ouest). Enfin, des économies d'échelle peuvent être réalisées ainsi que la diffusion des bonnes pratiques.

8.3.6 Publier périodiquement et par aéroport différents indicateurs clés

Piste de travail « aéroports » n°5

Une liste d'indicateurs clés devrait être retenue et chaque aéroport et/ou groupe régional d'aéroports devrait rendre public ses résultats selon une périodicité à définir.

Ces indicateurs pourraient être pour certains assez globaux (niveaux des émissions absolues de GES), et pour d'autres assez spécifiques et opérationnels (temps moyen de roulage, taux d'équipement en 400 Hz, taux d'utilisation du 400 Hz, temps d'utilisation des APU, ...). La périodicité des indicateurs pourrait être mensuelle, trimestrielle ou annuelle selon les différents éléments.

Il est légitime que ces publications soient individualisées par aéroport : d'une part pour mieux impliquer tous les aéroports, d'autre part pour tenir compte de l'aspect local de la pollution liée à chaque aéroport. Elles permettront de vérifier que les actions initiées dans la période 2010-2015 se poursuivent et donnent effectivement des résultats.

8.3.7 Suivre et accompagner la mise en œuvre de ces pistes de travail

Piste de travail « aéroports » n°6

Déterminer la solution la plus appropriée pour étudier et favoriser la mise en œuvre des pistes de travail ci-dessus. Privilégier, pour commencer, un cadre volontaire et non réglementaire.

⁸⁸ <http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/art75/siGras/0>

Pour faire suite au dispositif réglementaire de l'article 45 de la loi TECV, il nous semble opportun de laisser aux aéroports la possibilité de montrer qu'ils peuvent obtenir des résultats significatifs et concrets dans un cadre volontaire.

Une démarche d'engagements volontaires des aérodromes pourrait permettre de bien identifier et évaluer les actions à mettre en œuvre. Des démarches similaires, impliquant l'ADEME, existent déjà notamment dans le secteur du transport de marchandises (Objectif CO₂, FRET21).

Une solution serait de s'appuyer sur la démarche existante « Airport Carbon Accreditation » ou « ACA »⁸⁹ portée par l'ACI (Airports Council International). C'est un dispositif volontaire déjà bien implanté (en Mars 2018 : 22 aéroports accrédités en France et 219 dans le monde). L'ADEME, avec l'appui de l'UAF, a déjà pris connaissance de cette démarche et rencontré ACI-Europe. Le cadre méthodologique de l'ACA est à ce jour limité aux émissions de GES, il n'intègre pas les polluants. Mais il nous semble que, en son état actuel, il permet déjà à un aéroport de suivre les recommandations formulées ci-dessus (pistes de travail « aérodromes » n°1 à 5), concernant les émissions de GES. L'évolution que nous suggérons porterait prioritairement sur l'identification par l'ACA d'un niveau d'accréditation des aéroports qui correspondrait à l'atteinte des performances suivantes :

- Empreinte Carbone : le périmètre des émissions prises en compte est conforme aux exigences de la norme ISO14064-1:2018 (publication courant 2018) ; ainsi, aucune émission indirecte significative n'est exclue ; les émissions liées aux différentes phases de vol des aéronefs et au trafic routier vers et depuis l'aéroport sont incluses, de même que les émissions liées à la production des carburants consommés par les aéronefs et les véhicules routiers ;
- Réduction des émissions : l'aéroport obtient des réductions d'émission en valeur absolue et non en valeur relative ; les calculs ne prennent en compte que les émissions physiques et non les mécanismes économiques tels que la compensation carbone et l'électricité verte.

Cette solution présenterait de nombreux avantages :

- Pour les aéroports, elle leur permet de se situer dans la continuité de l'existant et d'éviter la mise en place d'un nouveau dispositif supplémentaire (volontaire ou réglementaire) ; de plus, elle élargit leur champ d'actions et donc les potentiels de réductions (le périmètre des sources internes ayant un potentiel assez limité à moyen terme) ;
- L'accréditation ACA impose la réalisation d'audits externes permettant la vérification des déclarations ;
- Les évolutions suggérées plus haut bénéficieraient également au programme ACA lui-même car il améliorerait sa cohérence avec les cadres méthodologiques internationaux et les meilleures pratiques reconnues en matière de reporting environnemental ;
- Enfin, pour les autres parties prenantes, ce nouveau niveau d'accréditation apporterait une meilleure lisibilité de la communication relative aux actions environnementales des aérodromes et aux résultats qu'ils obtiennent.

Il resterait ensuite à savoir si la démarche ACA peut s'étendre à la prise en compte des autres impacts environnementaux que les émissions de GES, et notamment les émissions de polluants.

⁸⁹ Présentée en annexe 3

Il faudra également vérifier si le cadre d'une démarche volontaire suffit aux gestionnaires d'aéroports pour disposer de l'écoute des autres parties prenantes (compagnies aériennes notamment) pour collecter les données nécessaires et mettre en œuvre les actions de réduction reposant sur la décision de ces autres parties prenantes.

Notons également que l'ACNUSA pourrait être chargée de la collecte et de la publication des indicateurs clés (cf. proposition n°5).

8.4 Pistes de travail concernant le transport aérien

8.4.1 Adopter un objectif national de réduction des émissions absolues du trafic aérien intérieur et international depuis et vers la France

Le secteur du transport aérien est déjà mobilisé pour mettre en œuvre différentes mesures permettant de réduire l'impact environnemental par passager. Ces mesures sont soit d'ordre organisationnel (meilleure gestion du trafic, des phases de vol, ...), soit d'ordre technologique (amélioration des moteurs, du profil des avions, allègement ...), ou encore relatives à l'utilisation des biocarburants.

Nous constatons que les actions en cours ou prévues ne sont pas suffisantes. Les prévisions de croissance du trafic ne permettront pas d'éviter la croissance des émissions du secteur, et encore moins de les faire baisser. C'est pour cette raison que le secteur a conçu le dispositif CORSIA⁹⁰, qui prévoit de mettre en œuvre le principe de la compensation carbone pour les émissions du transport aérien qui dépasseront le niveau atteint en 2020. Ce dispositif a été salué par les acteurs du secteur aérien, mais soulève par ailleurs des réactions réservées⁹¹. Pour l'ADEME, il est nécessaire de fixer des objectifs relatifs aux émissions réelles (hors projets de compensation), et il faudrait que la France et L'Europe adoptent des mesures qui dépassent celles prévues dans ce dispositif CORSIA. La France vise maintenant la « neutralité Carbone » à l'horizon 2050, objectif encore plus ambitieux que le précédent objectif de division par 4 de ses émissions entre 1990 et 2050, qui représenterait , si on voulait l'appliquer uniformément entre tous les secteurs, une division par 7 des émissions du transport aérien entre 2015 et 2050 ! Toutefois, les objectifs de réduction ne sont pas fixés à l'identique entre secteurs, et la Stratégie Nationale Bas Carbone, avec l'adoption des budgets carbone détaillés par secteur, devrait apporter des précisions à ce propos.

Concernant les polluants, le transport aérien doit contribuer aux efforts pour améliorer la qualité de l'air, et en particulier respecter les valeurs limites de pollution de l'air, et écourter les périodes de dépassement.

Piste de travail « transport aérien » n°1

Promouvoir au niveau international un objectif de réduction des émissions absolues de l'ensemble du transport aérien mondial, et fixer un objectif national français de réduction des émissions absolues (hors compensation) de l'ensemble du transport aérien (intérieur et international depuis et vers la France), ainsi qu'une trajectoire pour atteindre cet objectif.

⁹⁰ <http://www.info-compensation-carbone.com/corsia-laviation-compense-croissance-de-emissions/>

⁹¹ <https://www.euractiv.fr/section/climat-environnement/news/global-deal-to-curb-aviation-emissions-not-enough-meps-warn/>

8.4.2 Maîtriser la demande de transport aérien

L'équation simple présentée ci-dessous met en évidence le fait que, pour atteindre un objectif de réduction des émissions absolues, deux éléments entrent en jeu : d'une part, l'évolution de l'intensité des émissions (définie comme égale aux émissions par unité de trafic), d'autre part l'évolution des unités de trafic.

$$\text{émissions absolues} = \text{intensité d'émission (ou émissions par unité de trafic)} \times \text{unités de trafic}$$

Si les unités de trafic augmentent davantage que les intensités ne diminuent, alors les émissions absolues augmentent. C'est ce qui risque d'arriver si l'on se base sur les prévisions de croissance de trafic annoncées par certains acteurs (+5% de passagers par an environ), et les perspectives connues d'amélioration de l'efficacité énergétique (+1,5% par an, d'après l'ATAG - mesure par rapport aux passagers kilomètres, sauf erreur).

Il convient d'ailleurs de bien préciser si les unités de trafic prises en compte sont, soit des quantités de passagers équivalent (comme dans ce rapport), soit des quantités de passagers-kilomètres équivalent (comme semble le faire l'ATAG quand ils communiquent sur leur objectif d'amélioration de 1,5% par an de l'efficacité énergétique⁹²). En effet, si l'intensité d'émission est mesurée en émissions par passager-kilomètre équivalent, alors les unités de trafic doivent également être mesurée en passager-kilomètre équivalent. On peut théoriquement observer une augmentation du nombre de passagers-kilomètres équivalents supérieure à l'augmentation du nombre de passagers équivalents, lorsque par exemple les vols internationaux se développent davantage que les vols nationaux ; c'est notamment le cas en France.

Comme rappelé plus haut, la maîtrise de la demande est un levier à intégrer dans toute démarche de réduction des impacts environnementaux. Elle semble particulièrement indispensable, dans le cas du transport aérien, pour parvenir à une baisse des émissions absolues.

Piste de travail « transport aérien » n°2

Pour parvenir à un objectif acceptable de réduction des émissions. Etudier comment utiliser le levier de la maîtrise de la croissance du trafic.

8.4.3 Sensibiliser et informer les passagers

Il nous semble important de mieux impliquer les usagers du transport aérien, et en particulier les passagers. Il est nécessaire qu'ils soient mieux sensibilisés, et informés de l'impact environnemental de chacun de leurs vols.

Le dispositif réglementaire existant, dit « Information GES des prestations de transport », en vigueur depuis Octobre 2013, est appliqué de façon très insuffisante, si bien que les passagers ne reçoivent pas l'information de la part des compagnies aériennes, quand elle existe. De plus, en 2015, l'article 67 de la loi « Transition énergétique pour la croissance verte » a réduit le champ d'application de cette information aux seuls vols intérieurs, alors que l'essentiel des émissions du transport aérien est généré par les vols internationaux.

⁹² <https://www.atag.org/component/factfigures/?Itemid=>

Parallèlement, certaines compagnies aériennes ont développé des offres de « compensation carbone » consistant à proposer aux clients de compenser les émissions de CO₂ liées à leur voyage. Pour le client, cette démarche doit être comprise comme étant le dernier recours : il doit au préalable s'interroger sur la fréquence de ces trajets aériens, l'impact climatique correspondant, la possibilité de solutions alternatives, le choix du moyen de transport vers et depuis les aéroports (transports en commun plutôt que taxi), etc.

Piste de travail « transport aérien » n°3

L'information GES des prestations de transport devrait être diffusée pour tous les vols, et d'une façon qui permette aux passagers, aux clients des compagnies aériennes, à leurs intermédiaires (agences de voyage), ainsi qu'aux entreprises faisant déplacer leurs salariés ou transporter des marchandises, de connaître cette information et de comprendre ce qu'elle représente. Cette information devrait être aussi visible et accessible que les prix des prestations, sur tous les supports mentionnant ces prix, et notamment les publicités.

La compensation CO₂ ne doit être proposée au voyageur que comme un dernier recours, après une sensibilisation adaptée visant à inciter le voyageur à modérer ses émissions.

8.4.4 Vérifier les données relatives aux émissions unitaires

Enfin, nous avons identifié que les données permettant d'évaluer la pollution des activités aériennes ne reposent pas sur des mesures indépendantes à l'utilisation : il s'agit avant tout de données des motoristes, obtenues lors de tests et non vérifiées en situation réelle ; de plus, elles seraient de qualité inégales suivant les polluants, et les données concernant les APU seraient parfois fragiles.

Piste de travail « transport aérien » n°4

Réaliser une évaluation indépendante sur la fiabilité des émissions de polluants des avions tout au long de la phase LTO. Inclure également les hélicoptères.

8.5 Piste de travail complémentaire

Il nous apparaît intéressant d'envisager la transposition de cette approche à un autre secteur du transport : le transport maritime. En effet, celui-ci présente certaines similitudes avec le transport aérien, par sa dimension internationale, par son organisation basée sur des sites en nombre limité, par le trafic d'engins et véhicules routiers sur la zone portuaire même, ainsi que vers et depuis les ports, et par la pollution locale générée par les bateaux (malgré l'existence de solutions techniques comme l'alimentation électrique des bateaux à quai). Les ports maritimes pourraient ainsi également faire l'objet de démarches d'engagement de réduction.

Piste de travail complémentaire

Identifier auprès des acteurs du maritime les possibilités de transposer ces démarches aux ports maritimes ainsi qu'au transport maritime depuis et vers les ports français.

9 Conclusion

Ce rapport, dont le résumé est présenté dans la partie « synthèse » située au début, répond aux exigences de l'article de loi N°2015-992 et du décret N°2016-565.

Il fait apparaître que les aéroports respectent globalement les objectifs fixés par ces textes réglementaires, qui sont des valeurs d'intensité d'émission et non d'émissions absolues.

L'analyse des éléments transmis et des résultats obtenus amènent l'ADEME à proposer de nouveaux axes d'amélioration et pistes de travail pour la suite, en particulier :

- Privilégier le suivi des émissions absolues plutôt que des intensités d'émission ;
- Adopter des objectifs de réduction de ces émissions absolues ;
- Intégrer le levier de la maîtrise de la demande dans les plans d'action de réduction ;

La concrétisation de ces pistes de travail passera par des études et des actions concertées entre les acteurs du secteur et des pouvoirs publics, auxquels l'ADEME pourra contribuer.

Parallèlement, l'ADEME salue les efforts déjà réalisés, et encourage les acteurs du secteur à poursuivre la mise en œuvre d'actions relatives aux améliorations technologiques et opérationnelles.

ANNEXE 1 : Textes officiels

Article 45 de la loi n°2015-992 du 17 août 2015

I. – Les personnes publiques ou privées exploitant un aéroport défini aux deux premiers alinéas du I de l'article 1609 *quatervicies* A du code général des impôts établissent, au plus tard le 31 décembre 2016, un programme des actions qu'elles décident de mettre en œuvre afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques résultant des activités directes et au sol de la plateforme aéroportuaire, en matière de roulage des avions et de circulation de véhicules sur la plateforme notamment.

L'objectif de réduction de l'intensité en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques est, par rapport à l'année 2010, de 10 % au moins en 2020 et de 20 % au moins en 2025. L'intensité en gaz à effet de serre est le rapport entre le volume des émissions de ces gaz et le nombre d'unités de trafic sur la plateforme concernée la même année. L'objectif de réduction s'applique à l'ensemble constitué par les aéroports mentionnés au premier alinéa du présent I.

II. – Les véhicules terrestres et aériens utilisés pour les missions opérationnelles de défense, de sécurité, d'intervention, d'incendie et de secours ne sont pas concernés par ces programmes d'actions.

III. – Les programmes d'actions mentionnés au premier alinéa du I sont communiqués à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, qui en établit un bilan national au plus tard le 31 décembre 2017.

IV. – Un décret précise les modalités d'application du présent article ainsi que la liste des personnes publiques ou privées soumises aux obligations qu'il fixe.

Décret n°2016-565 du 10 mai 2016

Décret n° 2016-565 du 10 mai 2016 pris pour l'application de l'article 45 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte

NOR : DEVA1601581D

Publics concernés : personnes publiques ou privées exploitant un aéroport mentionné aux deux premiers alinéas du I de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts.

Objet : établissement d'un programme des actions en vue de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

Entrée en vigueur : le texte entre en vigueur le lendemain de sa publication.

Notice : l'article 45 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fait obligation aux exploitants d'aéroports mentionnés aux deux premiers alinéas du I de l'article 1609 quatervicies A du code général des impôts d'établir un programme des actions dont l'objet est de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. Les objectifs de réduction sont fixés à 10 % et 20 % pour les années 2020 et, respectivement, 2025 par rapport à l'année 2010, prise comme année de référence.

Le présent décret contient les modalités d'application de cet article de loi. Il fixe la liste des gaz à effet de serre et des polluants atmosphériques dont l'intensité des émissions doit être réduite. Il fixe également la liste des sources d'émissions de gaz à effet de serre à prendre en compte et détermine la méthode d'élaboration des inventaires au regard desquels les évolutions seront mesurées.

Références : le décret peut être consulté sur le site Légifrance (www.legifrance.gouv.fr).

Le Premier ministre,

Sur le rapport de la ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat,

Vu la convention relative à l'aviation civile internationale signée à Chicago le 7 décembre 1944, publiée par le décret n° 47-974 du 31 mai 1947, ensemble les protocoles qui l'ont modifiée, notamment le protocole du 30 septembre 1977 concernant le texte authentique quadrilingue de ladite convention, publié par le décret n° 2007-1027 du 15 juin 2007 ;

Vu le règlement (CE) n° 1008/2008 du Parlement européen et du Conseil du 24 septembre 2008 établissant des règles communes pour l'exploitation de services aériens dans la Communauté ;

Vu le code de l'aviation civile, notamment ses articles R. 216-1 et R. 216-8 ;

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles R. 229-45 et R. 229-49 ;

Vu le code général des impôts, notamment les deux premiers alinéas du I de l'article 1609 quatervicies A ;

Vu la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, notamment son article 45 ;

Vu le décret n° 2008-680 du 9 juillet 2008 modifié portant organisation de l'administration centrale du ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire ;

Vu les observations formulées lors de la consultation publique réalisée du 11 janvier au 3 février 2016, en application de l'article L. 120-1 du code de l'environnement,

Décète :

Art. 1^{er}. – Le présent décret, pris pour l'application de l'article 45 de la loi n° 2015-992 susvisée, est applicable aux personnes publiques ou privées exploitant l'un des aéroports suivants :

- Bâle-Mulhouse ;
- Beauvais-Tillé ;
- Bordeaux-Mérignac ;
- Lyon - Saint-Exupéry ;

- Marseille-Provence ;
- Nantes-Atlantique ;
- Nice-Côte d’Azur ;
- Paris - Charles-de-Gaulle ;
- Paris-Le Bourget ; – Paris-Orly ;
- Toulouse-Blagnac.

Art. 2. – Au sens du présent décret, on entend par :

« Exploitation commerciale » : toute opération effectuée par un avion dans le cadre d’une licence d’exploitation délivrée conformément au règlement (CE) n° 1008/2008 susvisé ;

« Exploitant d’aérodrome » : l’une des personnes publiques ou privées listées à l’article 1^{er} ;

« Facteur d’émission » : pour un gaz à effet de serre ou un polluant atmosphérique, la quantité de gaz ou de polluant émise par unité de matière ou d’énergie consommée ;

« Intensité en gaz à effet de serre » ou « intensité en polluant atmosphérique » : le rapport entre le volume des émissions de ces gaz ou polluants et le nombre d’unités de trafic sur la plate-forme concernée la même année ;

« Poste d’émissions » : ensemble de sources d’émissions regroupées en raison de leur nature comparable ;

« Pouvoir de réchauffement global » : pour un gaz à effet de serre, le rapport entre l’énergie renvoyée vers le sol en cent ans par 1 kg de gaz et celle que renverrait 1 kg de dioxyde de carbone. L’émission d’un kilogramme de gaz dont le pouvoir de réchauffement global est fixé à la valeur « P » équivaut à l’émission de « P » kilogrammes de dioxyde de carbone ;

« Source d’émissions » : *a minima* :

1° Toute source fixe située côté piste et toute source mobile située ou ayant accès au côté piste, émettant l’un des gaz à effet de serre ou l’un des polluants atmosphériques dont la liste figure à l’article 3 (catégorie a) ;

2° Toute source fixe située côté ville exploitée par l’exploitant d’aérodrome ou pour son compte et qui, produisant de l’électricité, de la chaleur ou de la vapeur nécessaire à ses activités, émet l’un de ces mêmes gaz ou polluants (catégorie b) ;

3° Pour la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre, toute autre source fixe située côté ville pour la part des émissions associées aux consommations d’électricité, de chaleur ou de vapeur nécessaires aux activités propres de l’exploitant d’aérodrome (catégorie c) ;

« Unité de trafic » : le nombre entier de milliers de passagers embarqués ou débarqués additionné du nombre entier de centaines de tonnes de fret ou de poste embarqué à bord d’aéronefs ou débarqué d’aéronefs.

Art. 3. – Les polluants atmosphériques considérés sont les oxydes d’azote, les particules totales en suspension et les composés organiques volatils.

Les gaz à effet de serre considérés sont ceux fixés en application de l’article R. 229-45 du code de l’environnement. Le pouvoir de réchauffement global des gaz à effet de serre est celui établi par le pôle de coordination national institué par l’article R. 229-49 du code de l’environnement.

Art. 4. – Pour l’année 2010, année de référence, l’exploitant d’aérodrome quantifie les émissions de chaque gaz à effet de serre et de chaque polluant atmosphérique comme suit :

S’agissant des sources mobiles que constituent les avions, seuls sont pris en compte ceux utilisés dans le cadre d’une exploitation commerciale. Seule est prise en compte la partie de leurs opérations se déroulant au sol, à l’exclusion de toute autre phase de vol. Les émissions sont constituées des émissions des moteurs de propulsion et de celles des moteurs auxiliaires de puissance :

1° Emissions des moteurs de propulsion lors du roulage : pour chaque avion, elles sont le produit des paramètres de temps de roulage, de consommation de carburant par unité de temps (fonction du type d'avion et de sa motorisation) et du facteur d'émission pour chaque gaz ou polluant concerné ;

2° Emissions des moteurs auxiliaires de puissance : elles sont le produit des paramètres de temps d'utilisation et du facteur d'émission pour chaque gaz ou polluant concerné.

Pour évaluer les émissions des autres sources mobiles et fixes, l'exploitant tient compte, selon le cas, des paramètres pertinents suivants : la puissance développée, la consommation de carburant et de fluides frigorigènes, la durée d'utilisation, la distance parcourue et le facteur d'émission. Le cas échéant, en l'absence de données, l'exploitant d'aérodrome utilise des valeurs forfaitaires.

A défaut de figurer dans la réglementation ou documentation française ou de l'Union européenne et, le cas échéant, à défaut d'être communiqués par les transporteurs aériens, les prestataires de services ou les services de l'Etat concernés, les paramètres mentionnés dans le présent article sont des valeurs évaluées par l'exploitant d'aérodrome sur la base des documents édités par l'Organisation de l'aviation civile internationale.

En l'absence de données relatives aux émissions de gaz à effet de serre autres que le dioxyde de carbone, le ministre chargé de l'environnement organise, avec l'appui de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, la publication des valeurs forfaitaires à utiliser.

Art. 5. – Pour établir le programme des actions mentionné à l'article 45 de la loi du 17 août 2015 susvisée, l'exploitant d'aérodrome prend en compte les sources d'émissions qui, durant l'année 2010, représentent :

1° Pour chaque polluant atmosphérique, au moins 90 % de ses émissions engendrées par l'ensemble des sources d'émissions ;

2° Au moins 90 % de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre émis par l'ensemble des sources d'émissions.

Art. 6. – Pour évaluer les émissions pour les années 2020 et 2025, l'exploitant prend en compte les mêmes sources d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques que celles déterminées à l'article 4 du présent décret. Pour les sources d'émissions non couvertes par le programme des actions, l'exploitant d'aérodrome peut retenir des hypothèses de maintien de l'intensité en gaz à effet de serre et polluants atmosphériques lorsqu'il ne peut en faire une modélisation plus fine en l'absence de données.

La méthode d'évaluation des émissions est identique à celle déterminée à l'article 4 du présent décret. Ces évaluations, élaborées par chaque exploitant d'aérodrome pour les échéances susmentionnées, tiennent compte, en particulier, de l'évolution :

1° De la flotte et du nombre de mouvements d'avions ;

2° De la durée moyenne de roulage des avions et de la durée moyenne d'utilisation de leurs moteurs auxiliaires de puissance et des éventuelles procédures opérationnelles visant à réduire les émissions au roulage ;

3° De la flotte de véhicules d'assistance en escale et véhicules routiers utilisés par l'exploitant d'aérodrome ainsi que de l'évolution de leur utilisation ;

4° Des autres sources d'émissions identifiées au titre de l'article 4.

Afin de déterminer l'évolution de flotte des avions et des émissions engendrées par leurs moteurs de propulsion, l'exploitant d'aérodrome tient compte de l'amélioration de l'efficacité énergétique constatée annuellement entre 2005 et 2015 en vue d'extrapoler, de manière linéaire et à taux de progrès constant, la consommation prévisible des avions en 2020 et en 2025. Le cas échéant, il s'appuie

sur la direction du transport aérien de la direction générale de l'aviation civile pour élaborer ces prévisions.

Art. 7. – Les unités de trafic sont calculées sur la base du trafic réel pour l'année 2010 et évaluées, pour les années 2020 et 2025, par l'exploitant d'aérodrome. Le cas échéant, il s'appuie sur la direction du transport aérien pour élaborer les prévisions concernant les années 2020 et 2025.

Art. 8. – Le programme des actions de réduction de l'intensité en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques que chaque exploitant d'aérodrome transmet à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie au plus tard le 31 décembre 2016 indique pour les années 2010, 2020 et 2025 :

1° Les valeurs des paramètres et les hypothèses utilisées pour élaborer les données chiffrées mentionnées aux articles 4 et suivants ;

2° La quantification des émissions par gaz à effet de serre et par polluant atmosphérique, distinguées selon les catégories a, b et c définies à l'article 2 du présent décret. Au sein de chacune des catégories sont listés les différents postes d'émissions ;

3° Les actions de réduction des émissions associées à chacun des postes d'émissions identifiés dans le présent décret ainsi que leur programmation annuelle. Le programme des actions présente un volet relatif à la mise en place de moyens de substitution aux moteurs auxiliaires de puissance et un volet relatif à la flotte de véhicules routiers utilisés par l'exploitant d'aérodrome et de véhicules d'assistance en escale.

Le cas échéant, l'exploitant d'aérodrome présente les résultats de quantification sous la même forme que celle utilisée dans le cadre de l'application des articles L. 229-25 et R. 229-47 du code de l'environnement relatifs au bilan des émissions des gaz à effet de serre.

Le bilan des émissions est constitué d'un fichier numérique exploitable.

Les coordonnées du responsable de l'établissement du bilan des émissions et du programme des actions sont fournies à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

Art. 9. – L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie fait le bilan du programme des actions mentionné à l'article 8.

Elle vérifie l'atteinte des objectifs de réduction de l'intensité en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques. Pour ce faire, pour chacune des années 2010, 2020 et 2025, elle procède comme précisé aux alinéas qui suivent.

Les évaluations des émissions annuelles de gaz à effet de serre, exprimées en quantités équivalentes de dioxyde de carbone par application du pouvoir de réchauffement global, sont agrégées pour l'ensemble des aérodromes mentionnés à l'article 1^{er}.

Pour déterminer leur intensité en gaz à effet de serre, ces émissions annuelles agrégées sont rapportées aux unités de trafic de l'ensemble des avions mentionnés à l'article 4 pour l'année considérée.

Par rapport à l'année de référence 2010, l'objectif de réduction de l'intensité en gaz à effet de serre est fixé respectivement à 10 % et 20 % pour les années 2020 et 2025.

Les évaluations des émissions de chaque polluant atmosphérique sont agrégées pour l'ensemble des aérodromes mentionnés à l'article 1^{er}.

Aux fins de détermination de l'intensité en polluant atmosphérique, ces émissions annuelles et agrégées sont rapportées aux unités de trafic de l'ensemble des avions mentionnés à l'article 4 pour l'année considérée.

La réduction de l'intensité en polluant atmosphérique est calculée de façon indépendante pour chacun d'entre eux. Par rapport à l'année de référence 2010, l'objectif de réduction moyenne des intensités en polluants atmosphériques est fixé respectivement à 10 % et 20 % pour les années 2020 et 2025.

Art. 10. – Le bilan réalisé par l’Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie est rendu public.

Art. 11. – La ministre de l’environnement, de l’énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat, et le secrétaire d’Etat chargé des transports, de la mer et de la pêche sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l’exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 10 mai 2016.

MANUEL VALLS

Par le Premier ministre :

*La ministre de
l’environnement, de
l’énergie et de la mer,
chargée des relations internationales
sur le climat,*
SÉGOLÈNE ROYAL

*Le secrétaire
d’Etat chargé
des transports,
de la mer et de la pêche,*
ALAIN VIDALIES

ANNEXE 2 : Répartition des émissions par poste d'émission

Emissions de gaz à effet de serre

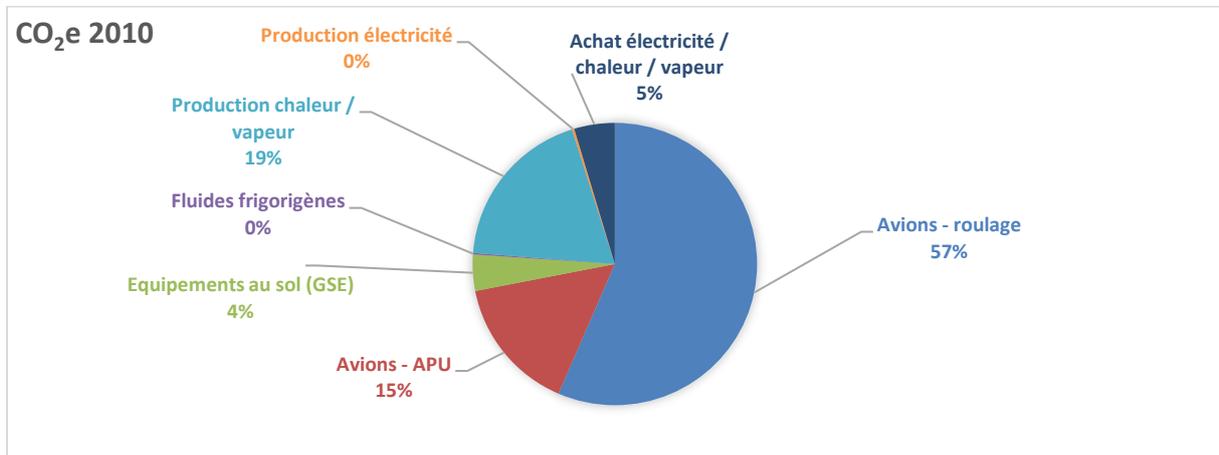


Figure 19 - Répartition des émissions de CO₂e par poste d'émission en 2010 (11 aéroports)

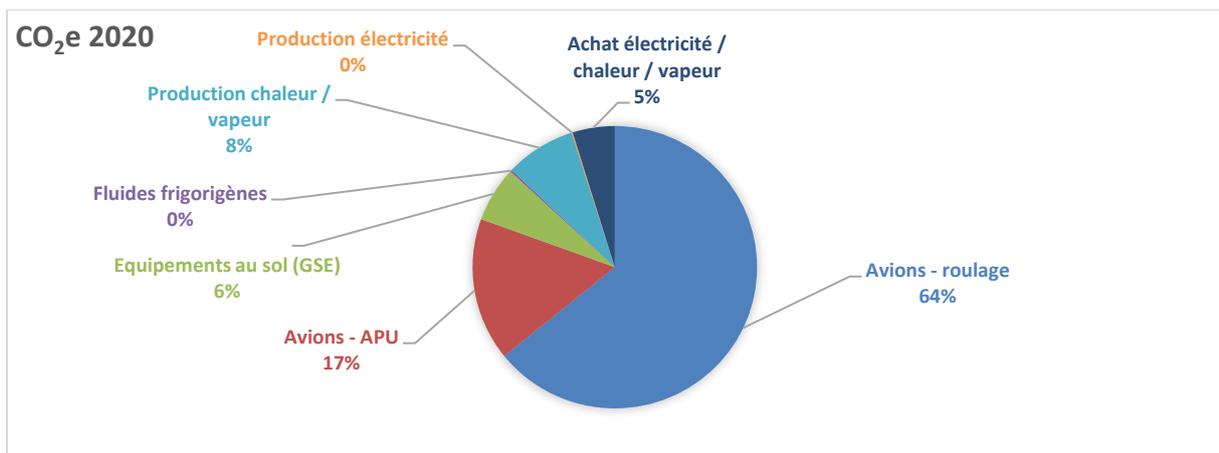


Figure 20 - Répartition des émissions de CO₂e par poste d'émission en 2020 (11 aéroports)

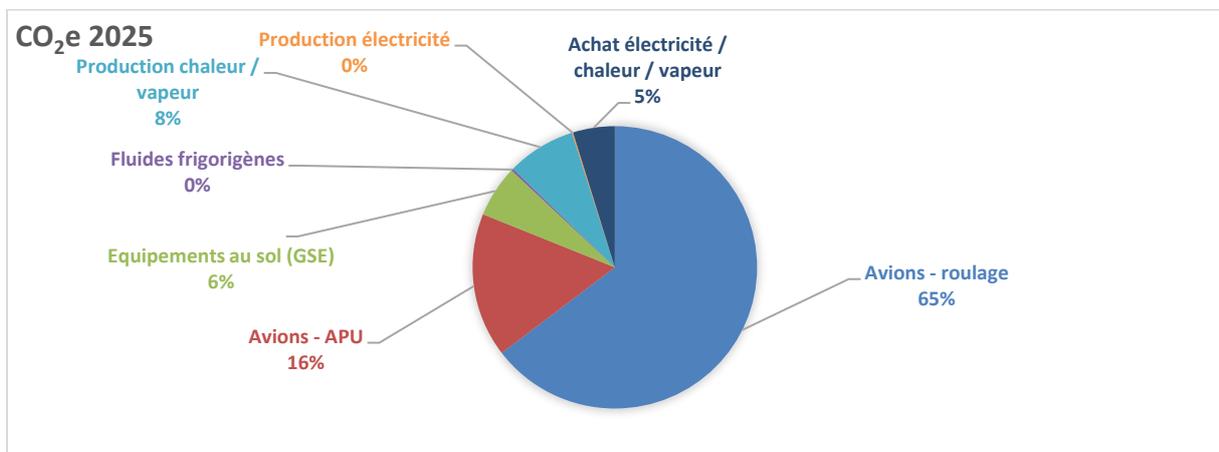


Figure 21 - Répartition des émissions de CO₂e par poste d'émission en 2025 (10 aéroports)

Emissions de NOx

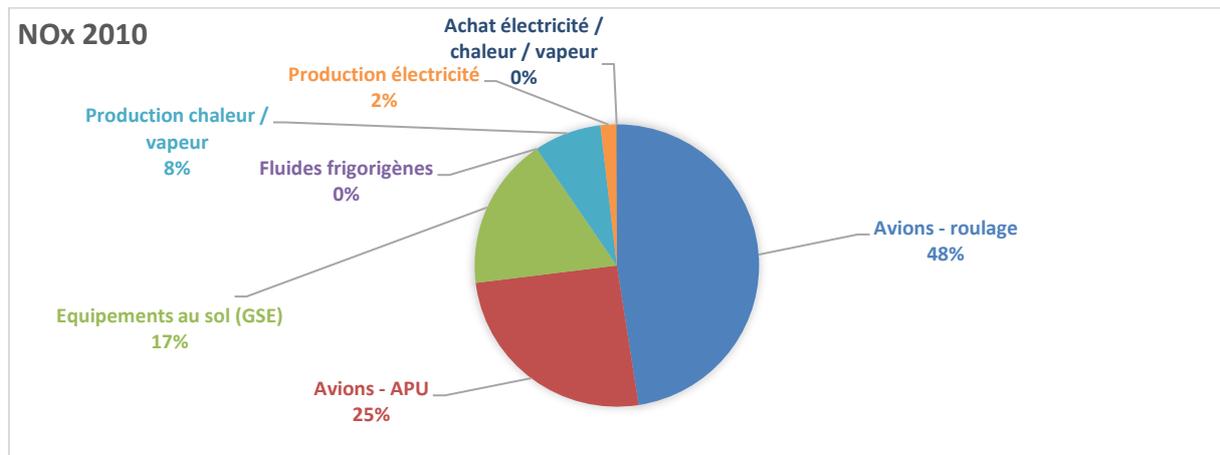


Figure 22 - Répartition des émissions de NOx par poste d'émission en 2010 (11 aéroports)

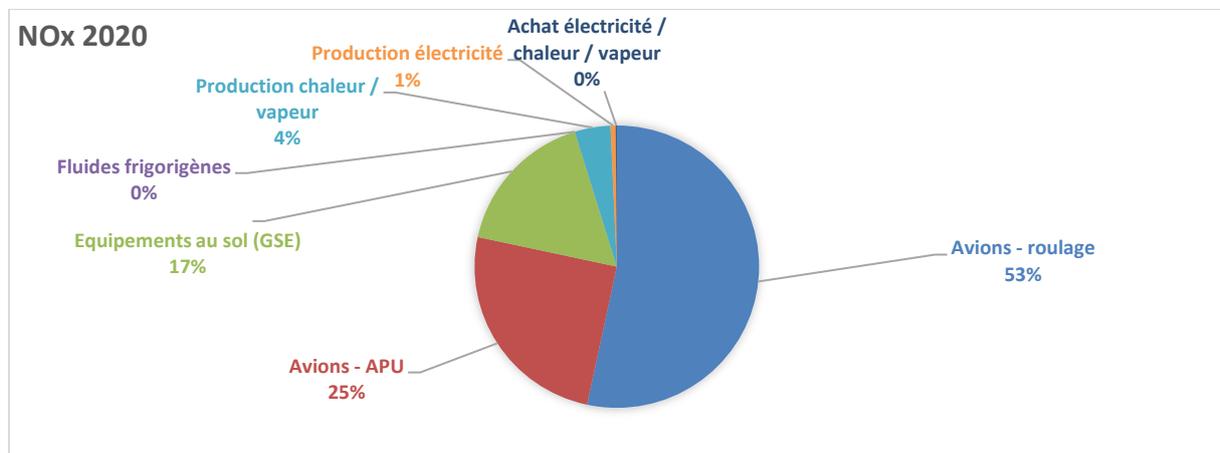


Figure 23 - Répartition des émissions de NOx par poste d'émission en 2020 (11 aéroports)

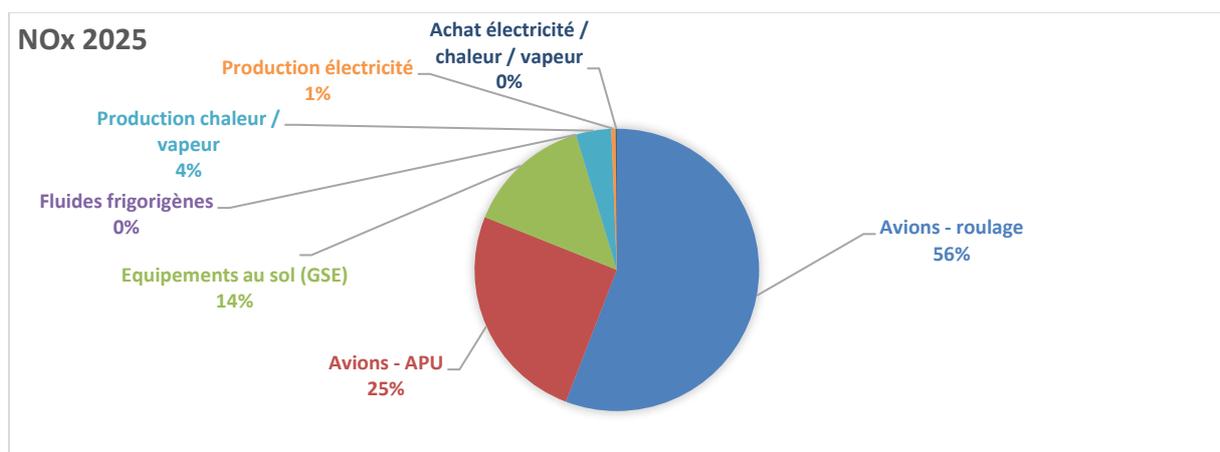


Figure 24 - Répartition des émissions de NOx par poste d'émission en 2025 (10 aéroports)

Emissions de COV

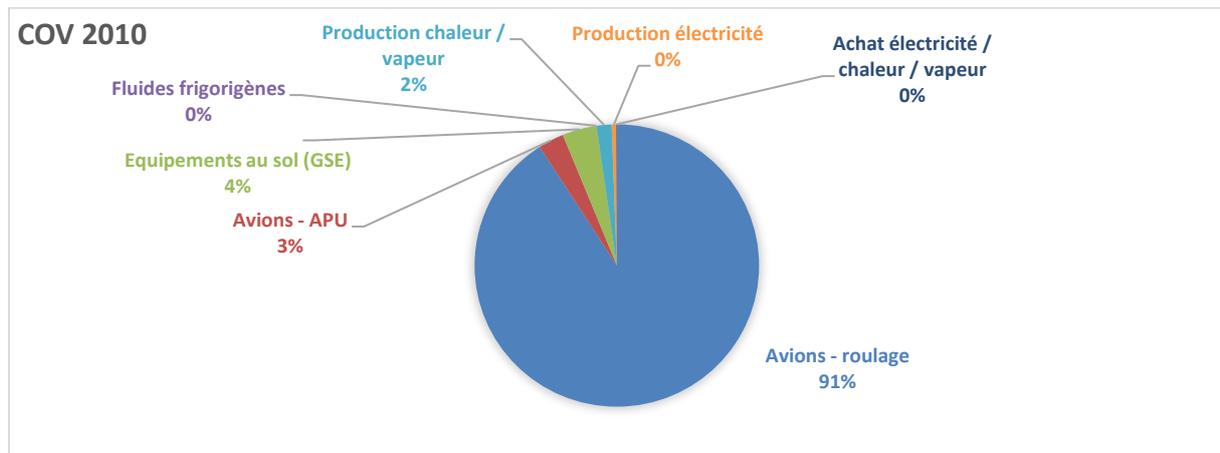


Figure 25 - Répartition des émissions de COV par poste d'émission en 2010 (11 aérodrômes)

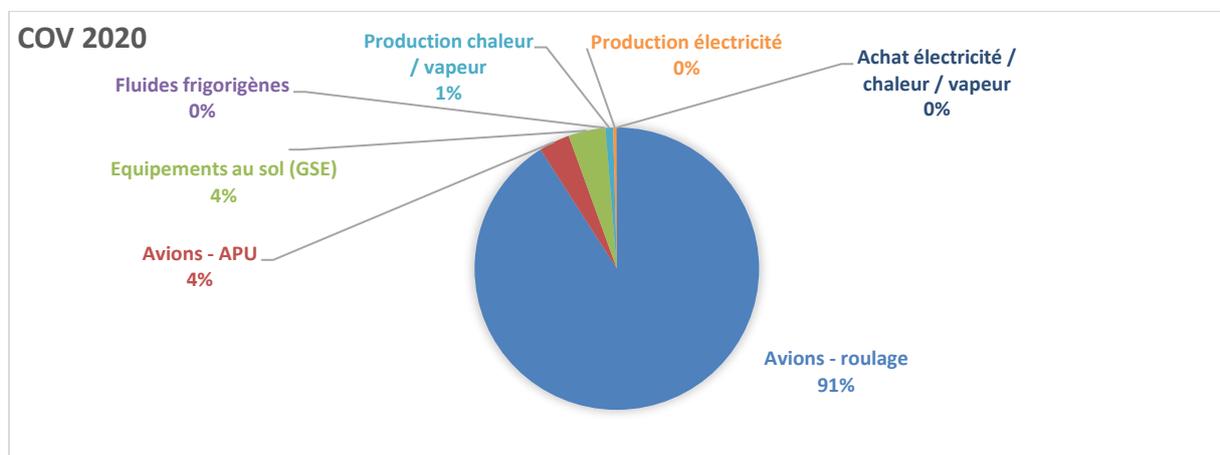


Figure 26 - Répartition des émissions de NOx par poste d'émission en 2020 (11 aérodrômes)

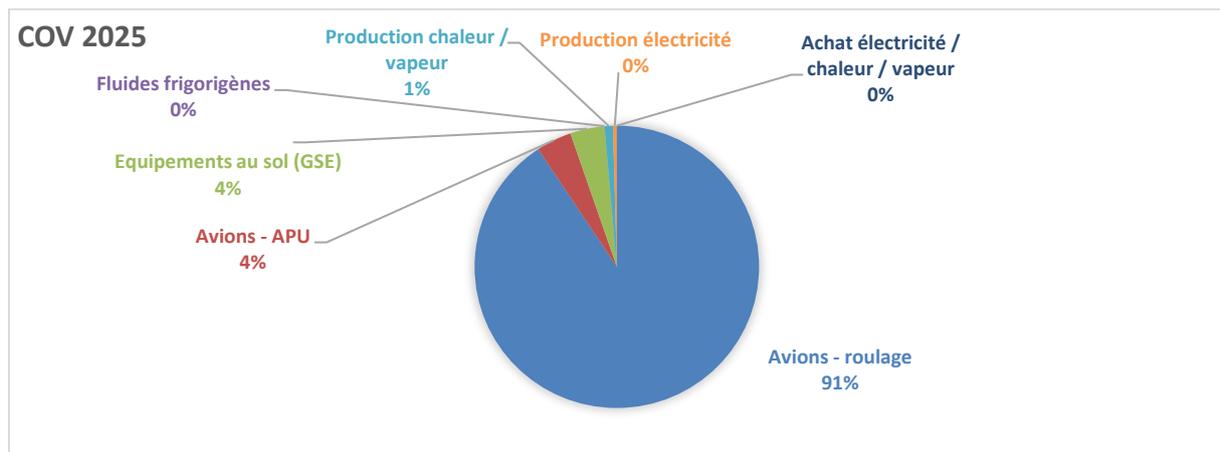


Figure 27 - Répartition des émissions de NOx par poste d'émission en 2025 (10 aérodrômes)

Emissions de TSP

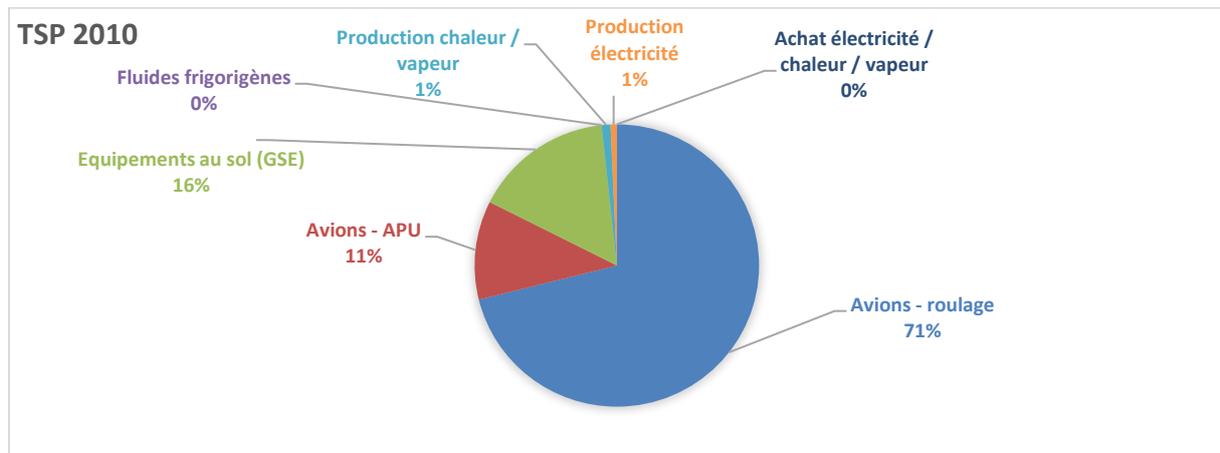


Figure 28 - Répartition des émissions de TSP par poste d'émission en 2010 (11 aéroports)

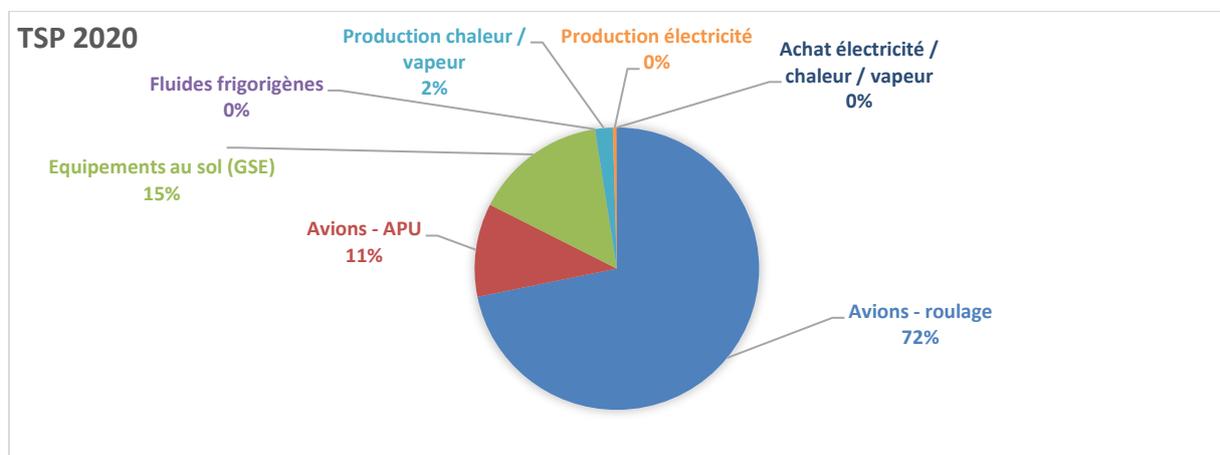


Figure 29 - Répartition des émissions de TSP par poste d'émission en 2020 (11 aéroports)

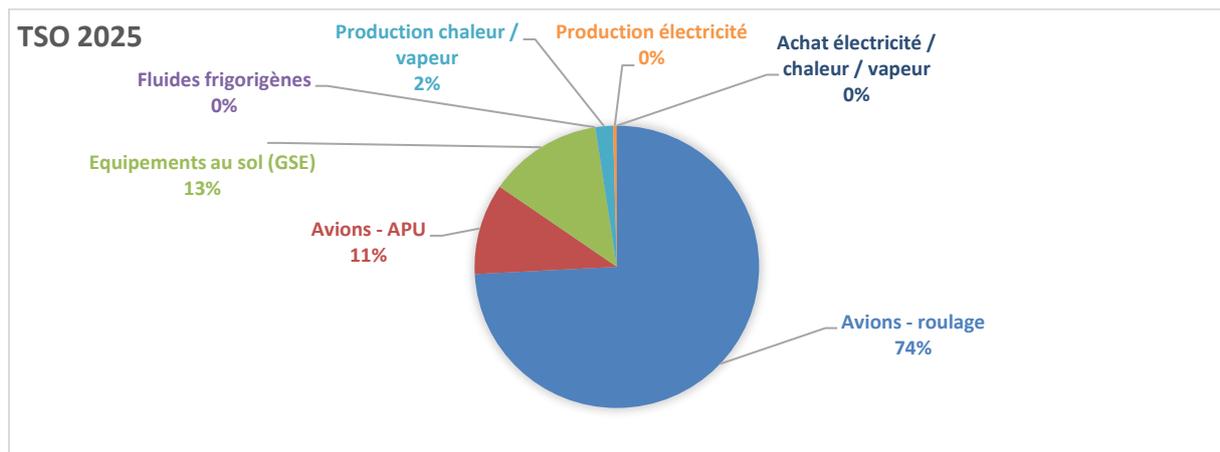


Figure 30 - Répartition des émissions de TSP par poste d'émission en 2025 (10 aéroports)

ANNEXE 3 : La démarche ACA (Airport Carbon Accreditation)

La démarche Airport Carbon Accreditation (ACA) a été lancée en 2009 à l'initiative de l'ACI (Airports Council International). C'est un programme à dimension internationale de réduction des émissions de gaz à effets de serre spécifique aux aéroports, qui évalue et reconnaît la démarche entreprise par les aéroports afin de réduire leurs émissions en gaz à effet de serre. L'accréditation exige une vérification par un tiers indépendant. Elle comprend 4 niveaux d'accréditation : la cartographie (« mapping »), la réduction (« reduction »), l'optimisation (« optimisation ») et la neutralité (« neutrality »).

En Avril 2018, d'après www.airportco2.org, 234 aéroports étaient accrédités, répartis dans 62 pays dans le monde (dont 133 aéroports en Europe), et représentant 42,7% du trafic passagers mondial. Voici en particulier la situation des 11 aéroports objets de ce rapport, vis-à-vis du programme ACA :

aérodrome	niveau de certification ACA
Bâle-Mulhouse	non engagé
Beauvais-Tillé	non engagé
Bordeaux-Mérignac	non engagé
Lyon-Saint-Exupéry	3+ = "neutralité"
Marseille-Provence	2 = "réduction"
Nantes-Atlantique	1 = "cartographie"
Nice-Côte d'Azur	3+ = "neutralité"
Paris-Charles-de-Gaulle	3 = "optimisation"
Paris-Le Bourget	3 = "optimisation"
Paris-Orly	3 = "optimisation"
Toulouse-Blagnac	2 = "réduction"

Tableau 60 - Niveau de certification ACA des aéroports (Janvier 2018)

Pour plus informations, voir :

- <http://www.airportcarbonaccreditation.org/>
- <http://www.airportco2.org/>

ANNEXE 4 : Abréviations et sigles

ACAC : Airport Carbon Accreditation

ACNUSA : Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires

ADEME : Agence De l'Environnement de la Maîtrise de l'Energie

Airport CDM : Airport Collaborative Decision Making

ATS : Air Traffic Service

CO₂e : dioxyde de carbone équivalent

COV : Composés Organiques Volatils

DGAC : Direction Générale de l'Aviation Civile

GES : Gaz à Effet de Serre (unité de mesure : CO₂e)

GLD : Gestion Locale des Départs

GSE : Ground Support Equipment

HFC : HydroFluoroCarbure

kt : kilotonne

LTO : Landing and Take-Off

NOx : Oxydes d'azote

Pax-e : passager-équivalent (100 kg de fret équivaut à 1 passager)

PCA : pré-conditionnement d'air

TSP : Particules Totales en Suspension (« Total Suspended Particulates »)

UAF : Union des Aéroports Français

UdT : unités de trafic



ANNEXE 5 : Sources et bibliographie

https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_technical-summary.pdf

http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter8.pdf

http://ecocouncil.dk/index.php?option=com_docman&view=document&alias=2039-120426-air-pollution-in-airports-french&category_slug=publikationer&Itemid=1446

<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/fre/10a01f.pdf>

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Emissions_gazeusesVF.pdf

<https://www.acnusa.fr/fr/les-aeroports/12>

<http://www.basecarbone.fr/fr/bilanenligne/detail/index/idElement/2323/back/bilans>

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-17-238_fr.pdf

<https://www.parisaeroport.fr/docs/default-source/groupe-fichiers/presse/dossier-de-presse/dossier-de-presse-commerces-mai-2014.pdf?sfvrsn=4>

<http://www.aeroport.fr/page/page/nouveau-guide-des-aeroports-francais-2016-2017>

<http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/publications/evaluation-qualite-lair-autour-dun-aeroport>

<http://www.eurocontrol.int/>

https://www.acnusa.fr/web/uploads/media/default/0001/02/1039_acnusa-gt-air-synthese.pdf

<http://www.ecopowerenginewash.com/>

<https://www.acnusa.fr/fr/le-saviez-vous/les-avions/quest-ce-quun-apu-auxiliary-power-unit/116>

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_CITEPA_APU_180707.pdf

I Care & Consult « Etude sur l'utilisation de l'APU et du GPU sur l'Aéroport de Nantes Atlantique »

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000026257685&dateTexte=&categorieLien=id>

https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000022050091

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000460151>

https://www.zurich-airport.com/~media/flughafenzh/dokumente/das_unternehmen/laerm_politik_und_umwelt/luft/2014_gse_emissionmeth_zrh.pdf

<http://www.hqegbc.org/batiments/certifications/>

<http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone/donnees-consulter>

Avis destiné aux détenteurs d'équipements de réfrigération et de climatisation contenant des hydrochlorofluorocarbures (HCFC), dont le R-22 - JORF n°158 du 10 juillet 2007

Loi n° 2013-619 du 16 juillet 2013

<https://www.easa.europa.eu/document-library/icao-aircraft-engine-emissions-databank>

<https://www.icao.int/assembly-archive/Session36/A.36.WP.236.EX.EN.pdf#search=Annex%2016%20to%20the%20Convention%20on%20International%20Civil%20Aviation%3A%20Environmental%20Protection>

<http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/fr/publications/guide-calcul-emissions-dues-aux-aeronefs>

<http://eco-calculateur.aviation-civile.gouv.fr/>

<http://cordis.europa.eu/transport/src/meetrep.htm>

<http://www.atmo-alsace.net>

<http://www.atag.org/>

https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39_CORSA_FAQ2.aspx

https://www.acnusa.fr/web/uploads/media/default/0001/02/1049_acnusa-gt-air-synthese-vfinale.pdf

<https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1407>

<http://www.ghgprotocol.org/>

<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/>

<http://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/art75/siGras/0>

http://www.liberation.fr/futurs/2013/06/19/faire-rouler-les-avions-sans-kerosene-un-enjeu-ecolo_911475

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000460151>

ISO-TR 14069 : Guide d'application de la norme 14064-1

<http://www.ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>

https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/A39_CORSA_FAQ2.aspx

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Écologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



BILAN NATIONAL DU PROGRAMME D' ACTIONS DES AERODROMES ETABLI PAR L'ADEME : APPLICATION DU DECRET N°2016-565 ET DE L'ARTICLE 45 DE LA LOI N°2015-992

Résumé

En application de l'article 45 de la loi n°2015-992 et du décret n°2016-565, l'ADEME a établi un bilan national des programmes d'action de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques communiqués par les onze aéroports concernés.

Ce bilan fait apparaître que les objectifs de réduction des intensités d'émission en gaz à effet de serre et en polluants atmosphériques, fixés par le décret à 10% pour l'année 2020 et 20% pour l'année 2025, par rapport à l'année de référence 2010, sont respectés.

L'ADEME propose plusieurs pistes de travail, qu'elle souhaite étudier en collaboration avec les aéroports.

- Fixer et respecter, par aéroport ou groupe régional d'aéroports, des objectifs de réduction absolue des émissions de gaz à effet de serre et de polluants, sur un périmètre de comptabilisation intégrant l'ensemble des vols et des phases de vol, ainsi que les trajets routiers depuis et vers l'aéroport ;
- Publier périodiquement des indicateurs clés, par aéroport ;
- Maîtriser le développement du trafic aérien national et international (depuis et vers la France), en impliquant davantage les passagers et en plafonnant si besoin le nombre de mouvements par aéroport ou groupe régional d'aéroports.

Essentiel à retenir

On note qu'en volume, les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques restent, en 2025, à un niveau proche de celui de 2010, à l'exception des émissions de COV qui sont en baisse. Une évolution à la hausse apparaît à partir de 2020, pour les émissions de GES, de NOx et de TSP.



www.ademe.fr

