



Au service
de la qualité
de l'air

INVENTAIRE DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES DE LA PLATEFORME AEROPORTUAIRE DE L'EUROAIRPORT™



ASPA - 11112103-ID
Version du 21 Novembre 2011

Conditions de diffusions des données

- Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'ASPA en terme de « Source d'information ASPA-11112103-ID ».
- Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données (ASPA AQ 133).
- Sur demande, l'ASPA met à disposition les méthodes de calcul des émissions.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'ASPA.
- L'ASPA peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.

Intervenants

Coordination du projet : Cyril PALLARES

Rédaction du rapport : Matthieu BOSANSKY, Charles SCHILLINGER

Tiers examen du rapport : Cyril PALLARES

Approbation finale : Emmanuel RIVIERE

Sommaire

1	Cadre et objectif de l'étude	1
2	Inventaire des émissions orienté « sources »	3
2.1	Méthode mise en œuvre	3
2.1.1	Inventaire des émissions : principes, définitions.....	3
2.1.1.1	Définition	3
2.1.1.2	Détermination des émissions	3
2.1.2	Méthodologie.....	4
2.1.2.1	Deux types de sources.....	4
2.1.2.2	Méthode de calcul des émissions des sources au sol	4
2.1.2.3	Méthode de calculs des émissions des aéronefs	6
2.1.2.4	Déroulement de l'inventaire	6
2.1.2.5	Incertitudes liées aux calculs des émissions.....	7
2.1.3	Spécifications de l'inventaire orienté « sources »	8
2.1.3.1	Couverture géographique et résolution spatiale.....	8
2.1.3.2	Types de sources.....	9
2.1.3.3	Base de temps et résolution temporelle.....	9
2.1.3.4	Polluants pris en compte	9
2.2	Emissions sur la zone aéroportuaire.....	10
2.2.1	Emissions au sol.....	10
2.2.1.1	Emissions totales sur la zone aéroportuaire (hors aéronefs).....	10
2.2.1.2	Emissions par polluant	12
2.2.1.2.1	Emissions de SO ₂	12
2.2.1.2.2	Emissions de NO _x	13
2.2.1.2.3	Emissions de COVNM	14
2.2.1.2.4	Emissions de NH ₃	15
2.2.1.2.5	Emissions de CO	16
2.2.1.2.6	Emissions de CH ₄	17
2.2.1.2.7	Emissions de CO ₂	18
2.2.1.2.8	Emissions de N ₂ O	19
2.2.1.2.9	Emissions des particules.....	20
2.2.1.2.10	Emissions de HFC, PFC, SF ₆	21
2.2.1.2.11	Récapitulatif des émissions par polluant.....	22
2.2.1.3	Emissions par phénomène de pollution atmosphérique.....	23
2.2.1.3.1	Acidification.....	23
2.2.1.3.2	Emissions des précurseurs d'ozone	24
2.2.1.3.3	Emissions de gaz à effet de serre	25
2.2.2	Emissions des aéronefs sur la zone aéroportuaire.....	26
2.2.3	Synthèse des résultats	27
2.3	Comparaison avec d'autres inventaires des émissions.....	30
2.3.1	Comparaison avec les émissions des communes environnantes	30
2.3.1.1	Emissions totales.....	31
2.3.1.2	Trafic routier	32
2.3.1.3	Emissions de combustions des sources fixes	33
2.3.1.4	Aéronefs	34
2.3.2	Comparaison avec l'inventaire des émissions de l'EuroAirport™ de 2003.....	35
3	Conclusions de l'inventaire orienté « sources »	38

Tableaux et illustrations

Tableaux :

Tableau 1 : Sources fixes prises en compte par le guide CITEPA	5
Tableau 2 : Sources mobiles prises en compte par le guide CITEPA	5
Tableau 3 : Temps des phases d'un cycle LTO de l'EuroAirport™	6
Tableau 4 : Emissions totales sur la zone aéroportuaire en 2009 hors aéronefs	10
Tableau 5 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de SO ₂ sur la zone	12
Tableau 6 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de NO _x sur la zone	13
Tableau 7 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de COVNM sur la zone	14
Tableau 8 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de NH ₃ sur la zone	15
Tableau 9 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de CO sur la zone	16
Tableau 10 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de CH ₄ sur la zone	17
Tableau 11 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de CO ₂ sur la zone	18
Tableau 12 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de N ₂ O sur la zone	19
Tableau 13 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de particules sur la zone	21
Tableau 14 : Part de chaque secteur (hors aéronefs) dans les émissions de gaz acidifiants sur la zone	23
Tableau 15 : Part de chaque secteur (hors aéronefs) dans les émissions de précurseurs d'ozone	24
Tableau 16 : Part de chaque secteur (hors aéronefs) dans les émissions de gaz à effet de serre	25
Tableau 17 : Emissions totales des aéronefs sur la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™ en 2009	26
Tableau 18 : PAE et PRG des émissions des aéronefs sur la plateforme de l'EuroAirport™	26
Tableau 19 : Emissions totales sur la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™ en 2009	27
Tableau 20 : Emissions en tonnes des sources au sol sur la plateforme de l'EuroAirport™ en 2009	28
Tableau 21 : Comparaison des émissions totales de la zone environnante en 2007 avec les émissions totales hors aéronefs sur la zone aéroportuaire en 2009	31
Tableau 22 : Comparaison des émissions dues au transport routier sur la zone environnante en 2007 et sur la zone aéroportuaire en 2009	32
Tableau 23 : Comparaison des émissions dues à la combustion dans le secteur résidentiel/tertiaire sur la zone environnante en 2007 et sur la zone aéroportuaire en 2009	33
Tableau 24 : Emissions dues aux aéronefs : part dans les émissions sur la zone aéroportuaire	34
Tableau 25 : Emissions des sources au sol (hors aéronefs) des inventaires de l'EuroAirport™ de 2003 et 2009	35

Illustrations :

Figure 1 : Phases d'un cycle LTO	6
Figure 2 : Limite de la zone inventoriée	8
Figure 3 : Répartition des émissions de SO ₂ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	12
Figure 4 : Répartition des émissions de NO _x au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	13
Figure 5 : Répartition des émissions de COVNM au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	14
Figure 6 : Répartition des émissions de NH ₃ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	15
Figure 7 : Répartition des émissions de CO au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	16
Figure 8 : Répartition des émissions de CH ₄ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	17
Figure 9 : Répartition des émissions de CO ₂ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	18
Figure 10 : Répartition des émissions de N ₂ O au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	19
Figure 11 : Répartition des émissions de particules au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	20
Figure 12 : Récapitulatif des répartitions des activités par polluant émis au sol pour l'EuroAirport™ en 2009	22
Figure 13 : Répartition des émissions totales par polluants pour les sources au sol et les aéronefs	28
Figure 14 : Carte de la zone environnante de l'EuroAirport™	30



CADRE et OBJECTIF

1 Cadre et objectif de l'étude

En 2005, dans le cadre de la réalisation d'un diagnostic de qualité de l'air, l'EuroAirport™ a fait réaliser par l'ASPA, parallèlement à une campagne de mesure, un inventaire des émissions liées aux activités aéroportuaires pour l'année de référence 2003¹ pour connaître l'impact et hiérarchiser les sources de rejets à l'atmosphère.

En 2010, EuroAirport™ souhaite disposer de la mise à jour du recensement des émissions des activités de la plateforme pour répondre à deux types de questions:

- Combien la zone aéroportuaire émet-elle de gaz à effet de serre et de polluants ?
- Quels acteurs mobiliser ? Et avec quelles marges de manœuvre ?

L'**inventaire des émissions orienté « sources »** comptabilise les émissions de l'ensemble des sources se produisant sur un territoire défini (les installations aéroportuaires au sol, les axes de circulation d'accès ainsi que les émissions des aéronefs durant les cycles LTO (Landing and Take Off cycle)...)

Un Bilan Carbone® comptabilisant les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) à la source mais également en amont et en aval de l'« entreprise EuroAirport™ » a été réalisé en parallèle à cet inventaire et fait l'objet d'un autre rapport « Bilan Carbone® de la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport™ ».

L'**inventaire des émissions orienté « sources »**, comptabilisant les rejets atmosphériques (issus des sources fixes et mobiles) permet à l'EuroAirport™ :

- ☺ De hiérarchiser les sources d'émissions liées directement à l'aéroport.
- ☺ De mettre en place une base de données pour identifier l'évolution des émissions de gaz à effet de serre (pour des investigations futures – si possible avec un outil informatique, correspondant à l'application du guide CITEPA provenant de la DGAC²).
- ☺ De définir un monitoring continu / plan d'actions (définition et suivi d'indicateurs).
- ☺ De tenir les riverains informés des rejets de polluants atmosphériques liés aux activités développées sur le site aéroportuaire, dans leur proche environnement.

¹ Inventaire des émissions atmosphériques sur la plate-forme aéroportuaire de l'Euroairport, ref ASPA-05112801-ID

² Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs (CITEPA, 2008)





CADRE et OBJECTIF

- ➔ De pouvoir situer les rejets de l'aéroport parmi l'ensemble des sources émettrices de substances à l'atmosphère en Alsace (automobiles, industries, résidentiel, etc.).
- ➔ De réaliser une comparaison entre les rejets de l'Aéroport de Bâle-Mulhouse et les rejets estimés sur d'autres aéroports français voire européens.

Dans cette approche orientée source, toutes les activités de la zone sont prises en compte et la méthode comptabilise aussi bien les GES que les autres polluants émis dans l'atmosphère.

L'année prise en compte est 2009 si les données nécessaires à la réalisation de l'inventaire des émissions sont disponibles. Lorsque celles-ci ne le sont pas, des données plus anciennes sont utilisées.

Collecte de données :

- Les travaux de l'inventaire s'appuient sur des données d'activités primaires (ex : nombre de repas, surface des bâtiments, consommation énergétiques...). La qualité de ces données est essentielle pour l'étude.
- La collecte des données a été réalisée par le service environnement de l'EuroAirport™ à partir de questionnaires réalisés conjointement entre l'ASPA et l'EuroAirport™ et à destination des services et entreprises concernés par l'étude.
- Ces données ont ensuite été traitées par l'ASPA pour leurs intégrations dans les travaux d'inventaire.





Inventaire des émissions

2 Inventaire des émissions orienté « sources »

2.1 Méthode mise en œuvre

2.1.1 Inventaire des émissions : principes, définitions...

2.1.1.1 Définition

Un inventaire d'émissions atmosphériques :

« Il s'agit de la description qualitative et quantitative des rejets de certaines substances dans l'atmosphère issues de sources anthropiques et/ou naturelles. »

2.1.1.2 Détermination des émissions

La réalisation d'un inventaire des émissions consiste en une détermination théorique des flux de polluants émis dans l'atmosphère (masse du composé X par unité de temps).

Il s'agit d'un croisement entre les données dites primaires (statistiques, comptages, enquêtes, besoins énergétiques,...) et des facteurs d'émissions issus d'expériences métrologiques ou de modélisation.

Il est important de distinguer les différents processus qui conduisent à une émission de polluants à l'atmosphère : réactions chimiques, évaporations et la combustion. Il peut s'agir d'une combinaison de différents procédés.

Le calcul global est du type :

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

- E : émission relative à la substance "s" et 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".

Les facteurs d'émissions jouent un rôle déterminant dans la précision et la fiabilité des résultats. Ils indiquent les flux de polluants émis rapportés en général à la consommation d'une unité d'énergie (le Gigajoule par exemple) pour le logement et l'industrie, au kilomètre parcouru ou au mouvement pour le transport... Ils permettent ainsi de relier des procédés, des combustions, des consommations de solvants, etc., avec des flux de polluants. Un certain nombre de facteurs d'émissions doit être spécifiquement établi ou adapté en fonction des besoins de l'étude.





Inventaire des émissions

D'une manière générale, lors du développement d'un inventaire des émissions de polluants atmosphériques, il faut répondre aux questions suivantes :

- Quelles substances ?
- Quelles sources ?
- Sur quel domaine géographique ?
- Sur combien de temps ?
- Quels types d'informations ?

Il s'agit en effet de choix déterminants pour l'étude entreprise, fonction des objectifs fixés et des moyens mis en œuvre :

- Choix des composés étudiés.
- Typologie, nomenclatures et choix des sources.
- Couverture et résolution spatiale.
- Étendue et résolution temporelle.
- Format des données, restitution des données.

La construction et l'utilisation d'un inventaire des émissions peuvent se schématiser comme suit, selon 3 thèmes :

- Collecte de données (primaires, structurantes, facteurs d'émissions,...).
- Calculs, spatialisation, procédures.
- Exploitation de l'inventaire (études, aide à la décision, modélisation...).

2.1.2 Méthodologie

2.1.2.1 Deux types de sources

Deux types de sources sont distingués et deux méthodologies différentes sont appliquées :

- Les sources au sol.
- Les aéronefs.

2.1.2.2 Méthode de calcul des émissions des sources au sol

Les calculs d'émissions réalisés dans ce rapport sont basés essentiellement sur les méthodologies proposées dans le guide réalisé par le CITEPA avec la participation financière de la DGAC : "Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs" dont la version date du 15 mai 2008.

Le guide méthodologique permet d'identifier les différentes sources de pollution générée dans un aéroport et d'inventorier les polluants suivants : SO₂, NO_x, N₂O, CO, CO₂, CH₄, NH₃, COVNM, HFC, PFC, SF₆, TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, BaP, BbF, BkF, IndPy, HCB, PCCD-F, PCB, As, Cu, Cr, Cd, Pb, Hg, Ni, Se, Zn.





Inventaire des émissions

Le guide prend en compte les sources fixes (Tableau 1) et les sources mobiles (Tableau 2) au sol liées aux activités d'une plateforme aéroportuaire :

N°	Sources fixes
1	Centrales énergie
2	Climatisation et réfrigération
3	Stockages d'hydrocarbures
4	Stations services
5	Avitaillement avions
6	Réseaux de distribution de gaz
7	Postes électriques au SF6
8	Postes incendie
9	Travaux constructions et rénovations
10	Opération antigivrage avions
11	Opérations dégivrage avions
12	Opérations déverglacage
13	Nettoyage extérieur avions véhicules et locaux
14	Maintenance avions véhicules et locaux
15	Peinture avions véhicules et locaux
16	Sources biotiques
17	Essais de feux
18	Chantiers et BTP

Tableau 1 : Sources fixes prises en compte par le guide CITEPA

N°	Sources mobiles
19	Trafic ferroviaire
20	Engins spéciaux agricoles
21	Engins spéciaux industrie
22	Engins spéciaux « zone aéroportuaire »
23	Trafic routier

Tableau 2 : Sources mobiles prises en compte par le guide CITEPA

Concernant le trafic routier, la méthode générale de détermination des émissions du transport routier (Méthode COPERT IV) doit être utilisée comme il est stipulé dans le guide méthodologique du CITEPA. L'outil de calcul « Circul'Air » (utilisant également la méthode COPERT IV) développé par l'ASPA et utilisé pour le calcul des émissions régionales a été utilisé pour calculer les émissions du trafic routier de la plateforme. Il permet la prise en compte de conditions de circulation plus fines et les résultats sont cohérents avec l'inventaire régional.





Inventaire des émissions

2.1.2.3 Méthode de calculs des émissions des aéronefs

La détermination des émissions liées aux aéronefs est issue de l'inventaire des émissions des aéronefs en Alsace en 2009. Le transport aérien regroupe tous les avions et les hélicoptères.

La méthode d'évaluation des émissions sur et autour d'un aéroport est basée sur le cycle LTO : Landing and Take Off. Les émissions s'effectuant au-dessus de 3000 pieds (fin de montée, croisière, descente) ne sont pas prises en compte.

Les différentes phases d'un avion lors d'un cycle LTO sont spécifiques de l'EuroAirport™ et ont été déterminées en 2005 par relevés sur piste par l'ASPA pour les inventaires régionaux :

Phase	Approche	Circulation au sol arrivée	Circulation au sol départ	Décollage	Montée
durée en seconde	240	194	667	50	180

Tableau 3 : Temps des phases d'un cycle LTO de l'EuroAirport™

La figure 18 schématise les phases d'un cycle LTO :

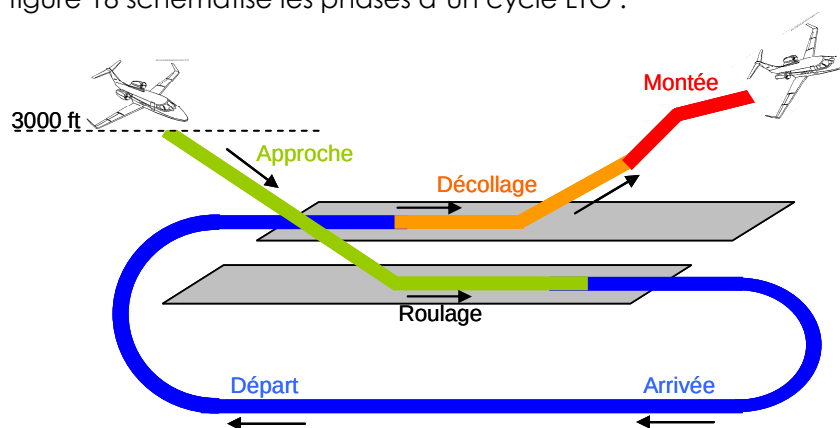


Figure 1 : Phases d'un cycle LTO

A chaque type de moteur et pour chaque phase sont associés des consommations de carburant et des facteurs d'émissions spécifiques. Les moteurs d'aéronefs (réacteurs, turbopropulseurs, moteurs à pistons) émettent des niveaux de polluants lors des différentes opérations effectuées sur et autour de l'aéroport (phase d'un cycle LTO).

Les aéronefs à réacteurs et les turbopropulseurs utilisent du kérosène comme carburant alors que l'AVGAS (essence avec un indice d'octane élevé) est utilisé par les aéronefs équipés de moteur à pistons.

2.1.2.4 Déroulement de l'inventaire

La réalisation s'est faite en deux phases principales :

- ➔ La collecte des données : il s'agit de collecter les données les plus précises possibles en fonction des activités prises en compte. Pour ce faire, un ou plusieurs questionnaires (en



Inventaire des émissions

fonction de l'activité de l'entreprise ou de l'organisme concerné) ont été envoyés à toutes les entreprises du site. Ces questionnaires sont spécifiques de chaque activité. A noter que cette phase de l'inventaire des émissions s'est déroulée sur plusieurs mois et a mobilisé essentiellement des personnels du service « Environnement » de l'EuroAirport™. Les efforts ont été concentrés sur les sites potentiellement les plus fortement émetteurs sur la zone. Ces sites concernent la production et la distribution d'énergie, le stockage et la distribution de combustible, les engins spéciaux et le trafic routier.

- ➡ Le traitement des données : il s'agit d'appliquer un facteur d'émission à la quantité d'activité donnée (quantité de combustible, quantité de solvant, nombre de véhicules,...) pour l'activité concernée et le polluant voulu.

2.1.2.5 Incertitudes liées aux calculs des émissions

Les incertitudes attachées à la détermination des rejets dans l'atmosphère sont importantes. Il est toujours très difficile de les quantifier avec précision.

Il convient donc de garder à l'esprit que la connaissance des flux de polluants dans l'atmosphère reste liée à la connaissance et aux tentatives de représentation très imparfaites de phénomènes physiques, chimiques, biologiques, etc. intervenant dans la formation des polluants. Cette incertitude varie dans un domaine très large selon la source et la substance considérée.

Actuellement, les estimations des incertitudes reposent quasi exclusivement sur des appréciations d'experts. L'incertitude est ainsi supposée faible c'est-à-dire de l'ordre de 5% pour les gaz pour lesquels il est possible de recouper les calculs par les bilans de matière, c'est le cas pour le SO₂ et le CO₂. Pour les polluants dont les émissions sont largement dépendantes des conditions opératoires, les incertitudes sont généralement plus élevées. Si l'on tient compte des contributions des différents types de sources, ces incertitudes peuvent atteindre globalement 15 à 20% pour les NO_x. Pour certains autres polluants, les incertitudes se situent entre 50 à 100% voire parfois plus et dépendent en particulier du caractère diffus et souvent non contrôlé de certaines sources. Ces niveaux d'incertitude sont très variables d'une source à l'autre pour une même substance. Il est évident qu'une source dont les rejets sont mesurés de façon permanente ou à intervalles réguliers permettra une meilleure évaluation. Il en est de même lorsque des bilans matière fiables peuvent être mis en œuvre.

Dans le calcul des incertitudes, plusieurs paramètres sont à prendre en compte, notamment l'incertitude sur les facteurs d'émissions lorsque cette méthode est utilisée et l'incertitude sur les données d'activité (consommation énergétique, quantité de peinture utilisée, ...).

En conclusion, les résultats présentés dans ce rapport devront être appréciés et utilisés en toute connaissance de cause et en sachant que les incertitudes sont significatives.





Inventaire des émissions

En tenant compte des différentes sources d'incertitudes évoquées, les résultats peuvent être comparés à d'autres inventaires locaux ou relatifs à des zones aéroportuaires, à périmètres d'étude et activités constants. Dans le cas d'une comparaison entre deux études relatives à deux années différentes, il convient de s'attacher à vérifier dans quelle mesure l'intensité d'activité ou la structure des sources ne varient pas significativement et ne risquent pas de conduire à une incohérence qui biaiserait une telle comparaison.

2.1.3 Spécifications de l'inventaire orienté « sources »

2.1.3.1 Couverture géographique et résolution spatiale

La couverture géographique de l'inventaire des émissions permet l'estimation des émissions issues de l'ensemble des activités liées à la plateforme aéroportuaire. Les activités au niveau du sol (sources fixes et mobiles) concernent spécifiquement l'aéroport et certaines voies de circulation attenantes constituant des voies d'accès privilégiées à la plateforme, cette zone représente quelques km² (Figure 2).

Cette zone englobe la route douanière suisse jusqu'à la frontière (voie spécifiquement liée au trafic relatif à l'aéroport). Pour la prise en compte des émissions liées au trafic routier, la zone de calcul des émissions commence à partir du rond-point Nord dans le sens Mulhouse-Bâle (sans prendre en compte la D12b1 ni la bretelle de sortie d'autoroute) et s'étend jusqu'au second rond-point au sud prolongé des bretelles d'accès et de sortie de l'autoroute mais ne comprend pas la route du Hellhof. Elle inclut tous les parkings et les zones de fret de l'aéroport ainsi que les zones de dépôt des voyageurs.

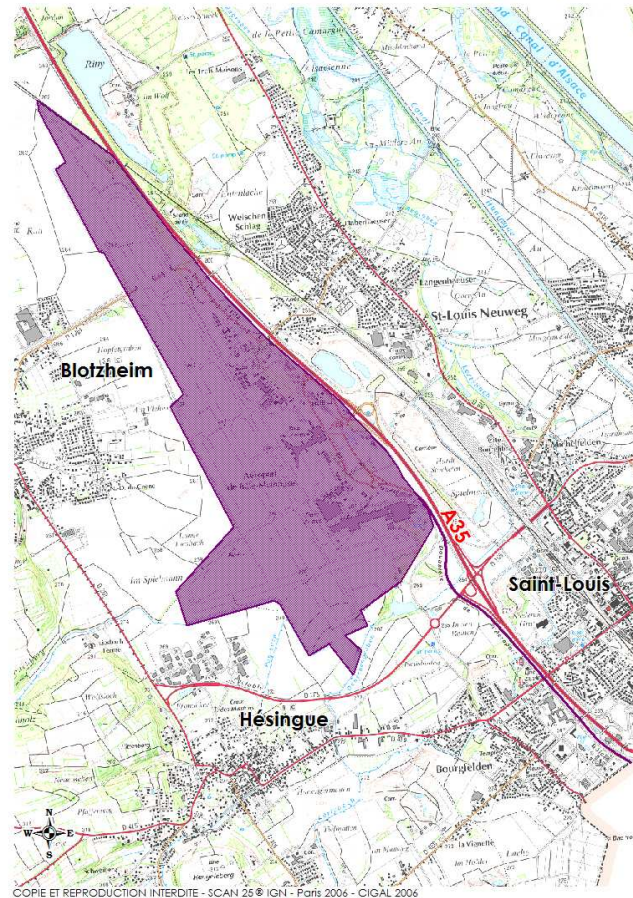


Figure 2 : Limite de la zone inventoriée





Inventaire des émissions

2.1.3.2 Types de sources

Une source d'émission peut être d'origine anthropique (due à l'homme) ou naturelle. Elle peut être classée selon sa représentativité spatiale.

Sources fixes (émetteurs localisés) : sont ici considérées les installations de combustion, les installations de stockage et de distribution de combustible, les zones où sont utilisés les solvants de nettoyage, de peinture, de dégivrage, d'antigivrage, de déverglacage ainsi que les sources biotiques.

Sources mobiles (émetteurs non localisés) : sont ici considérés les émetteurs de pollution atmosphérique qui n'ont pas de localisation fixe, à savoir, les véhicules au sol (trafic routier, autres sources de trafic non routier et non aérien tels que les tondeuses à gazon et les chariots élévateurs, etc.), les aéronefs, les trains...

2.1.3.3 Base de temps et résolution temporelle

L'inventaire est réalisé pour l'année 2009. Le pas de temps retenu est l'année civile.

2.1.3.4 Polluants pris en compte

Le guide du CITEPA, pour la réalisation d'un inventaire des sources au sol d'une zone aéroportuaire, établi une liste des polluants pris en compte. L'annexe 1 présente cette liste de polluants, leurs comportements dans l'atmosphère et leurs effets sur la santé humaine.





Inventaire des émissions

2.2 Emissions sur la zone aéroportuaire

2.2.1 Emissions au sol

Sont présentés ici les résultats de l'inventaire des émissions sur la plateforme de l'EuroAirport™, hors aéronefs, globalement par polluant.

2.2.1.1 Emissions totales sur la zone aéroportuaire (hors aéronefs)

Les émissions sur la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™ hors aéronefs ont été calculées en suivant la méthodologie précédemment décrite. Les résultats totaux estimés sur la zone aéroportuaire en 2009 hors aéronefs sont les suivants (Tableau 4) :

Polluant	Emissions Sources au sol (t/an)
SO ₂	4
NO _x	84
NH ₃	1
CO	173
COVNM	113
TSP	9
PM10	6
PM2,5	5
CO ₂	19232
CH ₄	4
N ₂ O	2
HFC	0,1
PFC	-
SF ₆	-

Tableau 4 : Emissions totales sur la zone aéroportuaire en 2009 hors aéronefs

Les polluants organiques persistants (HAP, PCB, HCB, PCDD-F) ainsi que les métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg,...) ont des émissions nulles, non significatives ou non recensées.





Inventaire des émissions

Les polluants présentés et étudiés dans la suite du rapport sont regroupés par enjeux atmosphériques :

- Acidification, eutrophisation et pollution photochimique
 - SO_2
 - NO_x
 - NH_3
 - CO
 - COVNM
- Accroissement de l'effet de serre
 - CO_2
 - CH_4
 - N_2O
 - HFC
 - PFC
 - SF_6
- Particules en suspension
 - TSP
 - PM_{10}
 - $\text{PM}_{2,5}$





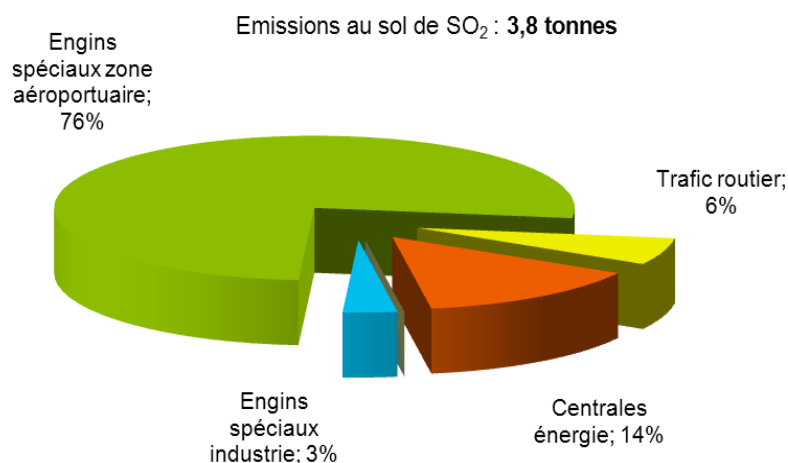
Inventaire des émissions

2.2.1.2 Emissions par polluant

Les paragraphes suivants présentent pour chaque polluant, la part de chaque secteur dans les émissions totales ainsi que les secteurs responsables d'au moins 90% des émissions.

2.2.1.2.1 Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont faibles. Elles proviennent majoritairement d'activités de combustion (Figure 3) :



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Figure 3 : Répartition des émissions de SO₂ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

Issu de l'oxydation du soufre contenu dans les combustibles fossiles, le SO₂ est un bon indicateur de pollution industrielle à l'échelle d'une agglomération ou d'une région.

En l'absence d'installations consommant des combustibles soufrés (type fioul lourd, charbon), le tonnage émis est relativement faible (3,8 tonnes) et principalement dû aux activités liées aux sources mobiles (majoritairement utilisation de carburant diesel dont la teneur en soufre est limitée à 0,01% depuis 2009).

Les sources émettrices représentant au moins 90% des émissions de SO₂ sont les suivantes :

Secteurs	% des émissions de SO ₂
Engins spéciaux « zone aéroportuaire »	76
Centrales énergie	14

Tableau 5 : Sources (hors avions) responsables d'au moins 90% des émissions de SO₂ sur la zone

Les engins spéciaux utilisés sur piste et le poste « centrales énergie³ » se partagent la quasi-totalité des émissions de SO₂.

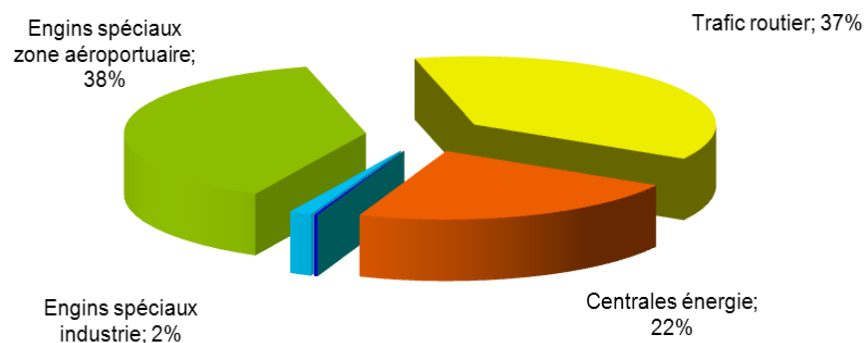
³ Le poste « centrales énergie » regroupe les 5 chaufferies (centrale, résidence Guillaumet, pool technique, route des chalets, aviation générale), la cogénération ainsi que les pompes.



2.2.1.2.2 Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x (Figure 4) sont dues à des activités de combustion, majoritairement liées à des activités de transport : 38% pour la circulation des engins sur la zone réservée (transport de voyageurs, de bagages, tractage des avions, etc.) et 37% pour le transport routier (circulation des véhicules des voyageurs et des véhicules des personnels des entreprises situées sur la plate-forme). Les émissions du poste « centrales énergie » occupent aussi une grande part avec 22% du total.

Emissions au sol de NO_x : **84,4 tonnes**



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Figure 4: Répartition des émissions de NO_x au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

A l'instar du constat qui peut être établi sur une agglomération, les NO_x sont des composés principalement issus des sources mobiles. Les secteurs émetteurs participant pour 97% aux émissions d'oxydes d'azote sur la plateforme aéroportuaire sont les suivants (Tableau 6) :

Secteurs	% des émissions de NO _x
Engins spéciaux « zone aéroportuaire »	38
Trafic routier	37
Centrales énergie	22

Tableau 6 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de NO_x sur la zone

Les principaux émetteurs de NO_x sur la zone aéroportuaire hors aéronefs sont les sources mobiles (75%) en particulier les engins circulant dans la zone aéroportuaire.



2.2.1.2.3 Emissions de COVNM

Les sources d'émission de COVNM sont multiples (Figure 5) en raison des modes de rejets de cette famille de polluants :

- Combustion incomplète de combustibles utilisés dans les sources fixes ou des carburants routiers.
- Evaporation des réservoirs d'essence des véhicules.
- Transvasements et respiration des cuves de stockage de combustibles et carburants.
- Utilisation de solvants (peinture, produits de nettoyage ou de maintenance, etc.).
- Travaux de rénovation utilisant des enrobés.

Emissions au sol de COVNM : **113 tonnes**

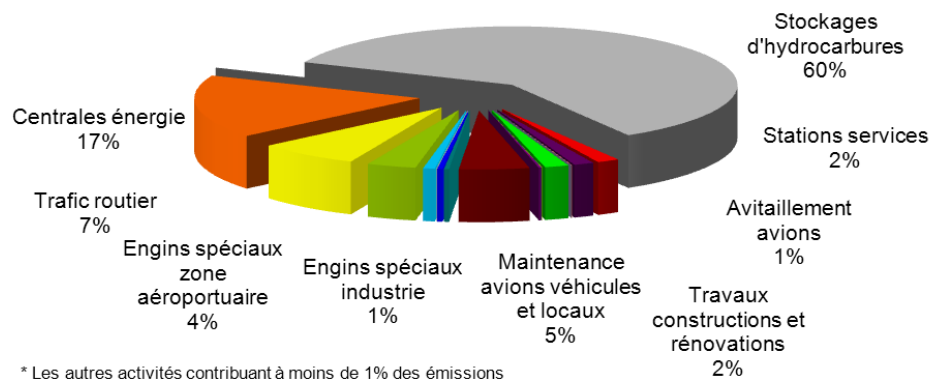


Figure 5 : Répartition des émissions de COVNM au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

Parmi les sources fixes, le poste « Stockage d'hydrocarbures » (kérosène, avgas,...) est responsable de 60% des émissions totales de COVNM. Le poste « Centrales énergie » est le deuxième émetteur avec 17%. Les sources mobiles représentent 11% des émissions de COVNM avec 7% pour le transport routier et 4% pour les engins utilisés en zone aéroportuaire. Enfin, la maintenance, faisant appel à l'utilisation de produits contenant des solvants, induit 5% des émissions de COVNM.

Cinq activités contribuent pour 93% des émissions sur la plateforme aéroportuaire :

Secteurs	% des émissions de COVNM
Stockage d'hydrocarbures	60
Centrales énergie	17
Trafic routier	7
Maintenance avions véhicules et locaux	5
Engins spéciaux « zone aéroportuaire »	4

Tableau 7 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de COVNM sur la zone

Les 17% des émissions par les centrales d'énergie s'expliquent par la combustion du gaz naturel (GN) et par les moteurs de cogénération (grande quantité consommée et facteurs d'émissions élevés).

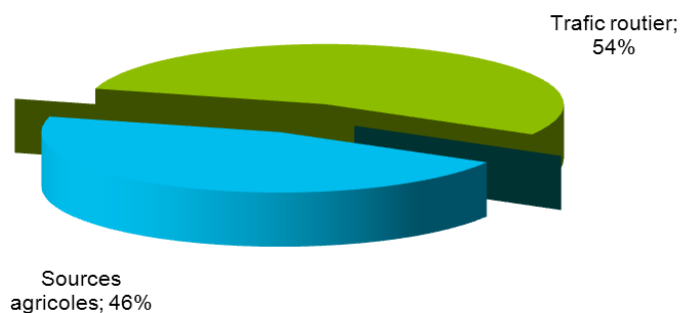


Inventaire des émissions

2.2.1.2.4 Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont dues à deux activités :

Emissions au sol de NH₃ : **0,9 tonnes**



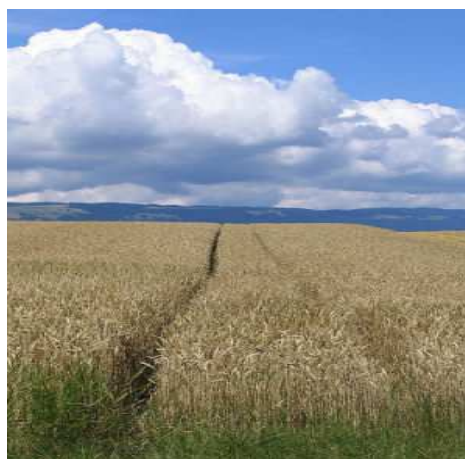
* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Figure 6 : Répartition des émissions de NH₃ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

Les sources d'ammoniaque sont peu diverses et les émissions associées relativement faibles. 46% du NH₃ émis provient des sources biotiques (parcelles agricoles sur le site). Les 54% restants sont générés par le trafic routier.

Secteurs	% des émissions de NH ₃
Trafic routier	54
Sources biotiques	46

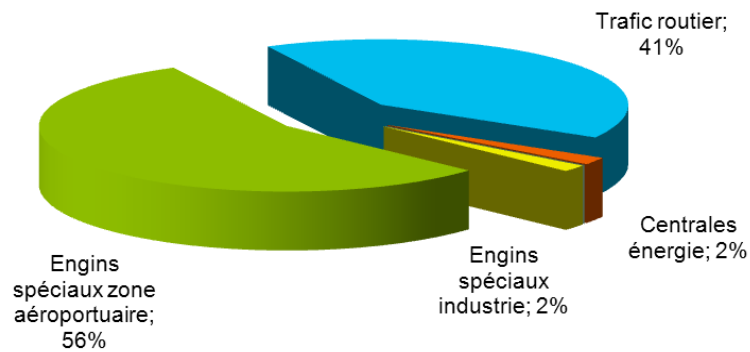
Tableau 8 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de NH₃ sur la zone



2.2.1.2.5 Emissions de CO

Là encore, les engins spéciaux et le trafic routier sont les premiers émetteurs de CO (Figure 7).

Emissions au sol de CO : **173 tonnes**



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Figure 7 : Répartition des émissions de CO au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

Les émissions de ce polluant sont en général liées à des combustions incomplètes. En effet, près de 90% des émissions de CO sont liées à deux activités de type mobile :

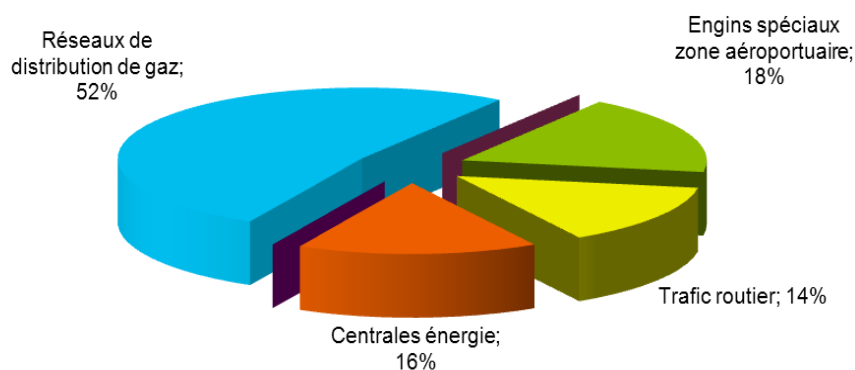
Secteurs	% des émissions de CO
Engins spéciaux « zone aéroportuaire »	56
Trafic routier	41

Tableau 9 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de CO sur la zone

2.2.1.2.6 Emissions de CH₄

Les émissions de méthane (faibles en valeurs absolues) sont principalement liées au réseau de distribution de GN (fuites) et à des activités de combustion (Figure 8).

Emissions au sol de CH₄ : **3,8 tonnes**



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des

Figure 8 : Répartition des émissions de CH₄ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

A noter qu'à l'échelle d'une région comme l'Alsace, les émissions proviennent majoritairement des sources agricoles (fermentation entérique des ruminants).

Les 90% des émissions sont regroupées en quatre activités (pertes de gaz, engins spéciaux, centrales énergie et trafic routier). Un réseau de gaz génère des pertes de méthane. Pour l'EuroAirport™, cette source représente 52% des émissions de méthane. Les trois autres activités ont des émissions du même ordre de grandeur (14-18%) :

Secteurs	% des émissions de CH ₄
Réseaux de distribution de gaz	52
Engins spéciaux zone aéroportuaire	18
Centrales énergie	16
Trafic routier	14

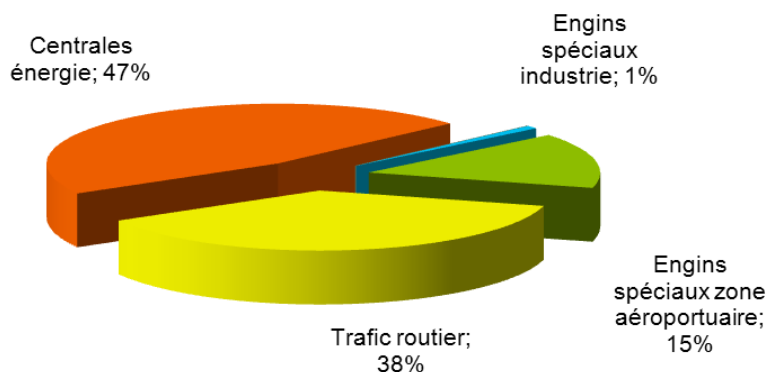
Tableau 10 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de CH₄ sur la zone



2.2.1.2.7 Emissions de CO₂

La totalité des émissions de dioxyde de carbone sur l'EuroAirport™ provient de la consommation d'énergie (Figure 9).

Emissions au sol de CO₂ : **19 232 tonnes**



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Figure 9 : Répartition des émissions de CO₂ au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

Les émissions de CO₂ sont partagées par le poste « centrales énergie » (47% des émissions), le trafic routier (38%) et les engins spéciaux de la zone aéroportuaire (18%) (Tableau 11).

Secteurs	% des émissions de CO ₂
Centrales énergie	47
Trafic routier	38
Engins spéciaux « zone aéroportuaire »	15

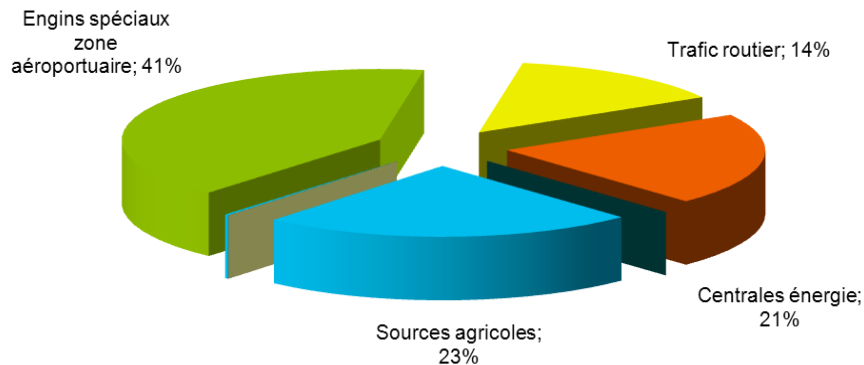
Tableau 11 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de CO₂ sur la zone



2.2.1.2.8 Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont dues principalement à des activités de combustion (Figure 10).

Emissions au sol de N₂O : 1,8 tonnes



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Figure 10 : Répartition des émissions de N₂O au sol pour l'EuroAirport™ en 2009

Globalement les émissions de N₂O sont relativement faibles. La quasi-totalité des émissions provient de trois activités de combustion (engins spéciaux, centrales énergie et trafic routier) sur la zone aéroportuaire (76%). Les 23% restants sont attribués aux sources agricoles.

Secteurs	% des émissions de N ₂ O
Engins spéciaux « zone aéroportuaire »	41
Sources biotiques	23
Centrales énergie	21
Trafic routier	14

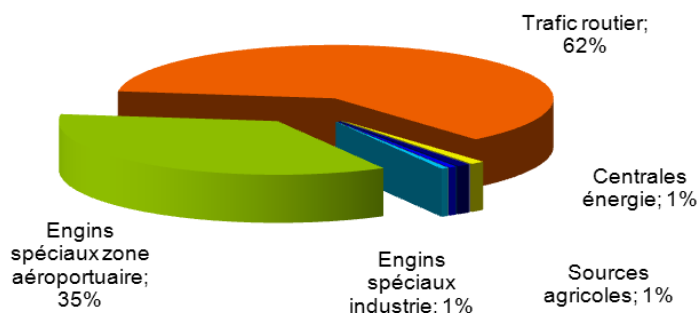
Tableau 12 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de N₂O sur la zone

2.2.1.2.9 Emissions des particules

Les particules sont classées selon 3 catégories. Les TSP (Total Suspended Particles) ou particules totales comptabilisées en général pour des tailles aérodynamiques inférieures à 100 microns (transport éolien possible). Ensuite les PM10 dont la taille des particules est inférieure ou égale à 10 microns et les PM2,5 pour les particules de tailles inférieures à 2,5 microns. Plus les particules sont petites, plus elles pénètrent profondément dans les voies respiratoires.

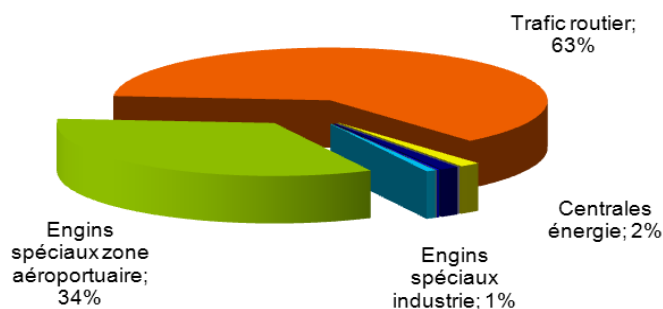
Inventaire des émissions

Emissions au sol de TSP : **9,0 tonnes**



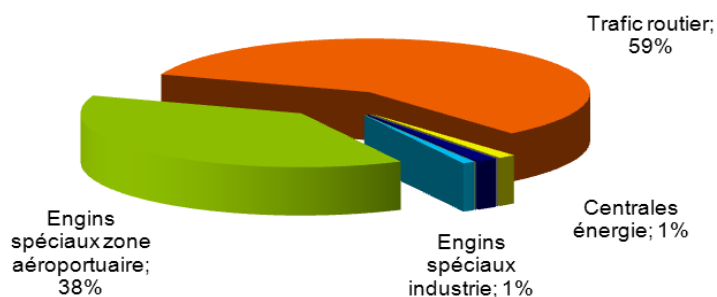
* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Emissions au sol de PM10 : **6,1 tonnes**



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Emissions au sol de PM2,5 : **4,9 tonnes**



* Les autres activités contribuant à moins de 1% des émissions

Figure 11 : Répartition des émissions de particules au sol pour l'EuroAirport™ en 2009



Inventaire des émissions

Les engins spéciaux de la zone aéroportuaire dont la part fonctionnant au gazole est importante, du fait de leur fonctionnement à bas régime, sont sujets à des combustions incomplètes produisant de grandes quantités de particules. Le trafic routier, de par l'importance de l'activité, est le premier émetteur de ce polluant sur la plateforme.

Les émissions de particules, quelque soit leur taille, présentent le même profil sectoriel (Tableau 13).

Secteurs	% de TSP	% de PM10	% de PM2,5
Trafic routier	62	63	59
Engins spéciaux zone aéroportuaire	35	34	38

Tableau 13 : Sources (hors aéronefs) responsables d'au moins 90% des émissions de particules sur la zone

Ces particules sont essentiellement issues des motorisations diesels, mais aussi de l'usure des pneumatiques et des plaquettes de freinage, de la remise en suspension des véhicules en général.

2.2.1.2.10 Emissions de HFC, PFC, SF₆

Ce sont des composés utilisés pour la production de composants électroniques, comme fluide réfrigérant ou comme gaz dans certains extincteurs.

Aucune émission de PFC n'a été recensée sur le site. Le SF₆, présent en général dans des installations électriques n'est pas utilisé sur la plateforme. Les installations électriques de cette dernière utilisent de l'huile comme agent de coupure.



Les seuls composés fluorés recensés sont les HFC utilisés dans les systèmes de climatisation et de génération de froid. La quantité de cette substance émise en 2009 sur la plateforme est faible et résulte de fuites des systèmes de climatisations présents sur la plateforme de l'EuroAirport™. Le composé le plus couramment utilisé est le R-134a. Le pouvoir de réchauffement global⁴ de ce fluide est de 1300. Les charges de fluides réinjectées dans les systèmes de climatisation lors des opérations de maintenance en 2009 correspondent à ces fuites. Elles s'élèvent à 130 kg.

⁴ Avec un PRG de 1300, 1kg du composé R-134a entraîne un réchauffement de l'atmosphère équivalent à 1300 kg de CO₂.





Inventaire des émissions

2.2.1.2.11 Récapitulatif des émissions par polluant

Les sources mobiles (trafic routier et engins spéciaux en zone aéroportuaire) sont globalement les activités les plus émettrices tous polluants confondus. Le poste « centrales énergie » constitue aussi un pôle d'émission important et reflète l'aspect énergivore de la plateforme (fortes émissions en CO₂, N₂O, COVNM...) fonction bien sûr, de la taille importe du site (Figure 12).

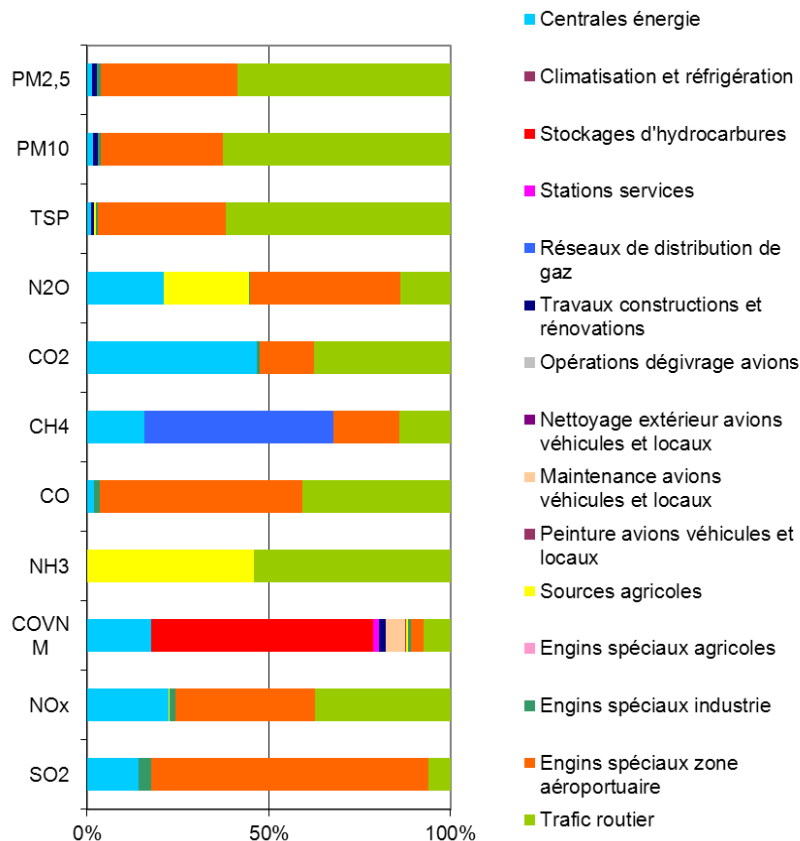


Figure 12 : Récapitulatif des répartitions des activités par polluant émis au sol pour l'EuroAirport™ en 2009



Inventaire des émissions

2.2.1.3 Emissions par phénomène de pollution atmosphérique

Sont présentés ici les résultats de l'inventaire réalisé sur la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport™ hors aéronefs par grande thématique de pollution atmosphérique. Les différentes classes traitées concernent l'acidification, les précurseurs d'ozone et les gaz à effet de serre.

2.2.1.3.1 Acidification

L'acidification des milieux est due principalement aux émissions de SO₂ (transformé en acide sulfurique par oxydation en particulier en conditions humides), de NO_x (transformés en acide nitrique par oxydation en particulier en conditions humides) et aux émissions de NH₃ (qui peut également sous certaines conditions être transformé en acide nitrique).

Les engins en zone réservée et le transport routier représentent une part prépondérante des émissions des trois gaz acidifiants pris en compte (Tableau 14).

Le PAE ou Pouvoir Acidifiant Equivalent est un indicateur qui traduit l'acidité induite par les rejets de gaz acidifiants. Le PAE est calculé de la manière suivante :

$$PAE = 2/64 \times E_{SO_2}/1000 + 1/46 \times E_{NO_x}/1000 + 1/17 \times E_{NH_3}/1000$$

Avec E_x l'émission du polluant x en kg/an.

Pouvoir acidifiant équivalent : **2 tonnes eq H⁺**

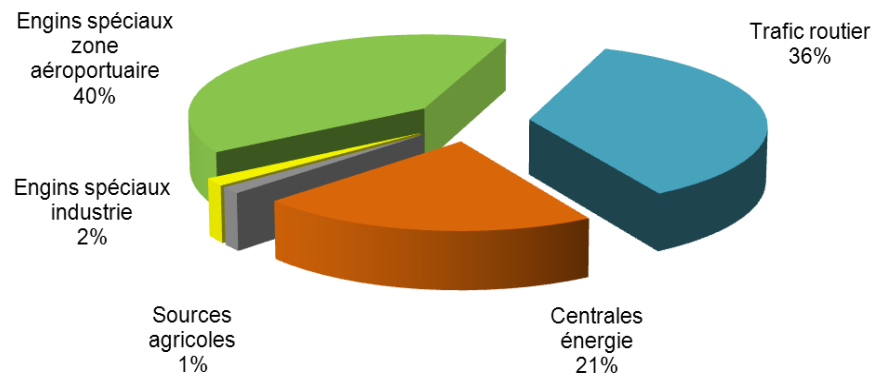


Tableau 14 : Part de chaque secteur (hors aéronefs) dans les émissions de gaz acidifiants sur la zone

Avec respectivement 40% et 36%, les engins de la zone aéroportuaire et le trafic routier représentent les parts les plus importantes du pouvoir acidifiant (1,52 tonnes équivalent protons émis). Le poste « centrales énergie » occupe quant à lui 21% du PAE.





Inventaire des émissions

2.2.1.3.2 Emissions des précurseurs d'ozone

Trois gaz ou familles de gaz précurseurs d'ozone sont pris en compte dans le présent inventaire des émissions. Ce sont les NO_x , le CO et les COVNM, le CH_4 étant traité avec les gaz à effet de serre. La part de chaque activité dans les émissions de chacun de ces polluants est présentée ci-après (Tableau 15).

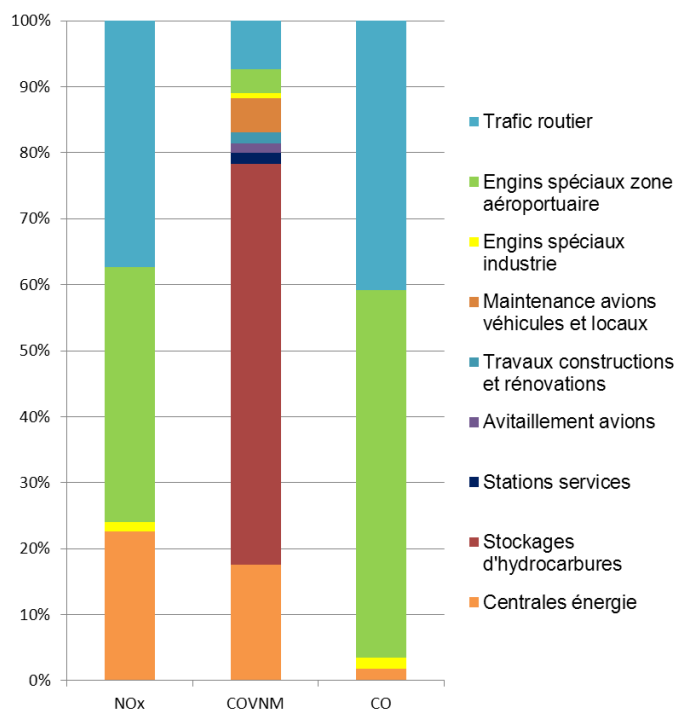


Tableau 15 : Part de chaque secteur (hors aéronefs) dans les émissions de précurseurs d'ozone

Le trafic routier et les engins spéciaux de la zone aéroportuaire sont les premiers émetteurs de NO_x et de CO. Concernant les COVNM, le premier émetteur est le poste « Stockage d'hydrocarbures » qui contribue à plus de la moitié des émissions (60%).

Les COVNM constituent une famille de polluants qui regroupe de nombreuses substances de propriétés chimiques différentes. En fonction de leur propre Potentiel de Création de l'Ozone Photochimique, chaque substance a un pouvoir plus ou moins grand de réagir avec les oxydes d'azote en présence de lumière solaire induisant une élévation des concentrations en ozone.



Inventaire des émissions

2.2.1.3.3 Emissions de gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre inventoriés correspondent à l'ensemble des six gaz ou familles de gaz à effet de serre direct retenus par le Protocole de Kyoto signé en 1997, approuvé par la France le 31 Mai 2002 et entré en vigueur en 2005. Ces six gaz sont : CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC et SF₆.

Cependant, seuls trois de ces gaz sont significatifs dans cet inventaire : le CO₂, le CH₄ et le N₂O. Concernant les gaz fluorés, seule une petite quantité de HFC a été recensée. Selon la méthode et les activités considérées, aucune émission de PFC et SF₆ n'est recensée sur la plateforme de l'EuroAirport™ (au niveau de l'inventaire régional alsacien, aucun PFC n'est recensé et les émissions de SF₆ sont négligeables⁵ avec 0,4% des émissions de fluorés en 2008).

Le PRG ou Pouvoir de Réchauffement Global est un indicateur qui traduit l'effet de serre induit par les émissions des différents gaz à effet de serre. Il se calcule de la manière suivante :

$$PRG^6 = E_{CO_2} + 21 \times E_{CH_4}/1000 + 310 \times E_{N_2O}/1000 + 1430 \times E_{HFC}/1000$$

Avec E_{CO₂} en t/an et E_{CH₄} et E_{N₂O} kg/an.

Pouvoir de réchauffement global : **20 000 tonnes eq CO₂**

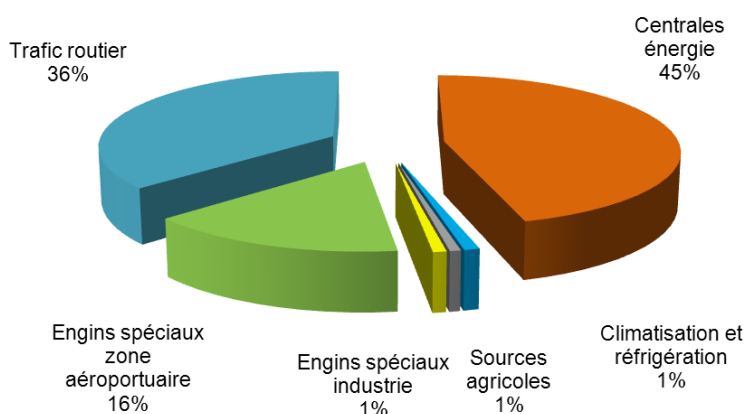


Tableau 16 : Part de chaque secteur (hors aéronefs) dans les émissions de gaz à effet de serre

Plus de la moitié du méthane émis sur la plateforme provient de pertes du réseau de distribution de gaz naturel (calculé à partir de la perte moyenne d'un mètre linéaire de réseau du guide CITEPA). Les sources mobiles comme le trafic routier et les engins spéciaux de la zone aéroportuaire contribuent fortement aux émissions de CO₂ (53%) et N₂O (55%). D'un point de vue PRG, ce sont les centrales d'énergie qui constituent l'activité la plus émettrice en lien avec les quantités importantes de combustible fossile consommé par les chaufferies.

⁵ Inventaire des gaz fluorés en Alsace en 2008 (ASPA)

⁶ Source GIEC/CCNUCC





Inventaire des émissions

2.2.2 Emissions des aéronefs sur la zone aéroportuaire

Sont présentés ici les résultats de l'inventaire des émissions sur la plateforme de l'EuroAirport™ pour les aéronefs par polluant. La méthodologie de calcul des émissions est précédemment décrite (Cf. 3.3.5.3 Méthode de calcul pour les émissions des aéronefs). Les émissions totales des aéronefs estimées sur la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™ en 2009 pour les mêmes polluants que les sources au sol sont les suivantes :

Polluant	Emissions Aéronefs (kg/an)
SO ₂	21 484
NO _x	273 167
NH ₃	-
CO	246 082
COVNM	25 800
TSP	7 377
PM10	3 719
PM2,5	1 747
CO ₂	67 673 277
CH ₄	2 740
N ₂ O	1 891
HFC	-
PFC	-
SF ₆	-

Tableau 17 : Emissions totales des aéronefs sur la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™ en 2009

L'inventaire 2009 comptabilise en plus des émissions des moteurs, les émissions dues à l'usure des pneus, de la piste et de la remise en suspension des particules⁷. Les hélicoptères sont aussi pris en compte dans l'inventaire depuis 2006.

Le PAE des émissions des aéronefs est près de 4 fois plus important que celui des émissions au sol de la plateforme. Le PRG des émissions des aéronefs est quand à lui près de 3 fois plus important que celui des sources au sol avec 68 317 t éq CO₂.

PAE (t eq H ⁺)	PRG (t éq CO ₂)
6,6	68 317

Tableau 18 : PAE et PRG des émissions des aéronefs sur la plateforme de l'EuroAirport™

⁷ L'inventaire de 2003 ne comptabilisait que les émissions des moteurs.





Inventaire des émissions

2.2.3 Synthèse des résultats

Le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des émissions sur la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™ en 2009 :

Polluant	Emissions Sources au sol (t/an)	Emissions Aéronefs (t/an)	Total (t/an)
SO ₂	4	21	25
NO _x	84	273	358
NH ₃	1	0	1
CO	173	246	419
COVM	113	26	139
TSP	9	7	16
PM10	6	4	10
PM2,5	5	2	7
CO ₂	19 232	67 673	86 905
CH ₄	4	3	7
N ₂ O	2	2	4
HFC	0,1	-	0,1
PFC	-	-	-
SF ₆	-	-	-

Tableau 19 : Emissions totales sur la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™ en 2009





Inventaire des émissions

Le graphique ci-dessous présente la part des émissions des sources au sol et des avions pour la zone aéroportuaire de l'EuroAirport™.

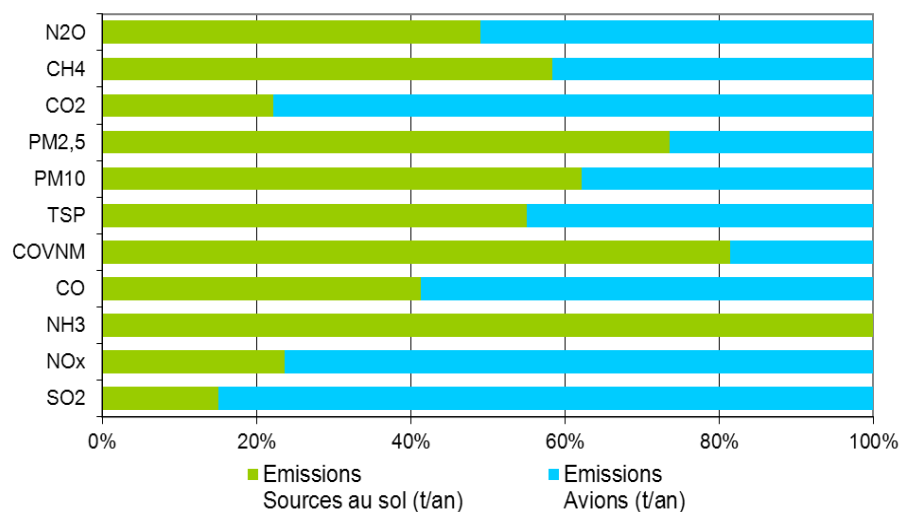


Figure 13 : Répartition des émissions totales par polluants pour les sources au sol et les avions

Les émissions des sources au sol sont réparties en quelques activités ciblées sauf pour les COVNM dont les origines sont très variées.

Activité		SO ₂	NO _x	COVNM	NH ₃	CO	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	HFC	TSP	PM10	PM2,5
Sources fixes	Centrales énergie	0,5	19,0	19,7	-	3,2	0,6	8 979,4	0,4	-	0,1	0,1	0,1
	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
	Stockages d'hydrocarbures	-	-	67,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Stations services	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Avitaillement	-	-	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Réseaux de distribution de gaz	-	-	0,1	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-
	Travaux constructions et rénovations	-	-	1,9	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1
	Opérations dégivrage avions	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nettoyage	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Maintenance	-	-	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Peinture	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sources biotiques	-	0,2	0,4	0,4	-	-	-	0,4	-	0,1	0,0	0,0
Sources mobiles	Engins spéciaux agricoles	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-
	Engins spéciaux industrie	0,1	1,3	1,0	-	2,9	-	161,7	0,0	-	0,0	0,0	0,0
	Engins spéciaux zone aéroportuaire	2,9	32,5	4,0	-	96,2	0,7	2873,8	0,7	-	3,2	2,1	1,8
	Trafic routier	0,2	31,5	8,3	0,5	70,8	0,5	7216,6	0,3	-	5,6	3,8	2,9

Tableau 20 : Emissions en tonnes des sources au sol sur la plateforme de l'EuroAirport™ en 2009



Inventaire des émissions

- **Emissions majoritaires des aéronefs :**

En absence de sources au sol consommant des combustibles soufrés tels que les fiouls lourds ou le charbon, les aéronefs sont les sources majoritaires d'émissions de SO_2 même si celles-ci sont relativement faibles sur la zone.

Les aéronefs étant de forts consommateurs d'énergie, ils sont responsables de la plus grande partie des émissions de CO_2 , NO_x et CO sur la zone aéroportuaire ; toutes sources confondues.

- **Emissions majoritaires des sources au sol :**

Pour les particules et le méthane, les émissions des aéronefs sont plus faibles que les émissions au sol. Les émissions de NH_3 dues aux aéronefs n'ont pas été calculées car elles sont négligeables au regard des émissions des autres sources en Alsace pour le même polluant (en particulier sources agricoles). Les sources au sol sont majoritaires pour les émissions de COVNM, particules, NH_3 , CH_4 .

- **Les sources au sol (hors aéronefs) :**

La production d'énergie (combustion de gaz naturel) est la première activité émettrice au sol de CO_2 sur la zone aéroportuaire.

Les sources mobiles sont les principaux émetteurs de la majorité des polluants sauf pour les COVNM et le CH_4 .

Les émissions de CH_4 sont majoritairement dues au réseau de distribution du gaz naturel sur la zone (52%).

Les émissions de COVNM (113 tonnes/an) sont caractérisées par une multitude de sources. Le poste « stockage d'hydrocarbures » constitue l'activité la plus fortement émettrice avec 68 tonnes émises. Les activités de maintenance, de peinture et de travaux ont généré en 2009 environ 8 tonnes de COVNM. Cette quantité est sujette à variations d'une année à l'autre car elle dépend de la nature et de la quantité des travaux effectués, des types de travaux de peinture réalisés (type de peinture, surfaces...) et de l'activité économique des entreprises concernées (maintenance, peinture,...).

Les engins utilisés en zone réservée sont les sources importantes de CO , de NO_x et de N_2O sur la zone, ces polluants étant largement dépendant des conditions de combustion (température, teneur en oxygène...).





Inventaire des émissions

2.3 Comparaison avec d'autres inventaires des émissions

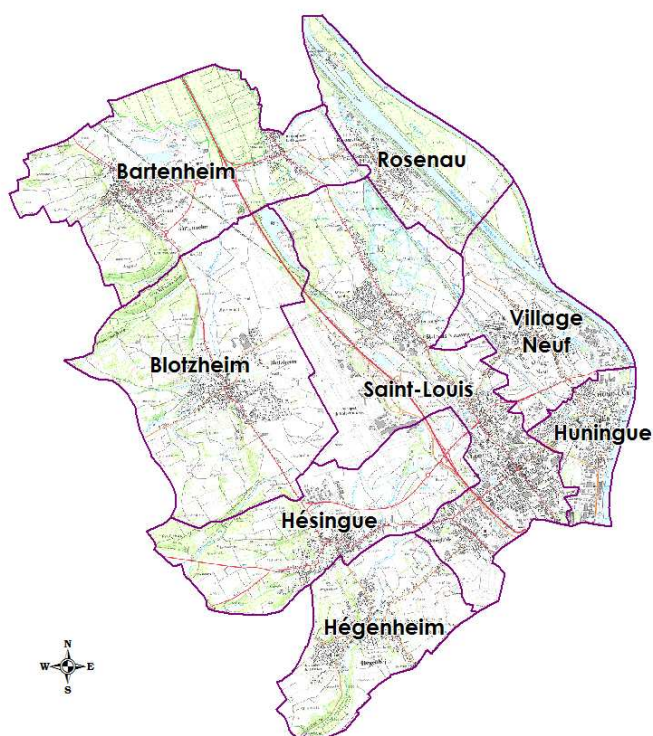
2.3.1 Comparaison avec les émissions des communes environnantes

Le guide méthodologique utilisé pour le calcul des émissions de polluants sur la plate-forme aéroportuaire de l'EuroAirport™ recense 23 activités potentiellement génératrices de pollution atmosphérique.

Au regard des calculs mis en œuvre et des résultats précédemment présentés, 5 activités principales sont prédominantes :

- Transport routier
- Engins spéciaux en zone réservée
- Utilisation d'énergie fossile
- Distribution de GN
- Trafic aérien

Les émissions du transport routier, des centrales d'énergie, de la distribution de GN et les émissions totales ont été comparées à une ou plusieurs activités de référence de l'inventaire d'émission en Alsace pour l'année de référence 2007 pour les communes environnantes : Bartenheim, Blotzheim, Hegenheim, Hésingue, Huningue, Rosenau, Saint-Louis, Village-Neuf. Cet ensemble de communes (en lien avec la campagne de mesure réalisées par l'ASPA en 2006) est appelé "zone environnante" ("ZE") dans les paragraphes qui suivent.



COPIE ET REPRODUCTION INTERDITE - SCAN 25® IGN - Paris 2006 - CIGAL 2006

Figure 14 : Carte de la zone environnante de l'EuroAirport™





Inventaire des émissions

Les émissions du trafic aérien de l'EuroAirport™ ont été comparées aux émissions totales du trafic aérien en Alsace pour l'année 2009 (issues de l'inventaire des émissions des aéronefs en Alsace année 2009).

Cette comparaison complémentaire permet de donner des ordres de grandeur relatifs à la contribution, source par source, de l'aéroport aux émissions de gaz à l'atmosphère par rapport aux rejets totaux des communes environnantes. Elle présente toutefois deux limites pour une interprétation totalement pertinente :

- L'année de référence prise en compte est différente (2007 pour la zone environnante, 2009 pour la plate-forme aéroportuaire),
- Les méthodes mises en œuvre pour le calcul et surtout la répartition des émissions s'avèrent différentes pour certaines activités (en particulier liées à la combustion), l'inventaire sur la plateforme aéroportuaire étant réalisé à une échelle spatiale fine alors que les émissions sur la zone environnante sont estimées à partir de la répartition des émissions calculées à une échelle géographique souvent plus large.

2.3.1.1 Emissions totales

Les émissions dues à l'aéroport en 2009 (sources au sol et aéronefs) sont comparées à l'ensemble des sources d'émissions de la zone environnante.

Polluant	Emissions totales ZE 2007 t/an	Emissions totales EuroAirport 2009 (t/an)	Dont émissions Aéronefs 2009 (t/an)	Dont émissions Sources au sol 2009 (t/an)	Dont émissions Sources mobiles 2009 (t/an)	% aéroport / ZE
SO ₂	84	25	21	4	3	30%
NO _x	928	358	273	84	65	39%
NH ₃	67	1	0	1	0	1%
CO	1 639	419	246	173	170	26%
COVNM	871	139	26	113	13	16%
TSP	236	16	7	9	9	7%
PM10	146	10	4	6	6	7%
PM2,5	92	7	2	5	5	7%
CO ₂	300 493	86 905	67 673	19 232	10 252	29%
CH ₄	866	7	3	4	1	1%
N ₂ O	32	4	2	2	1	12%
HFC	-	0	0	0	0	-
PFC	-	0	0	0	0	-
SF ₆	-	0	0	0	0	-

Tableau 21 : Comparaison des émissions totales de la zone environnante en 2007 avec les émissions totales hors aéronefs sur la zone aéroportuaire en 2009

Les émissions dues à l'aéroport atteignent 39% par rapport aux émissions de la zone environnante dans le cas des oxydes d'azote, 30% pour le SO₂, 29% pour le CO₂ et 26% pour le CO. Pour les particules et des





Inventaire des émissions

COVNM, 7 et 16% sont émis par rapport aux émissions de la zone environnante (ZE).

Concernant les émissions de NO_x, la part de l'aéroport est importante, due en grande partie au trafic aérien et dans une moindre mesure aux autres sources mobiles sur la zone.

2.3.1.2 Trafic routier

Le transport routier est une des sources émettrices prépondérantes sur la zone environnante.

Cependant, le transport routier lié à l'aéroport n'a qu'une part limitée dans les émissions des polluants considérés dans la zone environnante, le trafic routier de transit du à l'A35 ayant une grande influence sur la zone.

Polluant	Emissions Transport routier ZE (t/an)	Emissions Transport routier aéroport (t/an)	% aéroport / ZE
SO ₂	3	0	8%
NO _x	427	31	7%
NH ₃	6	0	8%
CO	803	71	9%
COVNM	132	8	6%
TSP	66	6	8%
PM10	46	4	8%
PM2,5	35	3	8%
CO ₂	85 382	7 217	8%
CH ₄	6	1	9%
N ₂ O	3	0	10%

Tableau 22 : Comparaison des émissions dues au transport routier sur la zone environnante en 2007 et sur la zone aéroportuaire en 2009

Les émissions du transport routier générées par l'EuroAirport™ ne dépassent pas 10% des émissions du transport routier pour toute la zone environnante.



Passage de l'autoroute A35 aux abords de l'EuroAirport™





Inventaire des émissions

2.3.1.3 Emissions de combustions des sources fixes

Les émissions dues à la production d'énergie sur la zone aéroportuaire sont comparées aux émissions dues à la combustion dans le résidentiel et le tertiaire, secteur d'activité auquel appartiennent les centrales d'énergie de l'aéroport dans l'inventaire ASPA.

Les émissions de COVNM représentent 23 % des émissions totales du secteur. Ceci est dû à l'installation de cogénération présente sur la plateforme aéroportuaire (surémissions de COVNM dues à l'utilisation de moteur fixe pour la cogénération sur le site).

De la même manière, les émissions de NO_x dues à la production de chaleur dans la zone aéroportuaire hors aéronefs représentent 25% des émissions totales de la zone environnante et 13% en ce qui concerne les émissions de N₂O.

Enfin, les émissions de CO₂ dues à la production de chaleur dans la zone aéroportuaire hors aéronefs représentent 11% des émissions totales de la zone environnante pour le secteur résidentiel/tertiaire.

Polluant	Emissions Combustion résidentiel tertiaire ZE (t/an)	Emissions Centrales énergie aéroport (t/an)	% aéroport / ZE
SO ₂	41	1	1%
NO _x	74	19	25%
NH ₃	1	0	0%
CO	478	3	1%
COVNM	85	20	23%
TSP	41	0	0%
PM10	37	0	0%
PM2,5	37	0	0%
CO ₂	81 736	8 979	11%
CH ₄	43	1	1%
N ₂ O	3	0	13%

Tableau 23 : Comparaison des émissions dues à la combustion dans le secteur résidentiel/tertiaire sur la zone environnante en 2007 et sur la zone aéroportuaire en 2009





Inventaire des émissions

2.3.1.4 Aéronefs

Les émissions calculées pour les aéronefs sur la plateforme aéroportuaire pour l'année 2009 concernent les cycles LTO (Landing and Take Off), c'est à dire l'ensemble des mouvements des appareils pris sous une hauteur de moins de 1000m. Le tableau ci-dessous présente le pourcentage des émissions dues aux aéronefs de l'EuroAirport™ par rapport aux émissions totales de la zone environnante ainsi que la part des émissions des aéronefs de l'EuroAirport™ par rapport aux émissions totales en Alsace dues aux aéronefs.

Polluant	Emissions Aéronefs Euroairport 2009 (t/an)	Emissions Aéronefs Alsace 2009 (t/an)	% Aéronefs Aéroport/Aéronefs Alsace	Emissions totales ZE 2007 (t/an)	% émissions Aéronefs aéroport/ZE
SO ₂	21	30	71%	84	26%
NO _x	273	362	75%	928	29%
CO	246	699	35%	1639	15%
COVNM	26	42	62%	871	3%
TSP	7	13	58%	236	3%
PM10	4	6	59%	146	3%
PM2,5	2	3	62%	92	2%
CO ₂	67 673	94 747	71%	300 493	23%
CH ₄	3	4	62%	866	0%
N ₂ O	2	3	71%	32	6%

Tableau 24 : Emissions dues aux aéronefs : part dans les émissions sur la zone aéroportuaire

Sur la zone environnante, les émissions induites par les aéronefs de l'EuroAirport™ sont importantes pour de nombreux polluants, en particulier pour les NO_x dont la part des aéronefs atteint 29 % dans les émissions totales de la ZE. Les parts sont plus modérées pour le CO₂ et le SO₂ en atteignant respectivement 23 % et 26 %. Pour les autres polluants, la responsabilité des aéronefs est plus faible (au maximum 15 % pour le CO).

Par rapport à la région⁸, les émissions des aéronefs de l'EuroAirport™ sont responsables d'environ 60 à 70 % des émissions totales dues au trafic aérien en Alsace (sauf pour le CO où la part est plus faible, soit 35 % des émissions totales dues aux aéronefs, en lien avec les meilleures conditions de combustion des moteurs des avions de ligne par rapport aux moteurs à piston des avions rencontrés sur les aérodromes régionaux). Cette part importante s'explique aussi par l'augmentation du trafic aérien de l'EuroAirport™ depuis quelques années (plus de 3 millions de passagers en 1998 et plus de 4 millions en 2006) mais aussi la diminution du trafic sur la plateforme aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim depuis 2007 et l'arrivée du TGV en Alsace.

⁸ Prise en compte dans l'inventaire des émissions des avions dues à l'aéroport de Strasbourg-Entzheim et à l'Euroairport ; des émissions des avions des aérodromes de Strasbourg-Neuhof, Haguenau, Colmar-Houssen et Mulhouse-Habsheim ; ainsi que des émissions des avions de la BA 132-Colmar.





Inventaire des émissions

2.3.2 Comparaison avec l'inventaire des émissions de l'EuroAirport™ de 2003

Cette partie présente les résultats de l'inventaire de l'EuroAirport™ de 2009 ainsi que ceux de l'étude réalisée en 2005 pour l'année de référence 2003. Il est important de souligner que les résultats sont présentés à titre indicatif. Une réelle comparaison est difficile à établir en raison de points inhérents à la méthode mise en œuvre dans ces deux inventaires :

- les versions de la méthode utilisée (CITEPA) présentent quelques différences. En effet l'inventaire de 2003 a été établi avec le guide d'avril 2003. Les travaux de 2009 se sont basés sur le guide de mai 2008. Les différents secteurs identifiés varient quelque peu ainsi que les facteurs d'émissions appliqués aux activités prises en compte,
- la collecte des données pour les travaux de 2003 a bénéficié d'un taux de retour supérieur à celui de la présente étude.

Le tableau suivant expose les résultats de chaque étude :

Polluant	Emissions Sources au sol 2009 (t/an)	Emissions Sources au sol 2003 (t/an) guide 2003	Emissions Sources au sol 2003 (t/an) guide 2008
SO ₂	4	4	11
NO _x	84	221	146
NH ₃	0,9	0,6	2
CO	173	387	380
COVNM	113	138	168
TSP	9	-	-
PM10	6	17	17
PM2,5	5	-	-
CO ₂	19 232	25 383	25 383
CH ₄	4	2	2
N ₂ O	2	5	5

Tableau 25 : Emissions des sources au sol (hors aéronefs) des inventaires de l'EuroAirport™ de 2003 et 2009





Inventaire des émissions

Evolution des facteurs d'émissions des guides CITEPA 2003 et 2008.

A titre d'information, les émissions globales des sources au sol de 2003 ont été recalculées avec les facteurs d'émissions utilisés dans l'inventaire de 2009. Les émissions de 2003 recalculées avec les nouveaux facteurs d'émissions (tableau 25 – colonne 4), permettent d'observer deux changements :

- Les émissions en SO_2 passent – pour la situation de 2003 – de 4 à 11 tonnes. Le guide 2003 présentait des facteurs d'émissions sous-évalués pour le SO_2 . La stagnation des émissions de SO_2 entre 2003 et 2009 correspondrait en fait à une amélioration (11 tonnes vs 4 tonnes) en lien avec l'amélioration du parc d'engins spéciaux.
- Les émissions de NO_x très importantes en 2003 (221 tonnes) passent – avec les facteurs d'émissions du guide 2008 – à une valeur plus faible (146 tonnes).

Comparaison des inventaires 2009 et 2003 (Tableau 25 - colonnes 2 et 3).

Globalement, l'inventaire de 2009 recense des émissions au sol moins importantes qu'en 2003. L'écart peut s'expliquer par la modernisation de certains secteurs comme par exemple le trafic routier où le parc automobile plus récent en 2009 qu'en 2003.

Les principales différences observées entre les émissions des deux inventaires dans leurs versions respectives ont été identifiées :

- **Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x)** en 2009 sont près de 3 fois moins importantes que celles de 2003 avec en cause les engins spéciaux de la zone aéroportuaire. Comme précisé précédemment, la méthode de comptabilisation des consommations est l'une des origines de cette variation (collecte de données, guide méthodologique). Le facteur d'émission moyen pour 2009 (840g/GJ) est de plus deux fois plus faible que le celui pour 2003 (1500g/GJ) traduisant l'évolution technologique des motorisations. Ce poste comptabilise donc une émission de 176 tonnes de NO_x en 2003 alors qu'il n'en émet seulement 32 tonnes en 2009. Les autres postes émettant ce polluant ont des émissions équivalentes entre les deux inventaires.
- **Les origines des COVNM** sur la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport™ sont diverses. Les émissions totales entre les deux inventaires sont du même ordre de grandeur. La différence relativement faible observée provient des activités collectées et des méthodologies de calculs.
- **Deux sources émettent de l'ammoniac (NH_3)**, le trafic routier et les sources biotiques. Le trafic routier a émis en 2003 et 2009 des quantités de NH_3 semblables. A l'inverse, les 0,4 tonnes de polluant en plus émises en 2009 par rapport à 2003 sont dues aux sources agricoles. En effet, la surface des terres exploitées en 2003 est de 14 hectares, alors qu'en 2009, elle est de 58 hectares.





Inventaire des émissions

- **Concernant le monoxyde de carbone (CO)**, 3 principaux postes sont à l'origine de ses émissions : le trafic routier, les engins spéciaux et les centrales d'énergie. Si les émissions du poste « centrales énergie » varient peu entre les deux inventaires, celles du trafic routier sont en 2003 près de deux fois supérieures à celles de 2009. Les améliorations des rendements moteurs et donc la combustion des carburants automobiles sont à l'origine de cette diminution des émissions de CO (COPERT IV⁹). Pour les engins spéciaux, la différence méthodologique importante (comptabilisation des consommations des engins spéciaux et facteurs d'émissions de monoxyde de carbone associés) ne permet pas d'évaluer la part de l'évolution du parc dans les variations des émissions des engins spéciaux entre les deux inventaires.
- **Les quantités de méthane (CH₄)** émises par la plateforme sont plus importantes en 2009. La principale cause de cette différence réside dans les émissions induites par les pertes du réseau de distribution de gaz. La longueur des canalisations du réseau pour l'année 2009 (calculée sur plan fourni par l'EuroAirport™) est de 4 500 m. En 2003, cette donnée n'était pas disponible et la longueur du réseau avait été estimée à 1 700 m. Les émissions en CH₄ qui en découlent sont donc plus élevées en 2009 (1 998 kg) qu'en 2003 (802 kg). Le calcul des émissions de CH₄ du poste « centrales énergie » pour les deux inventaires diffère aussi avec pourtant des consommations en combustibles proches. Le facteur d'émission utilisé pour l'inventaire de 2003 est de 0,1g/GJ. Une évolution méthodologique réévalue ce facteur à 4g/GJ pour l'inventaire de 2009¹⁰. Enfin, la méthode pour l'inventaire de 2009 recense des émissions de méthane pour les engins spéciaux de la zone aéroportuaire (657 kg), tandis qu'en 2003, il n'y avait pas de facteur d'émission pour ce polluant.
- **Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂)** ont diminué entre les deux inventaires passant de 25 383 tonnes en 2003 à 19 232 tonnes en 2009, mais compte tenu des différences méthodologiques observées, il est difficile d'évaluer la réelle amplitude de cette diminution d'émission. De la même façon que pour les autres polluants, les engins spéciaux de la zone aéroportuaire présentent des différences de consommations calculées entre les deux inventaires. Les émissions de CO₂ sont plus faibles en 2009 (2 141 tonnes) qu'en 2003 (8 144 tonnes).

⁹ Les améliorations technologiques des moteurs sont prises en compte dans la méthode COPERT IV

¹⁰ Pour une même consommation, les émissions sont 40 fois plus importantes en 2009 qu'en 2003





Conclusions

3 Conclusions de l'inventaire orienté « sources »

Concernant les niveaux d'émissions atmosphériques sur la plateforme aéroportuaire hors aéronefs...

Les émissions de la plate-forme aéroportuaire hors aéronefs ont été estimées pour l'année de référence 2009 et pour 23 secteurs.

- ⊕ Les trois principaux secteurs émetteurs sont l'utilisation des engins spéciaux en zone réservée, le trafic routier et les centrales d'énergie.

Quelques polluants présentent des spécificités en termes de structures des sources d'émission :

- ⊕ La majorité des émissions de composés organiques volatils non méthaniques provient des centrales d'énergie et du stockage d'hydrocarbures.
- ⊕ Les émissions de dioxyde de carbone principalement issues des sources de combustion ont pour principales origines les centrales d'énergie et le transport routier.
- ⊕ Le dioxyde de soufre, quant à lui, est majoritairement émis par les engins spéciaux de la plateforme.
- ⊕ Le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les particules sont très largement émis par les engins spéciaux de la zone réservée ainsi que par le transport routier.

De nombreuses activités peuvent être considérées comme négligeables voir totalement absentes. Ainsi, les opérations de dégivrage n'émettent que quelques kilogrammes de COVNM à l'atmosphère. Les travaux de constructions ou rénovations (peu nombreux en 2009), les sources biotiques, les engins agricoles n'émettent pas de quantités sensibles de polluants.

Concernant la part des émissions des sources au sol comparativement aux rejets totaux liés à l'aviation (intégrant les aéronefs)...

Les émissions des aéronefs sur l'EuroAirport™ ont été estimées pour l'année de référence 2009 et ont été comparées aux émissions au sol déterminées lors de la présente étude.

Pour le dioxyde de soufre, le dioxyde de carbone et les oxydes d'azote, les émissions des aéronefs sont largement supérieures aux émissions des sources au sol.

En revanche, les émissions de COVNM et de particules des aéronefs ne représentent environ qu'un tiers du total des émissions estimées de l'aéroport.

Concernant la part de l'aéroport dans les rejets globaux de la zone et des villages environnants...

Pour quelques gaz inventoriés, les émissions totales de la plateforme aéroportuaire sont importantes (de 39% pour les oxydes d'azote, 30% pour le dioxyde de soufre, 29% pour le dioxyde de carbone et 26% pour le monoxyde de carbone) par rapport aux émissions totales de la zone





Conclusions

environnante comprenant les communes de Bartenheim, Blotzheim, Hegenheim, Helsingue, Huningue, Rosenau, Saint-Louis et Village-Neuf.

Cet inventaire s'est attaché à la caractérisation d'un des maillons du cycle de la qualité de l'air sur la zone de l'EuroAirport™, à savoir les émissions dans l'air.

Mis à jour périodiquement (en lien avec les réglementations évolutives et d'autres besoins internes) et rattaché aux résultats des campagnes de mesures régulièrement mises en œuvre sur la zone, l'inventaire des émissions territorial est un outil de gestion des émissions à travers la définition de plans d'amélioration de la qualité de l'air et permet de construire des indicateurs de pression sur l'atmosphère des activités aéroportuaires.



Annexe 1 : Description des principaux polluants et de leurs effets.

Polluant	Origine	Effet sur la santé (à concentrations élevées)	Effet sur l'environnement
Dioxyde de soufre SO ₂	Oxydation du soufre contenu dans les combustibles fossiles	Troubles respiratoires	Acidification Dégradation des bâtiments Gaz à effet de serre indirect
Oxydes d'azote NO _x	Oxydation de l'azote atmosphérique à haute température	Irritant pour les bronches Augmente la fréquence et la gravité des crises d'asthme Favorise les infections pulmonaires chez les enfants	Acidification Formation d'ozone troposphérique Altération de la couche d'ozone Gaz à effet de serre indirect
Protoxyde d'azote N ₂ O	Oxydation de l'azote atmosphérique à haute température Volatilisation de l'azote contenu dans les engrais minéraux ou dans les déjections animales		Gaz à effet de serre direct
Monoxyde de carbone CO	Combustion incomplète de matières organiques carbonées	Se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang Exposition prolongée peut conduire au coma et à la mort	Formation d'ozone troposphérique Gaz à effet de serre indirect (oxydé en CO ₂) et photochimie
Dioxyde de carbone CO ₂	Combustion complète de matières organiques carbonées		Gaz à effet de serre direct
Composés organiques volatils non méthaniques COVNM	Combustion incomplète de matières organiques carbonées Activités utilisatrices de solvants (dont dégivrage, antigivrage, peinture, nettoyage) Sources biotiques (végétation)	Toxicité variable en fonction du produit, cancérigène pour certains (benzène par exemple)	Formation d'ozone troposphérique Gaz à effet de serre indirect
Méthane CH ₄	Fermentation entérique (élevage) Distribution de gaz Combustion incomplète de matières organiques carbonées		Gaz à effet de serre direct
Particules fines de diamètre aérodynamique équivalent inférieur à 10 microns PM10	Combustion incomplète Procédés industriels	Irritant et altération des voies respiratoires Propriétés mutagènes et cancérigènes en fonction de la composition	Salissure des bâtiments
Ammoniac NH ₃	Gestion des déjections animales	Irritant Lacrymogène	Acidification Eutrophisation
Hydrofluorocarbures HFC	Fluide réfrigérant Substitution des CFC		Gaz à effet de serre direct
Perfluorocarbures PFC	Industrie électronique Electrolyse de l'aluminium		Gaz à effet de serre direct
Hexafluorure de soufre SF ₆	Industrie électronique Fonderie de magnésium Equipement électrique		Gaz à effet des serre direct
Métaux lourds Hg, Pb, Cd, Cu,...	Erosion des roches, industrie manufacturière, combustion d'énergie fossile	Atteintes neurologiques Cancérigène	Effet toxiques dans tous les compartiments environnementaux
Hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP	Combustion (Industrie, routier, résidentiel)	Toxique Cancérigène	Effet toxiques dans tous les compartiments environnementaux

