



# INVENTAIRE D'ÉMISSIONS AÉROPORTUAIRES NANTES-ATLANTIQUE

Inventaire des émissions des sources au  
sol hors aéronefs

air pays de  
la Loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)



# Sommaire

<b>Synthèse</b> .....	<b>3</b>
<b>Contexte et objectifs</b> .....	<b>4</b>
<b>L'inventaire d'émissions aéroportuaire</b> .....	<b>5</b>
Inventaire des émissions .....	5
Emprise géographique.....	5
Année de référence .....	6
Sources d'émission.....	6
Substances prises en compte .....	6
Méthodologie de calcul des émissions .....	7
<b>Répartition sectorielle des émissions au sol (hors aéronefs) sur la zone aéroportuaire</b> .....	<b>8</b>
Emissions des gaz à effet de serre .....	8
Emissions de particules .....	9
Emissions de précurseurs d'ozone.....	10
Emissions des autres polluants réglementés pour la qualité de l'air.....	11
Emissions des autres polluants à l'atmosphère .....	12
<b>Emissions totales au sol (hors aéronefs) de la zone aéroportuaire</b> .....	<b>14</b>
<b>Conclusions et perspectives</b> .....	<b>18</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>19</b>
Annexe 1 – sources prises en compte dans cette étude..	19
Annexe 2 - Emissions des aéronefs .....	22

## contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Sébastien Cibick

Réalisation : Mickaël Charuel

Validation : François Ducroz et Céline Puente – Lelièvre

Crédit photo : VINCI Airports

## conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> août 2019 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

# Synthèse

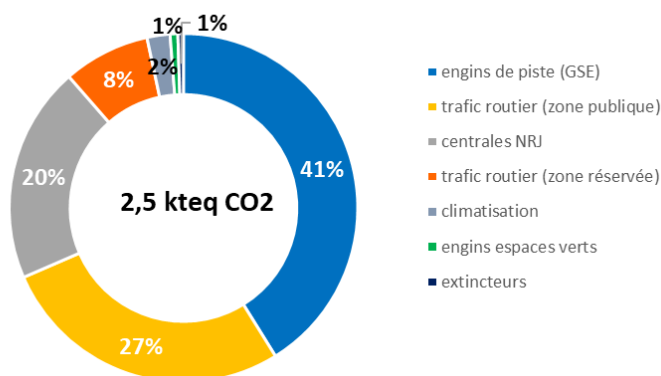
L'application de l'article 45 de la loi 2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), dont les modalités d'application sont décrites dans le décret n°2016-565 du 10 mai 2016, fait obligation aux aéroports, dont celui de Nantes, d'établir un programme d'actions dont l'objet est de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. La loi fixe des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 10 % en 2020 et 20 % en 2025 par rapport à un état des lieux 2010.

Dans le cadre de leur démarche environnementale, s'appuyant sur l'expertise d'Air Pays de la Loire dans le domaine des inventaires des émissions, les Aéroports du Grand Ouest (AGO) ont souhaité disposer d'un inventaire des émissions à l'atmosphère des différentes sources hors aéronefs sur la plateforme aéroportuaire de Nantes afin de compléter leur connaissance de leur impact sur la pollution atmosphérique et leurs émissions de gaz à effet de serre. Cet inventaire a été établi pour l'année civile 2019, l'année 2020 étant atypique du fait de la pandémie du covid-19.

## Emissions de gaz à effet de serre (GES)

Les émissions totales de GES des sources au sol hors aéronefs de la zone aéroportuaire en 2019 sont estimées à 2,5 kteq CO<sub>2</sub> (soit 0,2% des émissions de GES des transports de Nantes Métropole en 2018 qui sont de 1 160 kteq CO<sub>2</sub>).

Les sources majoritaires d'émissions de gaz à effet de serre sont les sources mobiles en particulier :

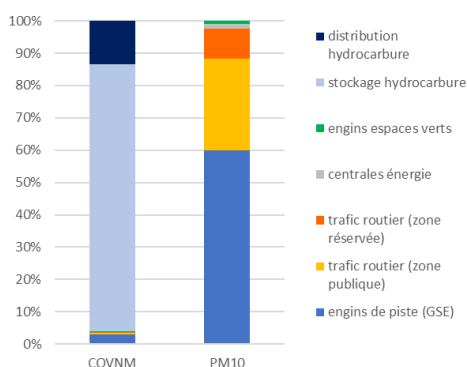


-les engins de piste (poussoir, escabeaux, cuve à eaux, etc.) représentent 41 % des émissions totales de GES des sources au sol hors aéronefs ;  
 -le trafic routier en zone publique pour 27 % des émissions totales de GES des sources au sol ;  
 Concernant les sources fixes, la centrale énergie est responsable de 20 % des émissions totales de GES des sources au sol.

Par rapport aux émissions totales au sol de la zone aéroportuaire (composées de la phase de roulage des aéronefs, les APU et les sources au sol de cette étude), les émissions de GES des sources prises en compte dans cette étude représentent 11 % des émissions de GES totales, les avions au sol étant donc la source majoritaire de ces émissions dans la zone d'étude (cf tableau page 8).

Figure 1 : répartition sectorielle des émissions de gaz à effet de serre des sources au sol hors aéronefs en 2019

## Concernant les émissions de polluants atmosphériques réglementés pour la qualité de l'air



Les sources prépondérantes des émissions de polluants atmosphériques au sol hors aéronefs sont :

- les engins de piste : 60 % des émissions de PM<sub>10</sub>, 3 % des émissions de COVNM ;
- le trafic routier en zone publique : 29 % des émissions de PM<sub>10</sub> ;
- le stockage et la distribution d'hydrocarbures : 83 % des émissions de COVNM.

Les émissions de NO<sub>x</sub> suivent globalement la même répartition sectorielle que les émissions de PM<sub>10</sub>.

Figure 2 : répartition sectorielle des émissions de COVNM et de PM des sources au sol hors aéronefs en 2019

## Perspectives

Cet inventaire met en évidence les secteurs à privilégier dans la réduction des émissions à l'atmosphère que sont les engins de piste, les transports routiers en zone publique, le stockage d'hydrocarbures et la centrale énergie. Dans ce cadre il est important de rappeler que les émissions des aéronefs au sol restent largement prédominantes par rapport aux émissions hors aéronefs au sol. Les émissions de GES et de polluants atmosphériques généraux des aéronefs au sol représentent entre 85 % et 100 % des émissions prises en compte (en dehors du cas particulier des COVNM dont les sources majoritaires sont le stockage et la distribution de carburants).

Le passage des engins de piste en électricité (équipement 400 Hz) serait un des principaux leviers pour réduire les émissions de la plateforme aéroportuaire. Un nouveau diagnostic pourra être réalisé dans 3 ou 5 ans pour évaluer l'évolution des émissions de GES et de polluants atmosphériques.

# Contexte et objectifs

L'application de l'article 45 de la loi 2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), dont les modalités d'application sont décrites dans le décret n°2016-565 du 10 mai 2016, fait obligation aux aéroports, dont celui de Nantes, d'établir un programme d'actions dont l'objet est de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

La loi fixe des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 10 % en 2020 et 20 % en 2025 par rapport à un état des lieux 2010.

Dans le cadre de leur démarche environnementale, s'appuyant sur l'expertise d'Air Pays de la Loire dans le domaine des inventaires des émissions, les Aéroports du Grand Ouest (AGO) ont souhaité disposer d'un inventaire d'émissions des différentes sources hors aéronefs sur la plateforme aéroportuaire de Nantes afin de compléter leur connaissance de leur impact sur la pollution atmosphérique et leurs émissions de gaz à effet de serre. Accompagnant AGO par des campagnes de mesure depuis 2009, et disposant de l'expertise de l'inventaires des émissions à l'échelle locale BASEMIS, AGO a demandé à Air Pays de la Loire de réaliser cet inventaire des émissions de gaz à effet de serre et de polluants à l'atmosphère des sources au sol, l'inventaire des émissions liées aux aéronefs étant réalisé régulièrement par la plateforme aéroportuaire.

La réalisation d'un recensement des sources (fixes et mobiles) de rejets atmosphériques passe par la comptabilité exhaustive des activités susceptibles de générer des émissions de polluants sur la plateforme aéroportuaire (dont trafic routier spécifique aux activités de l'aéroport par exemple). Ce recensement permet :

- de tenir les riverains informés des rejets de polluants atmosphériques liés aux activités développées sur le site aéroportuaire, dans leur proche environnement ;
- d'identifier les points sur lesquels des actions destinées à réduire ces rejets sont possibles ;
- de réaliser une comparaison entre les rejets de l'aéroport de Nantes et les rejets estimés sur d'autres aéroports français voire européens (notamment pour l'application d'une méthodologie commune).

Les émissions des aéronefs, calculées par ailleurs dans le cadre de l'inventaire annuel régional BASEMIS, ne sont pas intégrées à cette étude mais rapportées à titre d'information. Cette étude apporte un complément d'information dans le cadre des missions de surveillance de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire des Pays de la Loire par Air Pays de la Loire.

Le présent document décrit les méthodes et moyens mis en œuvre pour la réalisation de ces différents travaux. Il présente également l'ensemble des résultats de l'inventaire des émissions des sources au sol hors aéronefs.

# L'inventaire d'émissions aéroportuaire

## Inventaire des émissions

La réalisation d'un inventaire des émissions consiste en une détermination théorique d'un flux de polluants émis dans l'atmosphère (masse du composé émise par unité de temps). Il s'agit de faire correspondre à des données dites primaires (statistiques, comptages, enquêtes, besoins énergétiques, ...), des facteurs d'émissions issus d'expériences métrologiques ou de modélisations.

Pour illustrer schématiquement ce principe, les émissions sont estimées pour chacune des activités retenues pour l'inventaire au moyen de la formule générale suivante :

$$E_{s,a,t} = A_{a,t} \times F_{s,a}$$

Avec :

E : émission de la substance "s" par l'activité "a" pendant le temps "t"

A : quantité d'activité relative à l'activité "a" pendant le temps "t"

F : facteur d'émission relatif à la substance "s" et à l'activité "a".

Dans certains cas, les émissions sont déterminées par des relations mathématiques plus complexes faisant intervenir de nombreux paramètres. C'est le cas du trafic routier par exemple pour lequel des développements informatiques ont été nécessaires (météorologie, normes des véhicules, types de routes...).

L'inventaire des émissions est orienté sources. Seules les émissions incluses dans l'emprise géographique de l'aéroport seront prises en compte. Les émissions induites notamment liées à l'utilisation d'électricité, le transport de personnes desservant l'aéroport ou d'autres activités anthropiques en dehors du périmètre de l'étude sont de fait exclues.

## Emprise géographique

La zone géographique de prise en compte des émissions des sources au sol hors aéronefs de la plateforme aéroportuaire de Nantes est définie par la limite bleue ci-dessous.



Figure 3 : zone d'étude de l'inventaire des émissions des sources au sol hors aéronefs

Cette zone exclue notamment les routes desservant l'aéroport de Nantes en particulier (liste non exhaustive) :

- la rue de la Croix rouge
- la départementale D85
- la rue Clément Ader
- l'avenue de Frémiou

## Année de référence

L'année de prise en compte des émissions de la plateforme aéroportuaire de Nantes est l'année civile 2019, l'année 2020 étant particulière et peu représentative de l'activité de l'aéroport du fait de la pandémie du covid-19 et de la baisse du trafic aérien.

## Sources d'émission

Les sources d'émissions de polluants à prendre en compte sont de deux types :

- les sources mobiles : ces sources incluent les véhicules (voitures particulières, bus de transports des voyageurs vers l'avion, etc) et engins mobiles de la zone réservée (pousseurs, escabeaux mobiles.. et en dehors dans la limite du périmètre géographique défini dans cette étude (parkings notamment) ;
- les sources fixes : ces sources se situent dans le périmètre géographique de l'étude et incluent les consommations d'énergie des utilités, les utilisations de solvants et de composés fluorés, les activités polluantes de type industriels (réfection de piste, utilisations de peinture...), les activités liées à l'avitaillement des avions, etc.

Une liste exhaustive des sources prises en compte est fournie en annexe. Seules les sources présentes sur la plateforme aéroportuaire de Nantes en 2019 ont été inventoriées.

## Substances prises en compte

Les polluants compris dans cette étude sont ceux fournis par le guide méthodologique DGAC/CITEPA pour la prise en compte des émissions de polluants à l'atmosphère sur une zone aéroportuaire hors aéronefs :

- Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub> ;
- Oxydes d'azote NO<sub>x</sub> ;
- Monoxyde de carbone CO ;
- Composés organiques volatils Non Méthaniques COVNM ;
- Ammoniac NH<sub>3</sub> ;
- Particules totales en suspension TSP et leur spéciations granulométriques PM10, PM2.5, PM1 ;
- Dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> ;
- Méthane CH<sub>4</sub> ;
- Protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O ;
- Hydrofluorocarbures HFC ;
- Perfluorocarbures PFC ;
- Hexafluorure de soufre SF<sub>6</sub> ;
- Polluants organiques persistants : les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP : Le Benzo(a)Pyrène (BaP), le Benzo(b)Fluoranthène (BbF), le Benzo(k)Fluoranthène (BkF), l'Indéno(1,2,3)Pyrène (IndPy), les PolyChloroBiphényles (PCB), l'HexaChloroBenzène (HCB), les dioxines et furanes (PCDD-F) ;
- Les métaux lourds : l'Arsenic (As), le Cadmium (Cd), le Chrome (Cr), le Cuivre (Cu), le Mercure (Hg), le Nickel (Ni), le Plomb (Pb), le Sélénium (Se), le Zinc (Zn).

Seront ajoutées à cette étude les émissions de gaz à effet de serre totaux exprimées en pouvoir de réchauffement global (PRG). Le PRG est un indicateur visant à regrouper sous une seule valeur l'effet cumulé de toutes les substances contribuant à l'accroissement de l'effet de serre. Il est exprimé en « équivalent CO<sub>2</sub> » (noté CO<sub>2</sub>eq). Par définition, l'effet de serre attribué au CO<sub>2</sub> est fixé à 1 et celui des autres substances relativement au CO<sub>2</sub>. Cet indicateur est calculé sur la base d'un horizon à 100 ans afin de tenir compte de la durée de séjour des différentes substances dans l'atmosphère.

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>
<b>PRG (à 100 ans)<sup>1</sup></b>	1	28	265	Variable selon les molécules 4 à 12 400	Variable selon les molécules 6 630 à 11 100	23 500	16 100

*Aide de lecture : en termes de réchauffement global (effet de serre à 100 ans), 1 molécule de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) équivaut à 265 molécules de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).*

<sup>1</sup> Cinquième rapport d'évaluation du Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC, 2013) [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.shtml#UVBRyVd1l-Y](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#UVBRyVd1l-Y)

# Méthodologie de calcul des émissions

La méthodologie utilisée est celle décrite dans le guide méthodologique : CITEPA/DGAC - Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs – 2013 ([https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide\\_CITEPA\\_2013.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Guide_CITEPA_2013.pdf)).

Ce calcul nécessite des adaptations méthodologiques en fonction des données et des sources prises en compte dans cette étude.

Ce guide méthodologique est complété et mis à jour par les guides suivants :

- CITEPA – OMINEA 17<sup>ème</sup> version – 2020 : ce guide fournit la dernière version des facteurs d'émission à utiliser pour l'ensemble des sources polluantes en France ainsi que les dernières méthodologies prises en compte dans la détermination des émissions polluantes (<https://www.citepa.org/fr/ominea/>) ;
- OACI - Airport Air Quality Manual – 2011 : ce guide permet de compléter les éventuelles données primaires qui seraient manquantes ou que AGO ne pourraient nous fournir pour certaines activités notamment pour les engins de la zone réservée (<https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Doc%209889.SGAR.WG2.Initial%20Update.pdf>) ;
- PCIT – Guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions de polluants atmosphériques – 2018 : ce guide fournit des méthodologies pour prendre en compte des émissions de polluants à une échelle locale (<https://www.lcsqa.org/fr/rapport/guide-methodologique-pour-lelaboration-des-inventaires-territoriaux-des-emissions>) ;
- ACNUSA - Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer leur impact sur la qualité de l'air locale – 2016 : ce guide fixe les méthodologies générales à utiliser pour la prise en compte de l'impact d'une zone aéroportuaire sur la qualité de l'air ([https://www.acnusa.fr/web/uploads/media/default/0001/02/1049\\_acnusa-gt-air-synthese-vfinale.pdf](https://www.acnusa.fr/web/uploads/media/default/0001/02/1049_acnusa-gt-air-synthese-vfinale.pdf)).

Cette liste de documents non exhaustive a été complétée en fonction des particularités de la plateforme aéroportuaire de Nantes et des activités recensées. En particulier, il a été fait appel à :

- la méthodologie européenne COPERT V<sup>2</sup> pour prendre en compte les émissions du secteur des transports routiers de la zone d'étude avec un parc roulant national du CITEPA pour l'année 2018<sup>3</sup>. Les poids lourds n'étant cependant pas présents dans les parkings de la zone d'étude, ils ont été exclus du parc roulant du CITEPA pour ne prendre en compte que les véhicules particuliers et les véhicules utilitaires légers ;
- les facteurs d'émissions utilisés, quand cela a été possible sont issues du dernier rapport OMINEA du CITEPA pour prendre en compte les évolutions méthodologiques les plus récentes ;
- une collecte des données précises réalisée par l'aéroport de Nantes en collaboration avec Air Pays de la Loire. Ces données ont permis de corriger et valider les hypothèses de calcul prises en compte lors de cette étude, notamment les hypothèses posées dans le guide de la DGAC de 2013.

---

<sup>2</sup> <https://www.emisia.com/utilities/copert/>

<sup>3</sup> Le parc roulant du CITEPA 2019 n'était pas disponible au moment de l'étude.



# Répartition sectorielle des émissions au sol (hors aéronefs) sur la zone aéroportuaire

Les émissions déterminées lors de cette étude sont rapportées selon les enjeux environnementaux. Un état des lieux particulier est fait pour les polluants réglementés pour la qualité de l'air. Un tableau récapitulatif des émissions par type de sources est fourni en annexe.

## Emissions des gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre (GES) sont multi sources. Les émissions de GES proviennent en majorité de la combustion de combustibles ou carburants. Ils sont également d'origine non énergétique dans l'agriculture (fermentation entérique, utilisation d'engrais, etc.) et dans certains procédés industriels (décarbonatations, production de froid, équipements électriques, etc.) ou les climatisations.

Dans cette étude, les gaz à effet de serre pris en compte sont le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub>, le N<sub>2</sub>O, le SF<sub>6</sub>, les HFC et les PFC.

Les émissions de gaz à effet de serre totales des sources au sol de la zone aéroportuaire sont estimées en 2019 à 2,5 kteq CO<sub>2</sub>. Elles représentent 11 % des émissions totales au sol (hors aéronefs et aéronefs)<sup>4</sup>.

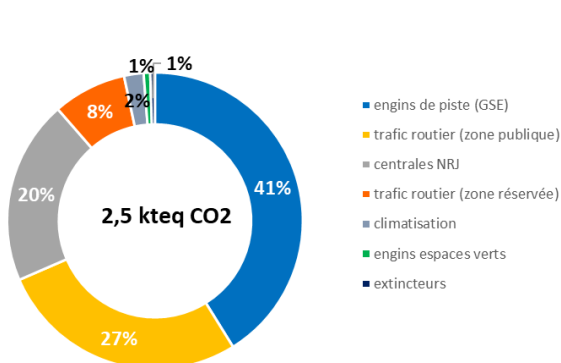


Figure 4 : répartition sectorielle des émissions de gaz à effet de serre des sources au sol hors aéronefs en 2019

Secteurs	GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	HFC	PFC
Engins de piste (GSE)	41%	41%	25%	89%	-	-	-
Trafic routier (zone publique)	27%	29%	18%	6%	-	-	-
Centrales énergie	20%	21%	24%	-	-	-	-
Trafic routier (zone réservée)	8%	8%	2%	2%	-	-	-
Climatisation	2%	-	-	-	-	81%	-
Engins espaces verts	1%	1%	2%	2%	-	-	-
Extincteurs	1%	-	-	-	-	19%	-
Distribution gaz	-	-	31%	-	-	-	-
Postes électriques SF <sub>6</sub>	-	-	-	-	100%	-	-
Distribution hydrocarbure	-	-	-	-	-	-	-
Maintenance	-	-	-	-	-	-	-
Stockage hydrocarbure	-	-	-	-	-	-	-
EMISSIONS teq CO <sub>2</sub>							
Hors aéronefs (a)	2 511	2 364	5	75	0	67	-
Aéronefs							
(pour information : roulage + APU) (b)	21 097	21 062	35	0	0	0	-
Emissions hors aéronefs (a) / total des sources au sol (a+b)	11%	10%	13%	100%	100%	100%	-

Les sources mobiles représentent 87 % des émissions de GES compte tenu de la zone d'étude considérée. 35 % des émissions de GES sont liées aux transports routiers dont 27 % pour les déplacements dans la zone publique (parking, boucle de desserte de l'aéroport, etc) et 8 % en zone réservée (75 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'utilisation des bus de passagers dans la zone réservée).

Les engins de piste sont la source majoritaire d'émissions de GES de la zone aéroportuaire avec 41 % des émissions totales. Ces engins de piste fonctionnent en majorité avec du gasoil non routier. Les GPU (Groupe électrogène de piste) sont les premières sources d'émissions de CO<sub>2</sub> (22 % des émissions de CO<sub>2</sub> des engins de piste), suivi des dégivreuses (19 % des émissions de CO<sub>2</sub> des engins de piste) et des cuves vide toilettes (14 % des émissions de CO<sub>2</sub> des engins de piste).

Les composés fluorés contribuent peu aux émissions de GES de la zone d'étude (2 % pour les climatisations et 1 % pour les extincteurs).

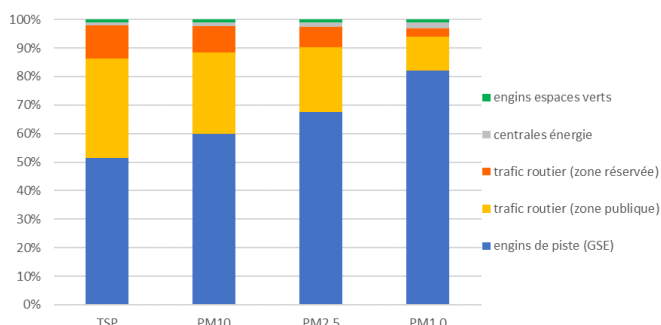
<sup>4</sup> Rapport entre émissions de GES des sources au sol de l'étude et les émissions totales de GES des sources au sol de cette étude et des aéronefs en phase de roulage ainsi que les APU

# Emissions de particules

Les particules ont un impact sur la santé. Elles peuvent notamment altérer les voies respiratoires et pour les plus petites pénétrer dans le sang.

Elles sont issues de nombreuses sources en particulier la combustion incomplète de différents combustibles mais également de procédés industriels ou de sources plus diffuses (usure des freins et pneus par exemple).

Les émissions de particules de type PM10 des sources au sol de la zone aéroportuaire sont estimées en 2019 à 0,7 tonne. Elles représentent 6 % des émissions totales au sol (y compris aéronefs).



Secteurs	TSP	PM10	PM2.5	PM1.0
engins de piste (GSE)	51%	60%	68%	82%
trafic routier (zone publique)	35%	29%	23%	12%
trafic routier (zone réservée)	12%	9%	7%	3%
centrales énergie	1%	1%	2%	2%
engins espaces verts	1%	1%	1%	1%
EMISSIONS en tonne				
<b>Hors aéronefs</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>
<i>Aéronefs</i> (pour information : roulage + APU)	17,2	10,2	6,8	2,2
Emissions hors aéronefs / total des sources au sol	5%	6%	7%	16%

Figure 5 : répartition sectorielle des émissions de particules des sources au sol hors aéronefs en 2019

Les sources mobiles représentent 99 % des émissions de PM10 compte tenu de la zone d'étude considérée. 38 % des émissions de PM10 sont liées aux transports routiers dont 29 % pour les déplacements dans la zone publique (parking, boucle de desserte de l'aéroport, etc) et 9 % en zone réservée (72 % des émissions de PM10 liées à l'utilisation des bus de passagers dans la zone réservée).

Au sein des sources mobiles, les engins de piste sont la source majoritaire d'émissions de particules de type PM10 de la zone aéroportuaire avec 60 % des émissions totales (hors aéronefs). Les GPU (Groupe électrogène de piste) sont les premières sources d'émissions de PM10 avec 26 % des émissions de PM10 des engins de piste, suivi des cuves vide toilettes (19 % des émissions de PM10 des engins de piste) et des cuves à eau potable (16 % des émissions de PM10 des engins de piste).

La centrale énergie comme l'utilisation des engins d'entretien des espaces verts ne contribuent respectivement qu'à 1 % des émissions de PM10.

Pour les engins de piste, les émissions de PM2.5 représentent 68 % des émissions totales et les PM1.0 82 % des émissions totales des sources au sol. Ces émissions sont liées à l'utilisation de gazole non routier (GNR) essentiellement. Les transports routiers en particulier dans la zone publique sont aussi une source importante d'émissions de particules (23 % pour les PM2.5 et 12 % pour les PM1.0). Pour la zone réservée, les émissions de particules sont essentiellement liées à l'utilisation des bus (71 % des émissions du trafic routier en zone réservée pour les PM1.0).

# Emissions de précurseurs d'ozone

L'ozone troposphérique est un polluant nocif pour la santé. Il se forme par réaction chimique entre gaz précurseurs (en particulier NOx et COVNM). Ces réactions sont amplifiées par les rayonnements solaires ultraviolets. Individuellement, ces gaz précurseurs ont un effet également direct sur la santé des populations.

Les sources d'émission de gaz précurseurs d'ozone sont également variables et dépendent du composé. Les NOx sont issus de la combustion et sont un traceur des transports routiers et des sources mobiles en général. Les COVNM sont issus du stockage des hydrocarbures et de l'utilisation de composés solvantés (peintures, solvants de dégraissage, etc.). Enfin le CO résulte de la combustion de carburants et de combustibles divers dans de mauvaises conditions.

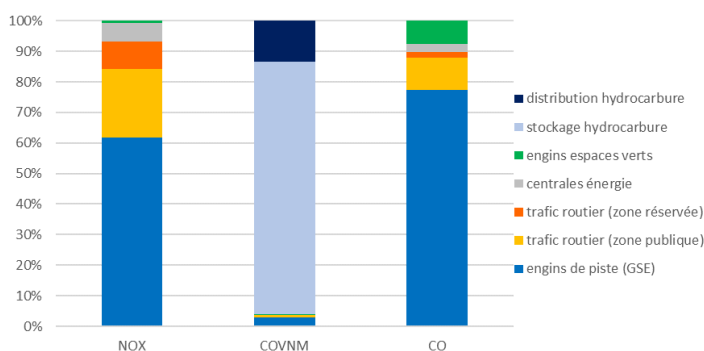


Figure 6 : répartition sectorielle des émissions de polluants précurseurs d'ozone des sources au sol hors aéronefs en 2019

Secteurs	NOX	COVNM	CO
engins de piste (GSE)	62%	3%	77%
trafic routier (zone publique)	23%	1%	10%
trafic routier (zone réservée)	9%	-	2%
centrales énergie	6%	-	3%
engins espaces verts	1%	-	8%
stockage hydrocarbure	-	83%	-
distribution hydrocarbure	-	13%	-
maintenance	-	-	-
distribution gaz	-	-	-
<b>EMISSIONS en tonne</b>			
<b>Hors aéronefs</b>	<b>9</b>	<b>18</b>	<b>10</b>
<i>Aéronefs</i> (pour information : roulage + APU)	83	11	74
Emissions hors aéronefs / total des sources au sol	10%	61%	12%

## Emissions de NOx

Les engins de piste sont la source majoritaire d'émissions de NOx de la zone aéroportuaire avec 62 % des émissions totales (hors aéronefs). Parmi les engins de piste, les GPU (Groupe électrogène de piste) sont les premières sources d'émissions de NOx (20 % des émissions de NOx des engins de piste), suivi des dégivreuses (17 % des émissions de NOx des engins de piste) et des cuves vide toilettes (15 % des émissions de NOx des engins de piste).

Le transport routier est à l'origine de 32 % des émissions de NOx pour la zone aéroportuaire. Ces émissions sont majoritairement émises par le trafic routier en zone publique (23 % des émissions totales de NOx). Enfin la centrale énergie<sup>5</sup> est responsable de 6 % des émissions totales de NOx des sources au sol hors aéronefs. Près de 63 % des émissions de la centrale énergie sont dues au fonctionnement des groupes électrogènes de l'aéroport.

## Emissions de COVNM

83 % des émissions de COVNM sont liées au stockage des hydrocarbures de l'aéroport. Ces émissions sont liées à 99 % au stockage de kérozène. La distribution des carburants dans la zone aéroportuaire est responsable de 13 % des émissions de COVNM des sources au sol hors aéronefs. L'avitaillement en kérozène contribue à 78 % des émissions de COVNM liées à la distribution de carburants, 19 % des émissions de COVNM sont liées à la distribution de carburants routiers (essence sans plomb).

## Emissions de CO

Les émissions de CO sont de 77 % pour les engins de piste. 33 % des émissions de CO des engins de piste sont liées à l'utilisation des escaliers mobiles et 16 % pour l'utilisation des GPU. Le trafic routier est responsable de 12 % des émissions de CO sur la zone aéroportuaire dont 2 % pour les véhicules circulant en zone réservée (bus majoritairement).

<sup>5</sup> La centrale énergie est composée des chaudières qui fonctionnent au gaz naturel ainsi que des groupes électrogènes de secours qui sont utilisés uniquement en maintenance préventive lors d'essais mensuels obligatoires.

# Emissions des autres polluants réglementés pour la qualité de l'air

Il s'agit ici de prendre en compte les émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), de Benzo-a-pyrène (BaP), d'arsenic (As), de cadmium (Cd), de nickel (Ni) et de plomb (Pb).

Les sources d'émission sont variables et dépendent du composé pris en compte. Certains sont souvent directement liés à leur teneur dans les combustibles et carburants (SO<sub>2</sub>, métaux lourds par exemple). D'autres peuvent provenir de combustions de carburants dans des conditions non optimales (BaP).

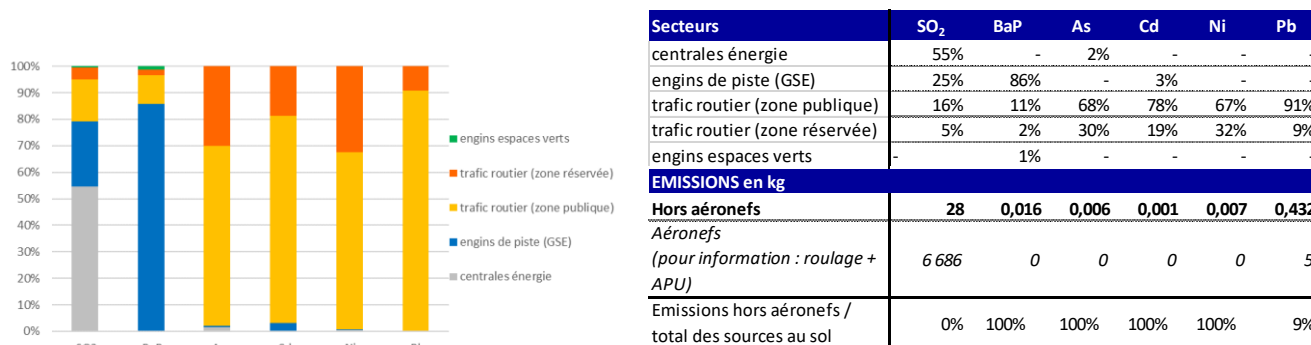


Figure 7 : répartition sectorielle des émissions de polluants réglementés pour la qualité de l'air des sources au sol hors aéronefs en 2019

## Emissions de SO<sub>2</sub>

Les émissions de SO<sub>2</sub> sont directement liées à la teneur en soufre des combustibles et carburants. Les émissions de SO<sub>2</sub> de la centrale énergie représentent 55 % des émissions totales de SO<sub>2</sub> des sources au sol hors aéronefs et sont directement liées à l'utilisation de fioul domestique dans les groupes électrogènes (72 % des émissions de SO<sub>2</sub> de la centrale énergie). Les engins de piste fonctionnent avec du gazole non routier GNR, carburant pauvre en soufre. Les émissions de SO<sub>2</sub> des GSE représentent 25 % des émissions totales hors aéronefs.

Les émissions totales de SO<sub>2</sub> des sources au sol sont négligeables devant celles liées aux aéronefs au sol.

## Emissions de BaP

Les engins de piste sont le premier poste émetteur de BaP au sol avec 86 % des émissions totales. Parmi les engins de piste, la source majoritaire des émissions de BaP sont les Groupe électrogène de piste (GPU) qui représentent 23 % des émissions totales (combustion de GNR).

Les émissions de BaP liées aux transports routiers représentent 11 % des émissions totales de sources au sol. Ces émissions sont majoritairement localisées sur l'anneau de dépose minute (34 %) en lien avec le trafic important dans cette zone. Le parking des salariés et employés de l'aéroport, second poste émetteur ne représente que 17 % des émissions de BaP.

Enfin les émissions de BaP liées au trafic dans la zone réservée sont de 2 % en lien avec l'utilisation des bus d'acheminement des passagers.

En l'état actuel des connaissances, les émissions de BaP des aéronefs au sol sont estimées comme négligeables par le CITEPA.

## Emissions de métaux lourds

En l'état actuel des connaissances et compte tenu des méthodologies utilisées, les métaux lourds (As, Cd, Ni, Pb) sont émis principalement par les transports routiers, notamment les transports routiers en zone publique dont le trafic est le plus important (entre 67 % pour les émissions de Ni et 91 % pour le Pb).

Les émissions de métaux lourds des sources au sol représentent la totalité des émissions d'As, de Cd et de Ni du total des sources au sol et des aéronefs. En revanche, les émissions de Pb des sources au sol hors aéronefs représentent 9 % des émissions totales des sources au sol et des aéronefs, le Pb étant encore présent dans les carburants dédiés à l'aviation.

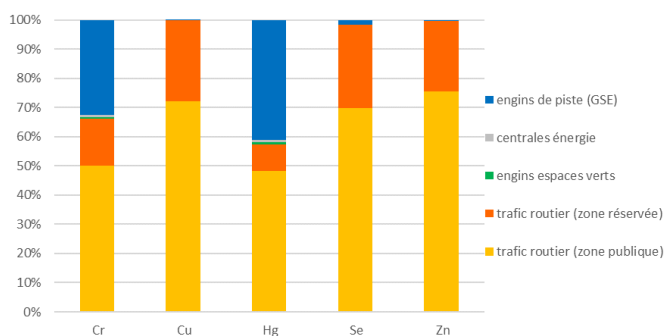
# Emissions des autres polluants à l'atmosphère

D'autres polluants, qui ne sont pas réglementés pour la qualité de l'air, ont été pris en compte dans cette étude

Il s'agit de :

- les métaux lourds non réglementés pour la qualité de l'air : le Chrome (Cr), le Cuivre (Cu), le Mercure (Hg), le Sélénium (Se), le Zinc (Zn) ;
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) autre que le Benzo(a)pyrène : le Benzo(b)Fluoranthène (BbF), le Benzo(k)Fluoranthène (BkF), l'Indéno(1,2,3)Pyrène (IndPy) ;
- l'ammoniac NH<sub>3</sub> dont les sources d'émissions sont globalement multiples (agriculture, transports routiers, etc.) ;
- le « Black Carbone » (carbone suie, BC) issu principalement de la combustion incomplète de composés carbonés ;
- les PolyChloroBiphényles (PCB) et les dioxines et furanes (PCDD-F).

## Emissions de métaux lourds non réglementés pour la qualité de l'air



Secteurs	Autres métaux lourds				
	Cr	Cu	Hg	Se	Zn
trafic routier (zone publique)	50%	72%	48%	70%	76%
trafic routier (zone réservée)	16%	28%	9%	29%	24%
engins espaces verts	1%	-	1%	-	-
centrales énergie	1%	-	1%	-	-
engins de piste (GSE)	33%	-	41%	2%	-
<b>EMISSIONS en kg</b>					
<b>Hors aéronefs</b>	<b>0,011</b>	<b>1,266</b>	<b>0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>1,366</b>
<b>Aéronefs</b> (pour information : roulage + APU)	0	0	0	0	0
Emissions hors aéronefs / total des sources au sol	100%	100%	100%	100%	100%

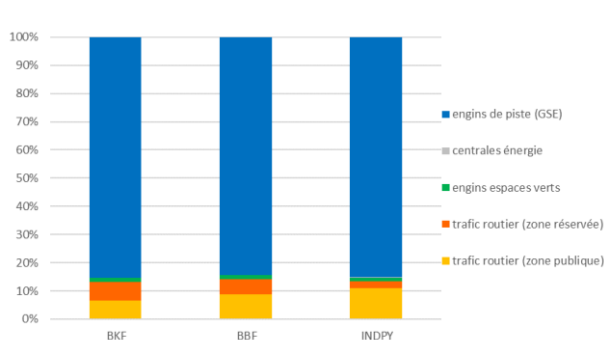
Figure 8 : répartition sectorielle des émissions de métaux lourds des sources au sol hors aéronefs en 2019

Les émissions de métaux lourds sont principalement dues aux transports routiers (66 % pour le Cr, 100 % pour le Cu, 57 % pour le Hg, 99 % pour le Se, 100 % pour le Zn). Parmi les transports routiers, les émissions de métaux lourds dans la zone publique sont prépondérantes et représentent entre 48 % et 76 % des émissions totales en fonction du métal considéré.

A noter également que les engins de piste sont des sources importantes d'émissions de chrome et mercure, respectivement 33 % et 41 %. Les autres sources d'émission sont négligeables.

Les émissions des sources hors aéronefs représentent 100 % des émissions de chaque métal pour les sources au sol (aéronefs y compris). Compte tenu des connaissances actuelles, les émissions de ces métaux lourds par les aéronefs sont négligées.

## Emissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques autre que le Benzo(a)pyrène



Secteurs	Autres HAP		
	BKF	BBF	INDPY
trafic routier (zone publique)	7%	9%	11%
trafic routier (zone réservée)	7%	5%	2%
engins espaces verts	1%	1%	1%
centrales énergie	-	-	-
engins de piste (GSE)	85%	84%	85%
<b>EMISSIONS en kg</b>			
<b>Hors aéronefs</b>	<b>0,016</b>	<b>0,019</b>	<b>0,015</b>
<i>Aéronefs</i>			
(pour information : roulage + APU)	0	0	0
Emissions hors aéronefs / total des sources au sol	100%	100%	100%

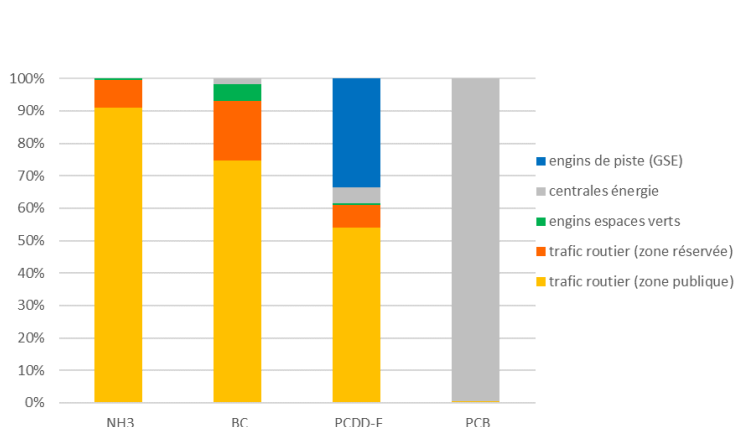
Figure 9 : répartition sectorielle des émissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques des sources au sol hors aéronefs en 2019

Ces HAP sont émis exclusivement par les sources au sol hors aéronefs. En effet, compte tenu des connaissances, les émissions de ces HAP des aéronefs sont négligeables.

Les principales sources au sol sont les engins de pistes (plus de 84 % de B(k)F, de B(b)F et d'IndPY).

A noter également que les transports routiers sur la zone aéroportuaire sont des sources prépondérantes de ces polluants (entre 13 % et 14 % des émissions totales des sources au sol hors aéronefs).

## Emissions de NH<sub>3</sub>, Black Carbon (BC – carbone suie), PCB, PCDD-F



Secteurs	Autres polluants atmosphériques			
	NH <sub>3</sub>	Black Carbone	PCDD-F	PCB
trafic routier (zone publique)	91%	75%	54%	-
trafic routier (zone réservée)	9%	18%	7%	-
engins espaces verts	-	5%	1%	-
centrales énergie	-	2%	5%	99%
engins de piste (GSE)	-	-	34%	-
<b>EMISSIONS en kg</b>				
<b>Hors aéronefs</b>	<b>10</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>2 030</b>
<i>Aéronefs</i>				
(pour information : roulage + APU)	0	1 971	0	0
Emissions hors aéronefs / total des sources au sol	100%	3%	100%	100%

Figure 10 : répartition sectorielle des émissions de polluants atmosphériques des sources au sol hors aéronefs en 2019

Les émissions de NH<sub>3</sub> sur la zone aéroportuaire de Nantes sont exclusivement liées aux transports routiers (les émissions du secteur biotique sont négligées). Ces émissions sont liées aux équipements de réduction des émissions d'oxydes d'azote. Les émissions de ce secteur dans la zone publique sont de 91 % des émissions totales des sources au sol. Compte tenu des connaissances, les émissions de NH<sub>3</sub> des aéronefs sont négligeables.

La source majoritaire des émissions de carbone suie (black carbone - BC) est également les transports routiers (93 % des émissions totales des sources au sol hors aéronefs), en particulier la circulation dans la zone publique (75 % des émissions de BC). Les émissions des sources au sol hors aéronefs représentent 3 % des émissions totales des sources au sol (aéronefs y compris).

Les sources majoritaires des émissions de dioxines et furanes sont les sources mobiles, en particulier les transports routiers en zone publique (54 % des émissions totales des sources au sol) et les engins de pistes qui sont responsables, de par la combustion de GNR, de 34 % des émissions totales PCDD/F au sol hors aéronefs.

Les émissions de PCB sont quasiment exclusivement liées à la centrale énergie en particulier les groupes électrogènes qui fonctionnent au fioul domestique.

A noter que les émissions de PCDD/F et de PCB des aéronefs sont négligées compte tenu de l'état actuel des connaissances.

# Emissions totales au sol (hors aéronefs) de la zone aéroportuaire

Les émissions totales par secteur émetteur sont présentées dans les paragraphes ci-dessous. Afin de contextualiser les émissions déterminées pour les sources au sol de l'aéroport, un comparatif des émissions de chaque polluant avec les émissions totales déterminées pour les transports dans Nantes Métropole est fourni. Ces émissions sont issues de l'inventaire Basemis pour l'année 2018<sup>6</sup> et concernent : les transports routiers, le transport maritime, le transport aérien, le transport ferroviaire, les tramways (y compris les émissions liées aux transports maritime et aérien international).

## Emissions de gaz à effet de serre

Secteurs	Emissions en teq CO <sub>2</sub>						
	GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	HFC	PFC
trafic routier (zone réservée)	202	200	0,1	2	-	-	-
trafic routier (zone publique)	686	681	1	5	-	-	-
engins de piste (GSE)	1 033	965	1	67	-	-	-
engins espaces verts	18	16	0,1	1	-	-	-
centrale énergie	504	503	1	0	-	-	-
climatisation	54	-	-	-	-	54	-
postes électriques SF6	0,32	-	-	-	0,3	-	-
distribution gaz	-	-	-	-	-	-	-
stockage hydrocarbure	-	-	-	-	-	-	-
distribution hydrocarbure	-	-	-	-	-	-	-
maintenance	-	-	-	-	-	-	-
extincteurs	13	-	-	-	-	13	-
<b>Total hors aéronefs</b>	<b>2 510</b>	<b>2 364</b>	<b>4</b>	<b>75</b>	<b>0,3</b>	<b>67</b>	-
aéronef au roulage	14 483	14 459	24	-	-	-	-
APU aéronef	6 614	6 603	11	-	-	-	-
<b>Total aéronefs au sol</b>	<b>21 097</b>	<b>21 062</b>	<b>35</b>	-	-	-	-
hors aéronefs/sources au sol	11%	10%	10%	100%	100%	100%	-
<i>hors aéronefs/ émissions transports de Nantes Métropole en 2018</i>	<i>0,22%</i>	<i>0,21%</i>	<i>0,26%</i>	<i>0,63%</i>	-	-	-

Figure 11 : tableau récapitulatif des émissions totales de GES par source pour l'année 2019 – comparatif avec les émissions de GES de la totalité des transports sur le territoire de Nantes Métropole en 2018

Les émissions des autres GES que sont le méthane CH<sub>4</sub> et le protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O sont négligeables compte tenu des activités prises en compte dans cette étude, le CO<sub>2</sub> étant le GES prédominant dans les émissions totales. A titre d'information, les émissions de GES des sources au sol hors aéronefs représentent un peu plus de 0,2 % des émissions totales des transports du territoire de Nantes Métropole en 2018.

<sup>6</sup> L'inventaire BASEMIS 2019 n'est pas encore disponible. Un comparatif des émissions a donc été effectué par rapport à l'inventaire BASEMIS 2018, estimant que la variation des émissions pour le secteur des transports entre 2018 et 2019 est assez faible.

# Emissions de polluants atmosphériques

## Emissions de polluants atmosphériques généraux

Secteurs	Emissions en kg									
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVNM	NH <sub>3</sub>	TSP	PM10	PM2.5	PM1.0	Black Carbone
trafic routier (zone réservée)	1	793	198	20	1	97	61	38	13	11
trafic routier (zone publique)	4	2 022	1 074	126	9	289	187	123	51	45
engins de piste (GSE)	7	5 527	7 945	512	-	427	393	365	350	-
engins espaces verts	0	72	774	30	0	8	6	5	5	3
centrales énergie	15	539	267	21	-	9	9	9	9	1
climatisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
postes électriques SF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
distribution gaz	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
stockage hydrocarbure	-	-	-	14 859	-	-	-	-	-	-
distribution hydrocarbure	-	-	-	2 395	-	-	-	-	-	-
maintenance	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
extincteurs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total hors aéronefs</b>	<b>28</b>	<b>8 954</b>	<b>10 258</b>	<b>17 974</b>	<b>10</b>	<b>830</b>	<b>656</b>	<b>541</b>	<b>427</b>	<b>60</b>
<i>aéronef au roulage</i>	<i>4 590</i>	<i>57 238</i>	<i>50 756</i>	<i>7 736</i>	<i>0</i>	<i>16 247</i>	<i>9 219</i>	<i>5 941</i>	<i>1 520</i>	<i>1 488</i>
<i>APU aéronef</i>	<i>2 096</i>	<i>26 092</i>	<i>23 191</i>	<i>3 544</i>	<i>0</i>	<i>1 000</i>	<i>1 000</i>	<i>844</i>	<i>694</i>	<i>482</i>
<b>Total aéronefs au sol</b>	<b>6 686</b>	<b>83 330</b>	<b>73 947</b>	<b>11 280</b>	<b>0</b>	<b>17 247</b>	<b>10 219</b>	<b>6 785</b>	<b>2 214</b>	<b>1 971</b>
hors aéronefs / total sources au sol	0%	10%	12%	61%	100%	5%	6%	7%	16%	3%
<i>hors aéronefs/ émissions des transports de Nantes Métropole en 2018</i>	<i>0,05%</i>	<i>0,22%</i>	<i>0,40%</i>	<i>NR</i>	<i>0,03%</i>	<i>0,08%</i>	<i>0,12%</i>	<i>0,16%</i>	<i>0,41%</i>	<i>0,07%</i>

Figure 12 : tableau récapitulatif des émissions totales de polluants atmosphériques par source pour l'année 2019 – comparatif avec les émissions de polluants atmosphériques de la totalité des transports sur le territoire de Nantes Métropole en 2018<sup>7</sup>

A noter des émissions de COVNM importantes qui sont liées aux stockages et à la distribution de carburants notamment de kérosène. Une réflexion sur les types de stockages utilisés pourrait être menée pour en diminuer leur impact ainsi que sur les procédés de récupération des vapeurs d'hydrocarbures.

Par rapport aux émissions totales des transports de Nantes Métropole, les émissions des sources au sol hors aéronefs de la zone aéroportuaire représentent moins de 0,5 % (0,41 % pour les PM1).

Ce comparatif avec les émissions des transports de Nantes Métropole n'a pas été réalisé pour les COVNM. En effet, les émissions de COVNM liées aux sources au sol concernent un secteur différent des transports et l'analyse qui pourrait en être faite n'aurait pas de sens.

<sup>7</sup> Le comparatif avec les données du transport de Nantes Métropole n'est pas fait pour les COVNM, ce rapport n'étant pas représentatif (pas les mêmes secteurs émetteurs).



## Emissions de métaux lourds

Secteurs	Emissions en kg								
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
trafic routier (zone réservée)	0,002	0,000	0,002	0,350	0,000	0,002	0,040	0,001	0,328
trafic routier (zone publique)	0,004	0,000	0,005	0,914	0,001	0,005	0,392	0,001	1,033
engins de piste (GSE)	0,000	0,000	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,006
engins espaces verts	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
centrales énergie	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
climatisation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
postes électriques SF6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
distribution gaz	-	-	-	-	-	-	-	-	-
stockage hydrocarbure	-	-	-	-	-	-	-	-	-
distribution hydrocarbure	-	-	-	-	-	-	-	-	-
maintenance	-	-	-	-	-	-	-	-	-
extincteurs	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total hors aéronefs</b>	<b>0,006</b>	<b>0,001</b>	<b>0,011</b>	<b>1,27</b>	<b>0,002</b>	<b>0,007</b>	<b>0,432</b>	<b>0,002</b>	<b>1,37</b>
aéronef au roulage	-	-	-	-	-	-	4,555	-	-
APU aéronef	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total aéronefs au sol</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4,555</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
hors aéronefs / total sources au sol	100%	100%	100%	100%	100%	100%	9%	100%	100%
<i>hors aéronefs/ émissions des transports de Nantes Métropole en 2018</i>	<i>0,05%</i>	<i>0,06%</i>	<i>0,10%</i>	<i>0,04%</i>	<i>0,13%</i>	<i>0,03%</i>	<i>0,07%</i>	<i>0,06%</i>	<i>0,06%</i>

Figure 13 : tableau récapitulatif des émissions totales de métaux lourds par source pour l'année 2019 – comparatif avec les émissions de polluants atmosphériques de la totalité des transports sur le territoire de Nantes Métropole en 2018

Pour les aéronefs, en dehors des émissions de plomb liées à l'utilisation de l'essence aviation, les émissions des autres métaux lourds sont considérées comme négligeables.

Par rapport aux émissions des transports de Nantes Métropole, les émissions de métaux lourds des sources au sol hors aéronefs représentent moins de 0,13 % (cas du mercure Hg, variable en fonction des métaux lourds pris en compte) des émissions totales de chaque métal considéré.

## Emissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de polluants organiques persistants (POP)

Secteurs	Emissions en g					en µg
	BaP	BbF	BkF	INDPY	PCB	PCDD-F
trafic routier (zone réservée)	0,330	1,02	1,08	0,338	0,000001	6,06
trafic routier (zone publique)	1,74	1,71	1,05	1,61	0,00001	48,6
engins de piste (GSE)	13,7	16,2	13,7	12,5	-	30,1
engins espaces verts	0,220	0,260	0,219	0,20	-	0,550
centrale énergie	0,009	0,010	0,010	0,011	0,002	4,41
climatisation	-	-	-	-	-	-
postes électriques SF6	-	-	-	-	-	-
distribution gaz	-	-	-	-	-	-
stockage hydrocarbure	-	-	-	-	-	-
distribution hydrocarbure	-	-	-	-	-	-
maintenance	-	-	-	-	-	-
extincteurs	-	-	-	-	-	-
<b>Total hors aéronefs</b>	<b>16,0</b>	<b>19,2</b>	<b>16,1</b>	<b>14,6</b>	<b>0,002</b>	<b>89,8</b>
aéronef au roulage	-	-	-	-	-	-
APU aéronef	-	-	-	-	-	-
<b>Total aéronefs au sol</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
hors aéronefs / total sources au sol	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<i>hors aéronefs/ émissions des transports de Nantes Métropole en 2018</i>	<i>0,34%</i>	<i>0,31%</i>	<i>0,33%</i>	<i>0,32%</i>	<i>0,14%</i>	<i>0,07%</i>

Figure 14 : tableau récapitulatif des émissions totales de HAP et de POP par source pour l'année 2019 – comparatif avec les émissions de polluants atmosphériques de la totalité des transports sur le territoire de Nantes Métropole en 2018

Pour mémoire, les substances prises en compte sont :

- Benzo(a)pyrène (BaP) ;
- Benzo(b)fluoranthène (BbF) ;
- Benzo(k)fluoranthène (BkF) ;
- Indéno(1,2,3)Pyrène (INDPY) ;
- Polychlorobiphényle (PCB) ;
- Dioxines et furanes (PCDD-F).

Les émissions des sources au sol hors aéronefs de chaque HAP représentent un peu plus de 0,3 % des émissions totales des transports de Nantes Métropole. Ce pourcentage est de 0,07 % pour les dioxine et furanes et 0,14 % pour les PCB.

A noter que les émissions de ces HAP et POP sont considérées comme négligeables pour les aéronefs.

Des motorisations plus performantes notamment pour les engins de piste peuvent limiter la production de ces composés.

## Situation par rapport à l'aéroport de Bordeaux-Mérignac

L'aéroport de Bordeaux Mérignac a réalisé pour l'année 2019 un inventaire des émissions des sources au sol y compris les aéronefs dans le cadre de l'article 45 de la loi LTECV<sup>8</sup>.

L'aéroport de Nantes et l'aéroport de Bordeaux sont comparables en termes de nombre de mouvements (environ 66 000 mouvements en 2019 pour Bordeaux contre 63 000 mouvements pour Nantes pour la même année).

La comparaison entre les résultats ci-dessous se fait à périmètre constant, les mêmes activités ont été prises en compte. En revanche, les méthodologies de détermination des émissions sont différentes. Pour l'aéroport de Bordeaux notamment, il a été fait appel à une méthodologie qui donne des émissions par activité et par mouvement. Pour l'aéroport de Nantes, l'approche a été plus précise en utilisant les consommations d'énergie réelles des engins de piste, l'application du modèle européen COPERT pour la prise en compte des émissions liées au trafic et les consommations réelles de carburant.

Seules les émissions liées à la centrale énergie sont comparables en termes de méthodologie. Pour un nombre de mouvements comparables, l'aéroport de Bordeaux consomme deux fois plus de gaz naturel que l'aéroport de Nantes. De ce fait les émissions de GES et de polluants atmosphériques sont deux fois plus importantes pour ce poste pour l'aéroport de Bordeaux que pour l'aéroport de Nantes.

---

<sup>8</sup> Atmo Nouvelle Aquitaine – Evaluation des émissions 2019 de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac - 2020

# Conclusions et perspectives

L'application de l'article 45 de la loi 2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), dont les modalités d'application sont décrites dans le décret n°2016-565 du 10 mai 2016, fait obligation aux aéroports, dont celui de Nantes, d'établir un programme d'actions dont l'objet est de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

La loi fixe des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre de 10 % en 2020 et 20 % en 2025 par rapport à un état des lieux 2010.

Dans le cadre de leur démarche environnementale, les Aéroports du Grand Ouest (AGO) ont souhaité disposer d'un inventaire des émissions à l'atmosphère des différentes sources hors aéronefs sur la plateforme aéroportuaire de Nantes afin de compléter leur connaissance de leur impact sur la pollution atmosphérique et leurs émissions de gaz à effet de serre. Cet inventaire a été établi pour l'année civile 2019.

## Concernant les émissions de gaz à effet de serre

Les sources majoritaires d'émissions de gaz à effet de serre sont les sources mobiles en particulier :

- les engins de piste (poussoir, escabeaux, cuve à eaux, etc.) représentent 41 % des émissions totales de GES des sources au sol hors aéronefs ;
- le trafic routier en zone public pour 27 % des émissions totales de GES des sources au sol ;
- la centrale énergie pour 20 % des émissions totales de GES des sources au sol.

Par rapport aux émissions totales au sol de la zone aéroportuaire (y compris aéronefs au sol), les émissions de GES des sources hors aéronefs représentent 11 % des émissions, les avions étant la source majoritaire de ces émissions dans la zone d'étude.

## Concernant les émissions de polluants atmosphériques réglementés pour la qualité de l'air

Les sources prépondérantes des émissions de polluants atmosphériques au sol hors aéronefs sont :

- les engins de piste : 60 % des émissions de PM10, 62 % des émissions de NO<sub>x</sub>, 77 % des émissions de CO, 86 % des émissions de BaP ;
- le trafic routier en zone publique : 29 % des émissions de PM10, 23 % des émissions de NO<sub>x</sub>, 68 % des émissions d'As, 78 % pour le Cd, 67 % pour le Ni et 91 % pour le Pb ;
- le stockage d'hydrocarbures : 83 % des émissions de COVNM ;
- le trafic routier en zone réservée : 30 % des émissions d'As, 19% pour le Cd, 32 % pour le Ni et 9 % pour le Pb.

Les émissions de SO<sub>2</sub> des sources au sol hors aéronefs sont négligeables.

## Concernant les autres polluants atmosphériques de cette étude

Les principales sources de rejets sont :

- les transports routiers en zone publique : 75 % des émissions des sources au sol hors aéronefs pour le carbone suie, 50 % pour le Cr, 72 % pour le Cu, 76 % pour le Zn, 54 % pour les dioxines et furanes ;
- les engins de piste : plus de 84 % des émissions des sources au sol hors aéronefs pour le BkF, le BbF et l'INDPY, 34 % pour les PCDD-F.

Les transports routiers dans la zone réservée sont également une source importante d'émissions de ces polluants.

## Perspectives

Cet inventaire constitue un diagnostic à un instant précis. Il sert à mettre en évidence les secteurs à privilégier dans la réduction des émissions à l'atmosphère : les engins de piste, les transports routiers, la centrale énergie et le stockage et la distribution de carburants. Dans ce cadre, il est également important de rappeler que les émissions des aéronefs au sol restent largement prédominantes par rapport aux émissions hors aéronefs au sol. Les émissions de GES et de polluants atmosphériques des aéronefs au sol représentent entre 85 % et 100 % des émissions de chaque polluant pris en compte (en dehors du cas particulier des COVNM dont les sources majoritaires sont le stockage et la distribution de carburants). Un plan d'action peut être établi en fonction de ce diagnostic et des indicateurs de suivis peuvent être mis en place. AGO a déjà lancé quelques actions :

- en 2020, entrée en vigueur de bus au gaz naturel dans la zone réservée en lieu et place des bus diesel habituellement utilisés. C'est une action qui a un impact direct sur l'ensemble des émissions à l'atmosphère.
- des réflexions pour introduire des bornes électriques « 400 hertz » permettant ainsi l'intégration d'une flotte d'engins de piste électriques en remplacement des engins diesel fortement émissifs.

Enfin, un travail devra être engagé sur la mobilité pour se rendre à l'aéroport. Les transports routiers sont des sources majoritaires pour bon nombre de polluants. Favoriser davantage les modes de transports doux auront un impact fort sur les émissions des différents polluants à l'atmosphère.

Un nouveau diagnostic pourra être réalisé dans 3 ou 5 ans pour évaluer l'impact que ce plan d'action a sur les émissions de GES et de polluants atmosphériques.

# Annexes

## Annexe 1 – sources prises en compte dans cette étude

Liste des sources prises en compte dans l'inventaire des émissions :

SOURCES FIXES			
4.1	1A, 1B, 1C, 1D et 1E	Centrales énergie	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nature des équipements et puissance thermique individuelle.</li><li>- Nature et caractéristiques des combustibles utilisés dans chaque équipement.</li><li>- Equipements de dépollution.</li><li>- Quantités d'énergie hors électricité consommées par équipement et par type de combustible pour la production de chaleur et la production de froid.</li></ul>
4.2	2A, 2B	Climatisation et réfrigération	<ul style="list-style-type: none"><li>- Liste des équipements présents sur le site par gamme de puissance.</li><li>- Types de fluide chargés dans l'équipement.</li></ul>
4.3	3A, 3B	Stockages d'hydrocarbures	<ul style="list-style-type: none"><li>- Capacité, dimensions des bacs de stockage.</li><li>- Nature et caractéristiques des produits stockés.</li><li>- Dispositifs d'étanchéité des bacs de stockage</li><li>- Quantité de produit transféré</li></ul>
4.4.1	4	Stations-service	<ul style="list-style-type: none"><li>- Volumes transférés par les camions citernes dans les cuves de stockage.</li><li>- Existence de systèmes de récupération des vapeurs au niveau des camions.</li></ul>
4.4.2	5	Avitaillement des avions	<ul style="list-style-type: none"><li>- Technique de remplissage des réservoirs.</li><li>- Volumes transférés par les camions citernes vers les réservoirs des avions.</li></ul>
4.5	6	Réseaux de distribution de gaz	<ul style="list-style-type: none"><li>- Longueur des canalisations.</li></ul>
4.6	7	Postes électriques	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre de postes disjoncteurs contenant du SF<sub>6</sub>.</li><li>- Nature et quantité de produits utilisés.</li></ul>
4.7	8	Postes incendie	<ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre de postes fixes et mobiles contenant des HFC.</li><li>- Quantités utilisées et caractéristiques de ces produits.</li></ul>
4.8	9A, 9B	Travaux de construction et/ou de rénovation de voies	<ul style="list-style-type: none"><li>- Quantité annuelle d'enrobés déposés lors de la réfection de routes.</li><li>- Superficie annuelle moyenne des routes de la zone aéroportuaire ayant été refaites.</li></ul>

SOURCES FIXES (suite)			
4.9	10A, 10B, 11A et 11B	Antigivrage et dégivrage des avions	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teneur en solvants, densité, quantités annuelles, des produits utilisés pour les opérations d'antigivrage.</li> <li>- Taux de dilution des produits de d'antigivrage</li> <li>- Nombre annuel d'avions passant à l'antigivrage.</li> <li>- Quantité moyenne de produits utilisés pour l'antigivrage d'un avion.</li> <li>- Teneur en solvants, densité, quantités annuelles, des produits utilisés pour les opérations de dégivrage.</li> <li>- Taux de dilution des produits de dégivrage</li> <li>- Nombre annuel d'avions passant au dégivrage.</li> <li>- Quantité moyenne de produit utilisé pour le dégivrage d'un avion.</li> </ul>
4.10	12A et 12B	Déverglçage des routes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teneur en solvants, densité, quantités annuelles, des produits utilisés pour le déverglçage.</li> <li>- Longueur de pistes nécessitant un déverglçage.</li> </ul>
4.11	13	Maintenance et nettoyage extérieur des avions, des véhicules terrestres et des locaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teneur en solvants, densité, quantités de produits utilisés pour le nettoyage extérieur des avions, pour le nettoyage des véhicules, et pour le nettoyage des locaux.</li> <li>- Nombre d'avions traités dans l'année et quantité moyenne de produit utilisé par avion.</li> <li>- Nombre de véhicules nettoyés dans l'année et quantité moyenne de produit utilisé par véhicule.</li> <li>- Quantité moyenne de produit utilisé par unité de surface de locaux traité.</li> </ul>
4.12	14	Peinture des avions, des véhicules terrestres et des bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teneur en solvants, densité, quantités annuelles, des peintures utilisées pour les avions, pour les véhicules terrestres, et pour les locaux.</li> <li>- Surface de locaux peints ou repeints dans l'année.</li> </ul>
4.13	-	Traitements des déchets	
4.14	15	Sources biotiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nature de la végétation et superficie totale exploitée.</li> <li>- Superficie des terrains traités avec des engrais.</li> </ul>
4.15	16A, 16B	Essais de feux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre annuel des essais de feux effectués.</li> <li>- Quantité et nature des produits brûlés.</li> </ul>
4.16	17A, 17B	Les chantiers de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durée de construction d'un bâtiment.</li> <li>- Superficie des chantiers de construction des bâtiments et chantiers de travaux publics</li> </ul>

SOURCES MOBILES			
5.1	18A, 18B, 18C et 18D	Trafic ferroviaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Longueur de voie ferrée sur la zone aéroportuaire.</li> <li>- Longueur des lignes électrifiées à 1500 V et 25000 V</li> <li>- Nombre moyen annuel de passages de locomotives et d'autres engins à moteur diesel alimentés par du gazole, aux abords de l'aéroport.</li> </ul>
5.2	19A, 19B, 19C	Engins spéciaux utilisés dans l'agriculture et dans l'entretien des espaces verts	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre, caractéristiques des carburants utilisés, durée moyenne d'utilisation annuelle, consommation horaire moyenne de carburant, par engin, date d'achat.</li> </ul>
5.3	20A, 20B, 20C	Engins spéciaux utilisés dans l'industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre d'engins utilisés, caractéristiques et quantités de carburants utilisés, durée moyenne d'utilisation annuelle, consommation horaire moyenne de carburant, date d'achat.</li> </ul>
5.4	21A, 21B, 21C	Engins spéciaux utilisés dans les zones aéroportuaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Composition et caractéristiques du parc (nombre d'engins, carburants utilisés, durée moyenne d'utilisation annuelle, consommation horaire moyenne de carburant), pour les Push, les escaliers mobiles, les GPU, les plates-formes élévatrices, les tapis à bagages, les groupes à air, les dégivreuses, les cuves à eau potables, etc.</li> </ul>
5.5	22	Trafic de véhicules routiers dans la zone considérée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Typologie des voies de circulation routière, et longueurs des tronçons.</li> <li>- Vitesse moyenne de circulation par type de véhicule.</li> <li>- Flux journalier moyen de véhicules routiers.</li> <li>- Longueur du trajet moyen journalier parcouru dans la zone publique.</li> <li>- Kilométrage journalier moyen par type de véhicule routier sur l'ensemble de la zone réservée.</li> <li>- Nombre d'arrêts moyen par jour par type de véhicule routier sur l'ensemble de la zone réservée, et pour la zone publique.</li> <li>- Nombre instantané moyen de véhicules routiers dans la zone considérée.</li> <li>- Nombre instantané moyen de véhicules routiers à l'arrêt en stationnement en parking ouvert.</li> </ul>

## Annexe 2 - Emissions des aéronefs

Les avions au sol ne sont pas pris en compte dans cette étude (avions et Auxiliary Power Unit - APU). En revanche, ils sont rapportés à titre indicatif et de comparaison avec les autres sources au sol.

Les données d'émission des avions sont issues de l'inventaire des émissions BASEMIS. Concernant l'aéroport de Nantes, les émissions de polluants à l'atmosphère des aéronefs sont déterminées en suivant les lignes directrices du guide PCIT « tier 3 » pour la réalisation des inventaires des émissions territoriaux. Les émissions sont déterminées selon un cycle LTO (Landing and take of, émissions en dessous de 1 000 m d'altitude selon les phases d'approche, roulage, de décollage et de montée). Les émissions liées à l'utilisation des APU sont également déterminées.

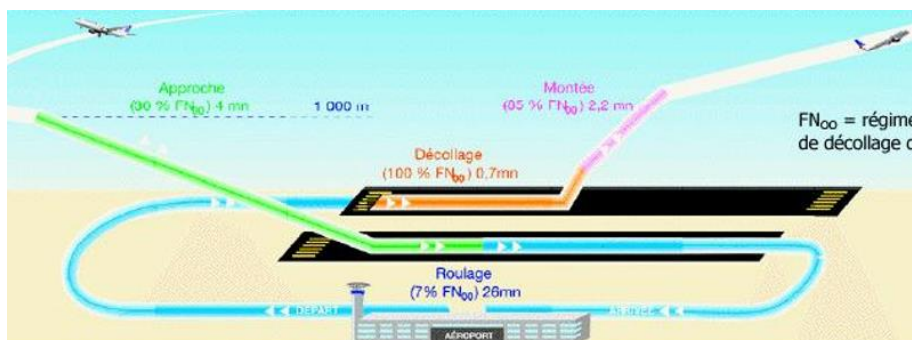


Figure 15 : cycle LTO



## **AIR PAYS DE LA LOIRE**

5 rue Édouard-Nignon  
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3  
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02  
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29  
[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)