



2021



Inventaire des émissions atmosphériques sur la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport®

Pour l'année de référence 2019

CONDITIONS DE DIFFUSION

Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous :

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles à tous sous licence libre «**ODbL v1.0**».
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur et les guides méthodologiques nationaux.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

Rédaction : *Matthieu Bosansky, Adjoint au responsable de l'Unité Emissions Energie*
Relecture : *Camille Weisse, Responsable de l'Unité Emissions Energie*
Approbation : *Cyril Pallares, Directeur Opérationnel*

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001_6

Référence du projet : 00586

Référence du rapport : EE-EN-015

Date de publication : mars 2022

ATMO Grand Est

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim

Tél : 03 88 19 26 66

Mail : contact@atmo-grandest.eu

SOMMAIRE

PREAMBULE	4
CADRE ET OBJECTIF	5
A. EMISSIONS DIRECTES DE POLLUANTS ET GES	6
1. METHODE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE	6
1.1. Inventaire des émissions : principes, définitions	6
1.2. Méthodologie	7
1.3. Incertitudes liées aux calculs des émissions	12
1.4. Spécifications de l'inventaire des émissions de l'aéroport de Bâle Mulhouse	13
1.4.1. Couverture géographique et résolution spatiale.....	13
1.4.2. Types de sources	15
1.4.3. Base de temps et résolution temporelle	15
1.4.4. Spécificités de l'inventaire des émissions des aéronefs.....	16
2. RESULTATS DE L'INVENTAIRE	22
2.1. Emissions des sources au sol (hors aéronefs)	22
2.1.1. Emissions totales des sources au sol (hors aéronefs).....	22
2.1.2. Acidification, eutrophisation et pollution photochimique.....	23
2.1.3. Gaz à effet de serre	29
2.1.4. Emissions de particules (TSP, PM10, PM2.5, PM1).....	34
2.1.5. Polluants organiques persistants.....	36
2.1.6. Métaux lourds.....	39
2.2. Emissions de aéronefs et contribution aux émissions totales de la plateforme	40
2.3. Comparaison des résultats avec ceux de la zone environnante	44
2.3.1. Emissions totales.....	45
2.3.2. Emissions du trafic de véhicules	46
2.3.3. Emissions de combustions liées aux sources fixes.....	47
2.4. Comparaison des résultats à ceux de territoires plus vastes	48
2.4.1. Au regard des émissions totales du département et de la région.....	48
2.4.2. Au regard des émissions des aéronefs du Grand Est	49
2.5. Comparaison avec l'inventaire de la plateforme pour l'année 2015	50
2.5.1. Les sources au sol (hors aéronefs).....	50
2.5.2. Les aéronefs.....	52
B. EMISSIONS INDIRECTES DE GAZ A EFFET DE SERRE	53
1. PERIMETRE ET METHODE	53
1.1. Déplacements domicile-travail des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse	53
1.2. Déplacements domicile-travail des employés des entreprises tierces de la plateforme	54
1.3. Déplacements professionnels des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse	54
1.4. Déplacements des passagers pour accéder et repartir de l'aérogare	55
2. RESULTATS DES EMISSIONS INDIRECTES DE GES	55
CONCLUSION	59

PREAMBULE

L'article L221-3 du Code de l'Environnement indique que, dans chaque région, l'Etat confie la surveillance de la qualité de l'air, prévue à l'article L221-2, à un ou des organismes agréés. Ces organismes agréés doivent associer de façon équilibrée les représentants de l'Etat, des collectivités, de différents organismes contribuant à l'émission de substances surveillées et d'associations de protection de l'environnement et de défense du consommateur, et le cas échéant, des personnes qualifiées. ATMO Grand Est est l'organisme agréé pour la région Grand Est. ATMO Grand Est a défini un programme pluriannuel de surveillance dont les 4 principaux axes sont, à horizon 2021 :

- A. Répondre aux besoins d'observation
- B. Déployer une expertise et des outils au service de l'action
- C. S'engager sur les thématiques émergentes
- D. Développer une communication mobilisatrice et innovante

L'axe B intègre une action de participation d'ATMO Grand Est à l'élaboration de plans d'actions des acteurs privés des secteurs émissifs (action 13). En ce sens, ATMO Grand Est apporte ses capacités d'expertise et les données disponibles pour répondre aux questionnements des riverains ou des associations (médiation) et améliorer les connaissances sur les contributions de ces différents secteurs émissifs.

Emissions directes de polluants et gaz à effet de serre

En 2005, 2010 et 2016, dans le cadre de la réalisation d'un diagnostic et d'un suivi de qualité de l'air, l'Aéroport de Bâle-Mulhouse a fait réaliser par ATMO Grand Est, parallèlement à des campagnes de mesures, un inventaire des émissions liées aux activités aéroportuaires pour les années de référence 2003, 2009 et 2015 afin de connaître l'impact et de hiérarchiser les sources de rejets à l'atmosphère.

En 2020, l'Aéroport de Bâle-Mulhouse souhaite disposer de la mise à jour du recensement des émissions des activités de la plateforme pour répondre à différentes questions :

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

L'inventaire des **émissions directes de polluants et gaz à effet de serre territoriales orientées « 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 le cycle LTO¹).

La quantification des rejets atmosphériques (issus des sources fixes et mobiles) permettra à l'Aéroport de Bâle-Mulhouse :

- De pouvoir hiérarchiser les sources d'émissions liées directement à l'aéroport.
- De mettre en place une base pour identifier l'évolution des émissions de polluants et GES directs.
- De tenir les parties prenantes informées des rejets de polluants atmosphériques théoriques liés aux activités développées sur le site aéroportuaire, dans leur proche environnement.
- 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 comparer les résultats obtenus par rapport aux résultats des inventaires des émissions atmosphériques sur la plate-forme aéroportuaire de Bâle-Mulhouse précédents.
- De pouvoir comparer les émissions des aéronefs transitant par la plateforme avec celles d'autres plateformes aéroportuaires.

Plusieurs éléments de cet inventaire permettent à l'aéroport de Bâle Mulhouse de **répondre à l'article 45 de la loi 2015-992 du 17.08.2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte**. L'application de cet article oblige les exploitants d'aérodromes à établir un programme d'actions dont l'objet est de réduire les émissions de gaz à effet de serre et polluants atmosphériques.

Emissions indirectes de gaz à effet de serre

L'aéroport de Bâle Mulhouse est engagé dans une démarche ACA (Airport Carbon Accreditation) impliquant un suivi de ses émissions de gaz à effet de serre directs et indirects et la mise en place de leviers pour maîtriser et limiter son impact.

Pour compléter la mise à jour de l'inventaire des émissions directes générées par les activités de la plateforme, l'aéroport de Bâle Mulhouse souhaite disposer d'une évaluation des émissions indirectes de gaz à effet de serre (scope 3) liées aux déplacements des employés et voyageurs. Cette évaluation

¹ Landing and Take Off : Il s'agit des phases de vols des aéronefs aux abords d'un aéroport sous 3000 pieds d'altitude.

permettra un diagnostic étendu de la responsabilité des activités de la plateforme en termes d'impact sur le climat et alimentera le diagnostic ACA de la plateforme.

A. EMISSIONS DIRECTES DE POLLUANTS ET GES

1. METHODE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE

1.1. Inventaire des émissions : principes, définitions

Un inventaire des émissions est la « description qualitative et quantitative des rejets de certaines substances dans l'atmosphère issues de sources anthropiques (d'origine humaine) et/ou naturelles ».

D'une manière générale, un inventaire des émissions de polluants atmosphériques est défini selon différents critères :

- Quelles substances ?
- Quelles sources ?
- Sur quel domaine géographique ?
- Sur combien de temps ?
- Quelles informations en sortie de calcul et pour quelles utilisations ?

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,
- Etendue et résolution temporelle,
- Format des données, restitution des données.

La construction et l'utilisation d'un inventaire des émissions peut 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 ...).

La réalisation d'un inventaire des émissions consiste donc en un calcul 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 météorologiques ou de modélisation.

Le calcul global est du type :

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

Avec :

E : émission relative à la substance "s" et à 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. Certains facteurs d'émissions doivent être spécifiquement établis ou adaptés en fonction des besoins de l'étude.

1.2. Méthodologie

Recommandations

L'ACNUSA, dans ses travaux sur la gestion de la qualité de l'air au niveau des aéroports, fait référence à des outils ou guides méthodologiques recommandés pour l'évaluation des émissions aéroportuaires.

- **Pour les sources au sol**, c'est le guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs (CITEPA/DGAC-STAC, 2013) qui constitue un moyen relativement exhaustif pour prendre en compte les rejets atmosphériques de toutes les sources opérées sur la plateforme aéroportuaire à condition de réaliser une collecte de données auprès des acteurs opérants sur la plateforme.
- Concernant les **émissions des aéronefs**, les recommandations de l'ACNUSA se font sur :
 - Les inventaires des aéronefs réalisés régulièrement par les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) pour leur région. Ces inventaires des émissions appliquent les méthodologies issues du guide du Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT – CITEPA/Atmo France/INERIS/DGEC, 2018)².
 - Ou l'inventaire de l'outil TARMAAC issu du CITEPA. Cet outil utilise un niveau méthodologique similaire au niveau le plus élevé proposé dans le guide PCIT. Les résultats entre des sorties TARMAAC et d'un inventaire type PCIT réalisé par une AASQA seront comparables mais peuvent varier en fonction de la disponibilité et du détail des données collectées au niveau des aéroports.

Choix des méthodes

Deux types de sources sont distinguées dans l'inventaire des émissions directes :

- **Les sources au sol**, pour lesquelles l'ensemble des spécifications et méthodologies appliquées sont celles du guide méthodologique élaboré au niveau national par le CITEPA (**Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs – 2013**).
- Les émissions liées aux **aéronefs (lors des cycles LTO)**. Dans les précédentes études de la plateforme, ces émissions étaient directement fournies à partir de l'inventaire Grand Est comptabilisant déjà ces émissions. Les calculs opérés comptabilisaient les mouvements par type d'avion et intégraient des temps des phases LTO moyens à partir de mesures spécifiques de l'aéroport concerné. **Pour cette nouvelle étude, l'aéroport a souhaité approfondir l'estimation des émissions des aéronefs en réalisant un calcul spécifique pour chaque vol.** Ainsi, à partir d'un ensemble de données détaillées de chaque mouvement associé à des données radar, il a été possible de calculer des émissions pour chacun de ces mouvements en leur attribuant des temps

² <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/guide-methodologique-pour-lelaboration-des-inventaires-territoriaux-des-emissions>

de phase LTO qui leur sont individuellement propres. La méthodologie utilisée pour le calcul de ces émissions provient du guide établi par le **Pôle de Coordination national sur les Inventaires d'émission Territoriaux (PCIT)**.

Les sources au sol

Les émissions des substances citées ci-dessous sont calculées conformément au guide pour les 20 activités potentiellement présentes sur les plateformes aéroportuaires (l'Annexe 1 présente une description des données intégrées dans chacune des fiches) :

Fiche	Activité
1	Les centrales énergie
2	La climatisation et la réfrigération
3	Les stockages d'hydrocarbures
4	La distribution de combustibles liquides et d'essence
5	Les réseaux de distribution de gaz
6	Les postes électriques (SF ₆)
7	Les postes incendie
8	Les travaux de construction ou de rénovation de voies
9	Les opérations d'antigivrage et de dégivrage des avions
10	Les opérations de déverglacement des bretelles d'accès et aires de stationnement
11	Les opérations de maintenance et de nettoyage extérieur des avions, véhicules terrestres et locaux
12	Les opérations de peinture des avions, des véhicules terrestres et des locaux
13	Les sources biotiques (végétation et espaces verts)
14	Les essais de feux
15	Les chantiers de construction
16	Le trafic ferroviaire
17	Les engins spéciaux utilisés dans l'agriculture et dans l'entretien des espaces verts
18	Les engins spéciaux utilisés dans l'industrie (activités connexes)
19	Les engins spéciaux utilisés sur les zones aéroportuaires
20	Le trafic de véhicules routiers

Tableau 1: Liste des activités prises en compte dans l'inventaire selon le guide CITEPA

Conformément au guide méthodologique du CITEPA, pour les activités citées ci-dessus, les substances inventoriées dans cette étude sont les suivantes :

Groupe	Substance
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	<ul style="list-style-type: none"> • Le dioxyde de soufre (SO₂), • Les oxydes d'azote (NO_x = NO + NO₂), • Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) globalement sans spéciation, • L'ammoniac (NH₃), • Le monoxyde de carbone (CO).
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	<ul style="list-style-type: none"> • Le méthane (CH₄), • Le dioxyde de carbone (CO₂), puits exclus, • Le protoxyde d'azote (N₂O), • Les hydrofluorocarbures (HFC), • Les perfluorocarbures (PFC), • L'hexafluorure de soufre (SF₆).
PARTICULES EN SUSPENSION	<ul style="list-style-type: none"> • Les particules totales en suspension (TSP), • Les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10), • Les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (PM2,5), • Les particules de diamètre inférieur à 1,0 µm (PM1,0).
CONTAMINATION PAR LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS	<ul style="list-style-type: none"> • Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Le Benzo(a)Pyrène (BaP), ○ Le Benzo(b)Fluoranthène (BbF), ○ Le Benzo(k)Fluoranthène (BkF), ○ L'Indéno(1,2,3)Pyrène (Ind(1,2,3)Py ou IndPy ou Ind(1,2,3-cd)Py), ○ Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques indifférenciés (HAPind) dans le cas où le détail n'est pas connu, • Les PolyChloroBiphényles (PCB), • L'HexaChloroBenzène (HCB), • Les dioxines et furanes (PCDD-F).
CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS	<ul style="list-style-type: none"> • 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).

Tableau 2 : Liste des substances prises en compte dans l'inventaire selon le guide CITEPA

Les aéronefs

La méthode d'évaluation des émissions sur et autour d'un aéroport est basée sur le cycle LTO : Landing and Take Off. Le périmètre considéré concerne alors les phases de roulage, de décollage, d'atterrissage, de montée et de vol au-dessous de 3000 pieds d'altitude. Les émissions s'effectuant au-dessus de 3000 pieds d'altitude (fin de montée, croisière, début de descente) ne sont pas prises en compte.

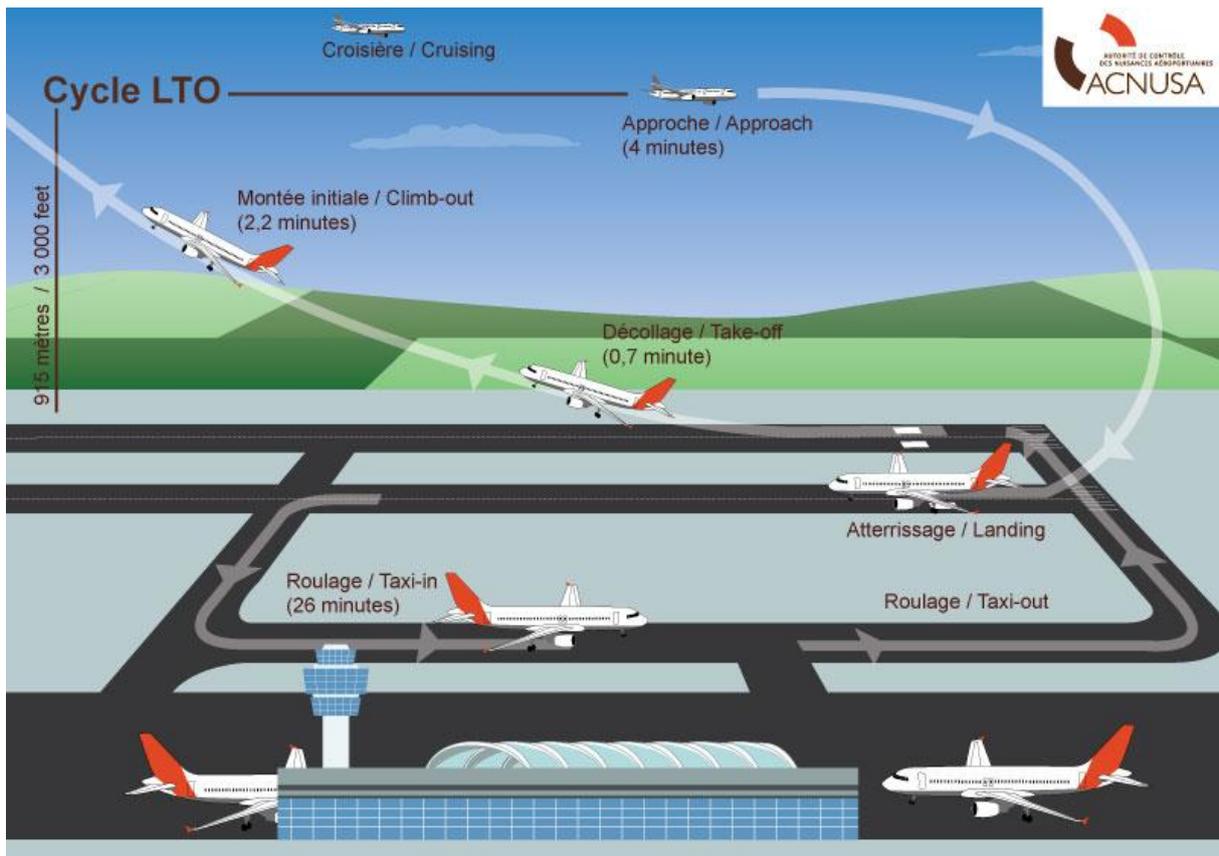


Figure 1: Schéma des différentes phases d'un cycle LTO. Source : ACNUSA

À chaque type de couple avion/moteur et pour chaque phase sont associées des consommations de carburant et des facteurs d'émissions spécifiques. Les moteurs d'aéronefs (réacteurs, turbopropulseurs, moteurs à pistons) émettent différents niveaux de polluants lors des opérations effectuées sur et autour de l'aéroport (phase d'un cycle LTO). Sur la figure 1, les temps affichés par l'ACNUSA sont donnés à titre indicatif et proviennent de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et de l'Environmental Protection Agency (EPA). Dans cet inventaire des émissions directes de la plateforme, et grâce à des informations radar corrélées au registre de tous les départs et toutes les arrivées, des temps de phase LTO spécifiques ont pu être associés à chaque mouvement d'aéronef. Le résultat global reflète alors plus la composition du parc d'aéronefs transitant par la plateforme, ainsi que les procédures et opérations aéronautiques locales.

Les aéronefs à réacteurs et les turbopropulseurs utilisent du kérosène comme carburant tandis que l'AVGAS (essence avec un indice d'octane élevé) est utilisé par les aéronefs équipés de moteur à pistons. Les hélicoptères ont également été pris en compte. Par convention de rapportage des émissions des aéronefs au niveau international, les gaz à effet de serre pour les vols internationaux ne sont pas comptabilisés. **Cependant, pour une évaluation plus exhaustive des rejets elles ont été intégrées dans les résultats de ces travaux.**

En plus des émissions liées aux consommations des moteurs, l'inventaire comptabilise également les émissions liées au fonctionnement des APU (Auxiliary Power Unit) ainsi qu'à l'usure des pneus, de la piste et de la remise en suspension des particules.

1.3. 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 se situent entre 50 et 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.

1.4. Spécifications de l'inventaire des émissions de l'aéroport de Bâle Mulhouse

1.4.1. Couverture géographique et résolution spatiale

La couverture géographique de l'inventaire des émissions doit permettre l'estimation des rejets de polluants issus de l'ensemble des activités liées à la plate-forme aéroportuaire.

Sont prises en compte les activités au niveau du sol (sources fixes et mobiles) qui concernent spécifiquement l'aéroport et certaines voies de circulation attenantes constituant des voies d'accès privilégiées à la plate-forme (Cf. Figure 2. Cette zone englobe la route douanière suisse jusqu'à la frontière. 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 également tous les parkings et les zones de fret de l'aéroport, ainsi que les zones de dépose des voyageurs. L'ensemble des points de comptage qui ont servi au calcul du trafic routier sont représentés dans la Figure 3

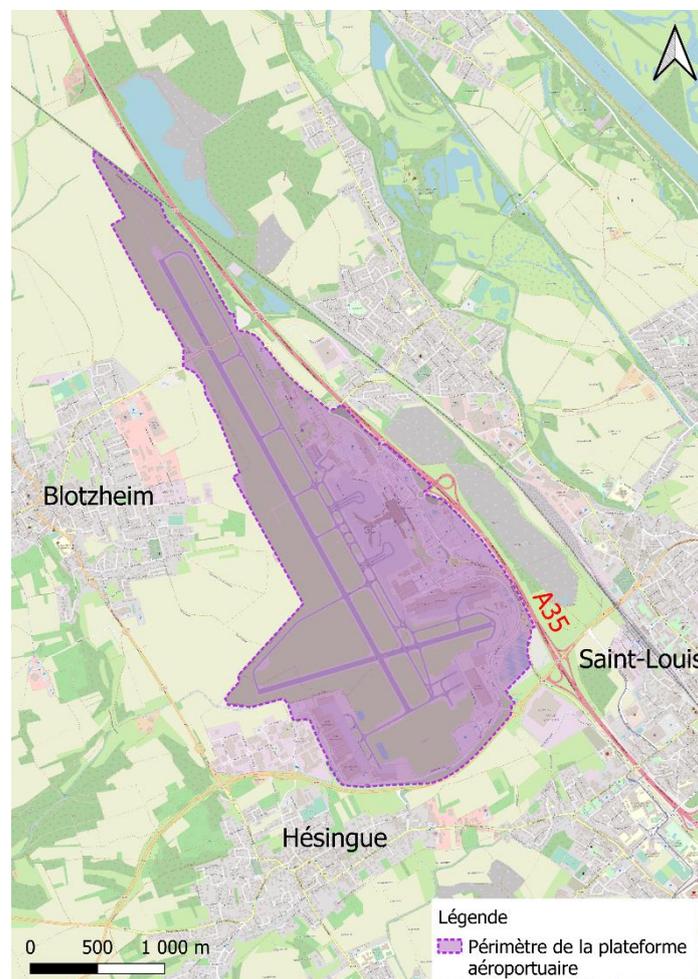


Figure 2 : Limite spatiale de la zone inventoriée pour les sources au sol (l'autoroute A35 ne passe pas sur la zone de la plateforme)

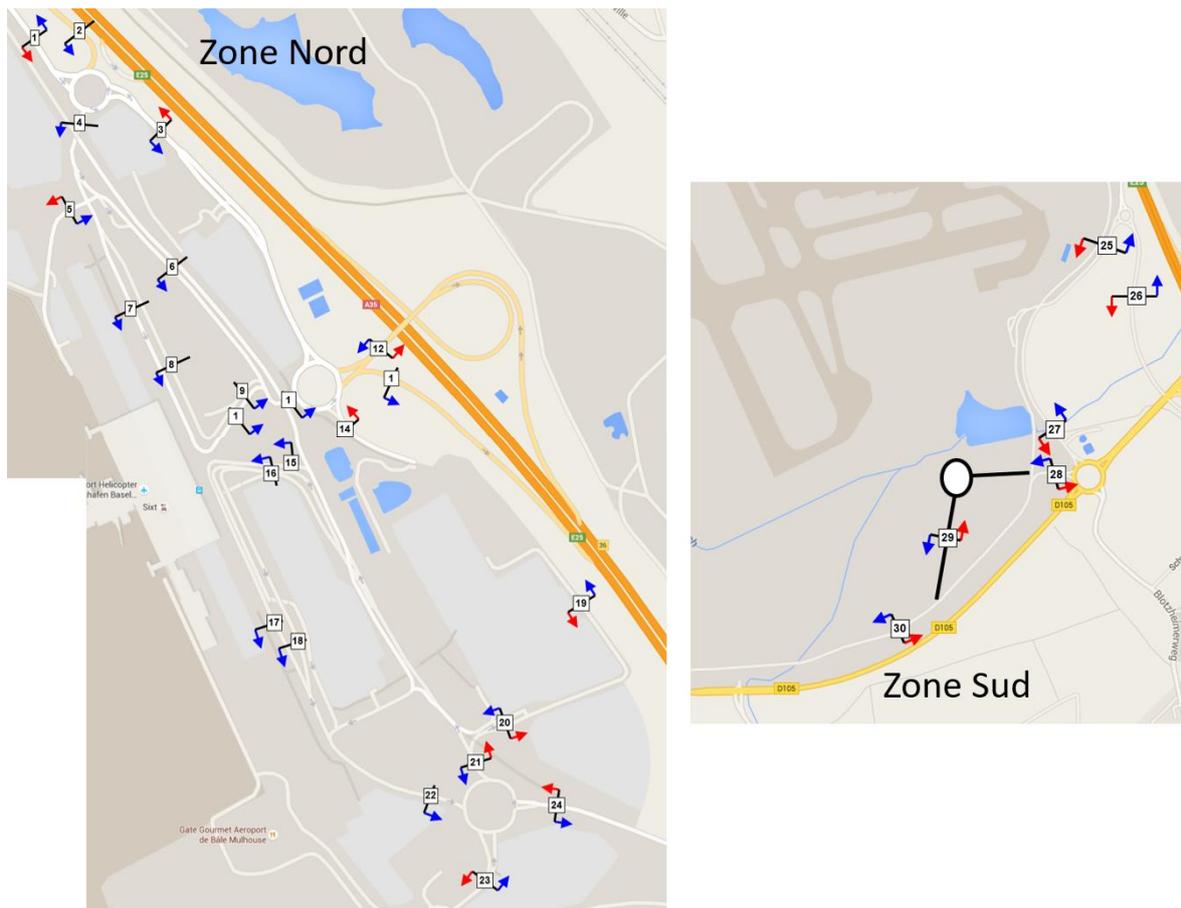


Figure 3 : Points de comptage pris en compte pour le calcul des émissions du trafic routier spécifique à la plateforme

1.4.2. Types de sources

Une source d'émissions peut être d'origine « anthropique » (due à l'homme) ou « naturelle ». Certaines sources sont difficiles à classer selon cette séparation, telles que l'agriculture, la sylviculture ... L'appellation « sources naturelles » n'interviendra pas dans le cadre des travaux réalisés sur l'Aéroport de Bâle-Mulhouse. L'appellation « sources biotiques » recouvrira les sources anthropiques en lien avec la nature telles que l'agriculture, l'élevage, la sylviculture et la végétation en général.

Une source d'émission peut être classée selon sa localisation spatiale :

- Sources fixes (émetteurs localisés) : sont ici considérées les installations de combustion présentes sur l'aéroport, les installations de stockage et de distribution de combustible, les zones où sont utilisés les solvants de nettoyage, de peinture ou de dégivrage, les zones de stationnement ainsi que les sources biotiques.
- Sources mobiles (émetteurs non fixes) : sont ici considérés les émetteurs de pollution atmosphérique qui n'ont pas de localisation fixe, à savoir les véhicules au sol (trafic routier, engins spéciaux...), et les mouvements d'aéronefs.

Les activités inventoriées dans cet inventaire sont, respectivement à la méthodologie, celles citées au paragraphe 1.2. Les sources ci-dessous ont été identifiées comme n'ayant pas lieu sur la plateforme aéroportuaire :

- Le trafic ferroviaire (aucun réseau ferré ne passe sur la zone d'étude).
- Les essais de feu (il n'y a plus de feu créé pour les exercices d'incendies sur la plateforme, ceux-ci sont réalisés dans un centre d'entraînement externe).
- Les sources biotiques (il n'y a plus de pratiques culturales avec apport d'engrais sur les parcelles situées sur le périmètre de la plateforme).
- Les postes électriques (les installations sont complètement hermétiques et non sujettes aux fuites).
- Les postes incendie (les installations présentes n'utilisent pas les composés à inventorier).

1.4.3. Base de temps et résolution temporelle

L'inventaire est réalisé pour l'année 2019. Le pas de temps retenu est l'année civile. Pour toute activité où la donnée 2019 n'est pas disponible ou n'a pas pu être collectée, c'est la donnée pour l'année la plus récente possible qui est choisie.

1.4.4. Spécificités de l'inventaire des émissions des aéronefs

ATMO Grand Est, dans sa mission d'élaboration d'inventaires annuels sur la région Grand Est, estime les émissions des aéronefs transitant par tous les aéroports et aérodromes de la région. Les méthodologies appliquées sont conformes au guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques du Pôle National de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT) et comparables à la méthodologie OMINEA employée par le CITEPA pour l'évaluation et le rapportage des émissions nationales françaises au niveau des institutions européennes et mondiales en charge de ces thématiques. Ces méthodologies, inspirées toutes les deux des recommandations l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), peuvent tout de même présenter quelques différences au niveau des calculs et de l'exhaustivité.

La comptabilisation des émissions des aéronefs pendant les cycles LTO a été améliorée dans le cadre de cette étude en réalisant un calcul d'émission par mouvement avec des durées de phase LTO spécifiques à chacun d'eux.

Les durées des phases des cycles LTO de chaque mouvement effectué en 2019 ont été estimées sur la base des données radars. En effet, les durées de phases proposées par les standards de l'OACI ne reflètent pas l'état des cycles LTO à l'aéroport de Bâle-Mulhouse. Les durées moyennes des phases de mouvements IFR³ sont disponibles dans le tableau ci-dessous. A titre de comparaison, les moyennes définies lors des inventaires des émissions de 2009 et 2015 sont également présentées :

	Approche [s]	Circulation au sol [s]	Décollage [s]	Montée [s]
Standards ICAO	240	1560	42	132
ASPA Inventaire EAP 2009	240	861	50	180
ATMO GE Inventaire EAP 2015	256	798	32	30
Moyennes des résultats 2019	218	847	58	48

Tableau 3: Durées des phases d'un cycle LTO d'un avion pour l'aéroport de Bâle Mulhouse en 2019

1.4.4.1. Données radars

Les données radars permettent d'identifier dans le temps les positions et mouvements des avions atterrissant et décollant à l'aéroport. La figure suivante présente comme exemple les profils d'altitude et de vitesse d'un A320 (à noter que le A320 est l'avion le plus représenté à l'aéroport de Bâle-Mulhouse en 2019 avec près de 32% des mouvements). Les limites des étapes clés du décollage et de la montée sont mis en évidence avec des points jaunes et une numérotation. Il est important de noter que les altitudes du graphique sont présentées en fonction du niveau de la mer et non celui de l'aéroport qui se trouve à 885 ft (270 m).

³ Les règles de vol aux instruments (en abrégé **IFR** – *instrument flight rules*) définissent un régime de [vol](#) où la prévention des [collisions](#) repose sur le [contrôle de la circulation aérienne](#) et le respect de trajectoires spécifiques. Elles s'opposent aux [règles de vol à vue](#) (VFR – *visual flight rules*) où la prévention des [collisions](#) repose essentiellement sur le principe *voir et d'éviter*.

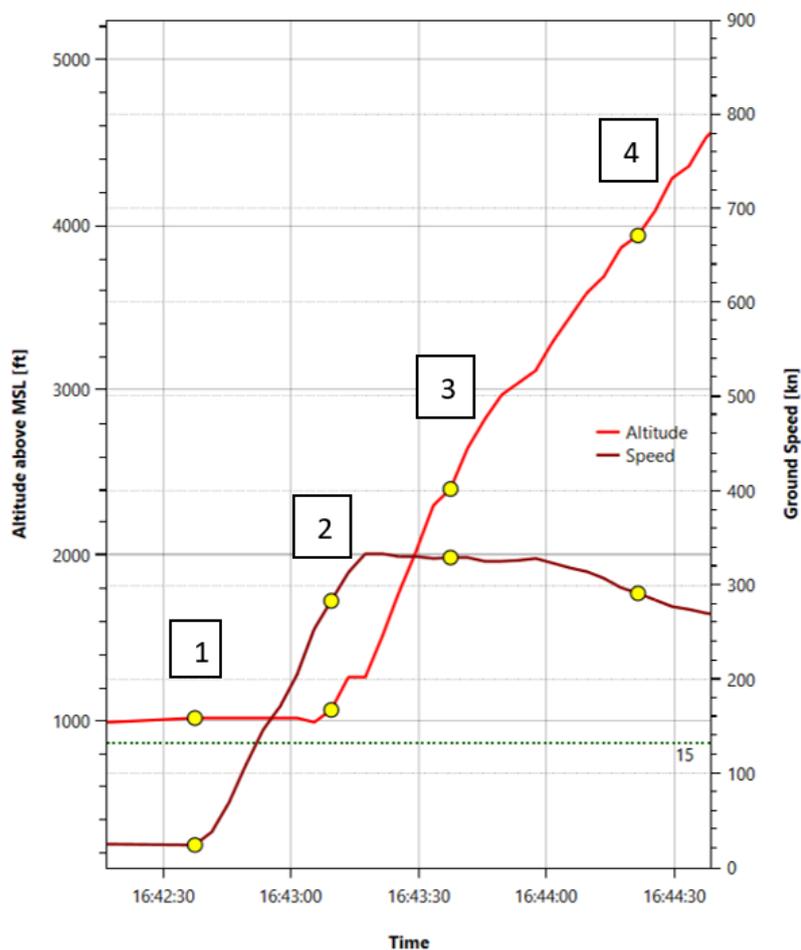


Figure 4: Profils d'altitude et de vitesse d'un A320

Les limites représentées par les points jaunes sont décrites ci-après :

Limites	Description	Phase du cycle LTO
1	Début de l'accélération sur la piste. La vitesse de l'avion s'élève fortement.	Décollage
2	Décollage de l'avion. Le profil d'altitude présente une élévation	
3	Atteinte des 1'500 ft au-dessus du sol (2'385 ft sur mer)	
4	Atteinte des 3'000 ft au-dessus du sol (3'885 ft sur mer)	Montée

Les temps et durées des différentes étapes de l'exemple ci-dessus sont les suivantes :

Description	Temps début	Temps fin	Durées [s]	Phase LTO
Accélération sur piste	16h42m37s	16h43m09s	32	Décollage (60 s)
Décollage (Take-Off)	16h43m09s	16h43m37s	28	
Montée (Climb)	16h43m37s	16h44m21s	44	Montée

Les durées de phase ont pu ainsi être estimées pour les mouvements 2019 par l'identification et la mise en relation des différentes limites et positions. Pour illustrer la méthode, les figures suivantes présentent les positions des mouvements effectués sur 3 jours. Les caractéristiques des mouvements (positions, temps, modèles d'avion, etc.) ont été identifiées pour les altitudes de 1'500 ft et 3'000 ft au-dessus du sol, de façon à pouvoir définir des durées de montée.

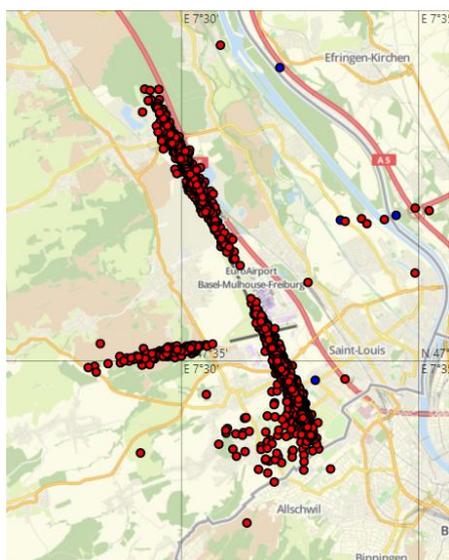


Figure 5: Données radar des départs à 1'500 ft effectués entre le 01.01.2019 et le 03.01.2019.

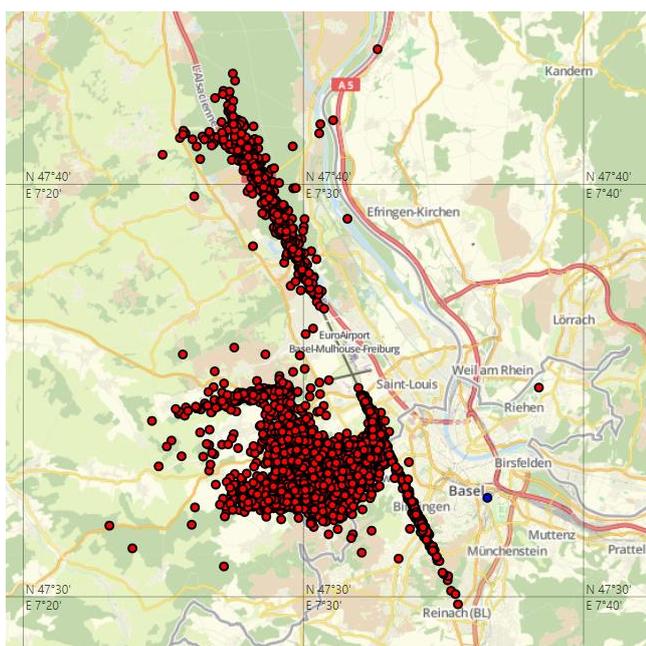


Figure 6: Données radar des départs à 3'000 ft effectués entre le 01.01.2019 et le 03.01.2019.

Il est important de noter que les données radars ne sont pas exhaustives et peuvent présenter des manquements, notamment au niveau du sol. En effet, les deux radars à disposition ne sont pas adaptés pour la détection en basse couche. Le positionnement des antennes radars sur les aéronefs joue également un rôle pour la détection de ceux-ci, c'est pourquoi certains aéronefs sont détectés au sol alors que d'autres pas. Il est alors plus difficile d'identifier le moment réel de décollage. Pour cette raison, les horaires au moment du décollage sont basés dans la méthode sur les informations de décollage transcrites manuellement par les contrôleurs aériens.

1.4.4.2. Considération de l'accélération sur la piste

L'accélération des avions sur la piste avant le décollage des roues (Take-Off) est une étape importante à considérer dans l'inventaire des émissions des cycles LTO. En effet, cette étape implique une puissance moteur élevée avec des facteurs de consommation de carburant et d'émissions associés importants.

Les figures suivantes présentent sous forme de graphiques l'étape d'accélération d'un A306 (vitesse et altitude de l'avion). La figure de gauche présente dans un encadré le temps au début de l'accélération alors que la figure de droite présente le temps au moment du décollage. Cet exemple présente une durée d'accélération de 40 secondes (durée entre le début de l'accélération et le décollage).

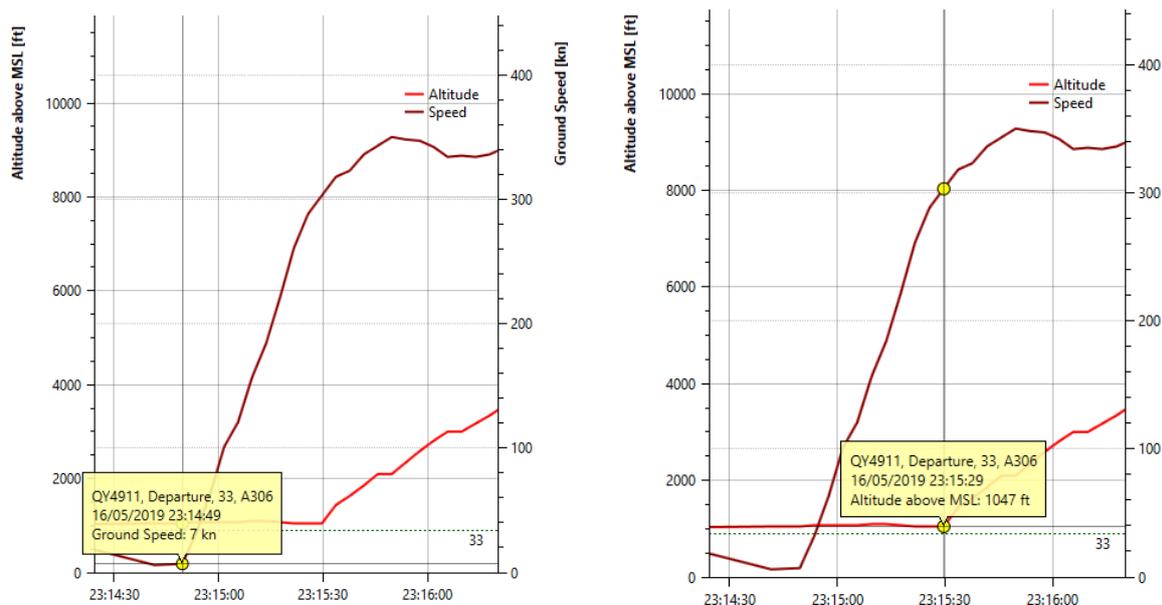


Figure 7 : Profils d'altitude et de vitesse d'un A306. A gauche, le point jaune présente le moment du début de l'accélération. A droite le point jaune présente le moment du décollage.

Les durées d'accélération de 41 décollages ont été estimées sur la base des données radar. Ces durées varient entre 20 et 41 secondes, avec une moyenne de 31 secondes. Par simplification, la moyenne de 31 secondes a été appliquée à toutes les phases de décollage de 2019.

La liste des durées par modèle d'avion est disponible à l'annexe 3.

1.4.4.3. Circulation au sol

Les durées de circulation au sol des aéronefs sont basées sur les horaires d'arrivée et de départ aux postes de stationnement (On-Block time et Off-Block time). Ces données sont reportées manuellement par le service TARMAC de l'aéroport. La durée du taxi-in est définie comme le temps entre l'atterrissage (pose des roues) et l'arrivée au poste de stationnement. La durée du taxi-out est définie comme le temps entre le départ du poste de stationnement et le début de l'accélération sur la piste. La durée totale de la circulation au sol est la somme de la durée du taxi-in et celle du taxi-out.

Le tableau suivant présente les durées moyennes des circulations au sol pour les vols IFR (Instrument Flight Rules) :

Taxi-in [s]	Taxi-out [s]
189	658
Circulation au sol [s]	
847	

1.4.4.4. Considération des vols VFR (Visual Flight Rules)

Contrairement aux inventaires d'émissions précédemment établis à l'aéroport de Bâle-Mulhouse, les émissions des vols VFR (vols à vue) ont été estimées dans cette étude. Cette analyse permettra de mieux comprendre quelle part ont les vols VFR en termes d'émissions par rapport aux vols IFR. Ces vols sont principalement effectués par des aéronefs à moteurs à piston ou par des hélicoptères. Il est toutefois important de noter que le nombre de mouvements VFR effectués à Bâle-Mulhouse représente une minorité face au nombre de mouvements IFR (en 2019 : environ 10'000 mouvements VFR contre environ 84'000 mouvements IFR). De plus, les vols VFR impliquent des aéronefs de petites tailles en comparaison

avec les aéronefs en vols IFR, réduisant ainsi l'impact des VFR en termes de consommation de carburant et d'émissions.

Comme les vols VFR ne montent généralement pas jusqu'à 3'000 ft au-dessus du sol (3'885 ft sur mer), de nouvelles altitudes ont été définies pour limiter les cycles LTO des VFR. Pour rappel, les cycles LTO comprennent les phases d'atterrissage et de décollage-montée des vols et les temps de roulage au sol. Les croisières des vols VFR ne s'effectuant pas forcément à proximité de l'aéroport, celles-ci n'ont pas été considérées dans le calcul des émissions. Étant donné qu'aucune recommandation n'a été identifiée dans la littérature pour les VFR, il convient donc de définir une altitude limite représentative du début et de la fin d'un cycle LTO par défaut pour les VFR.

Pour cela, les profils d'altitude de vols VFR ont été analysés et une altitude a été définie par défaut à 1'115 ft au-dessus du sol (2'000 ft sur mer). Les figures suivantes présentent les profils de vols VFR durant le mois d'avril 2021 :

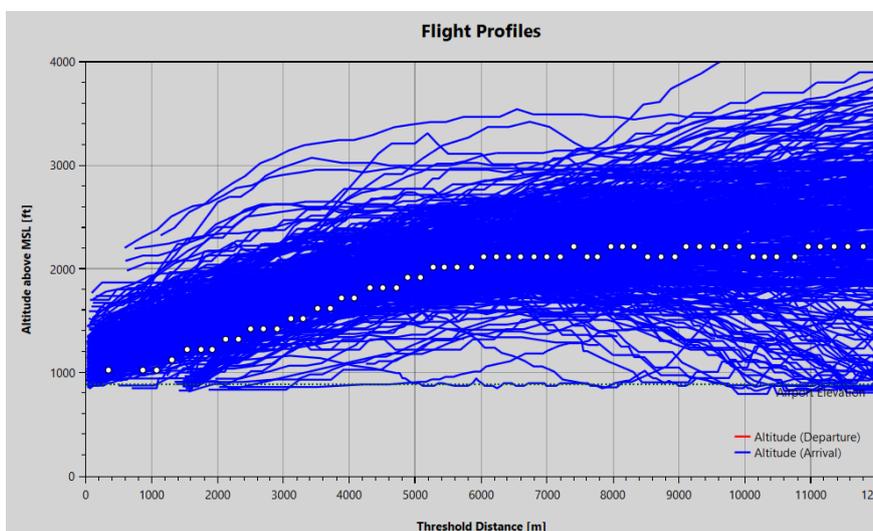


Figure 8: Profils d'altitude des atterrissages des vols VFR durant le mois d'avril 2021

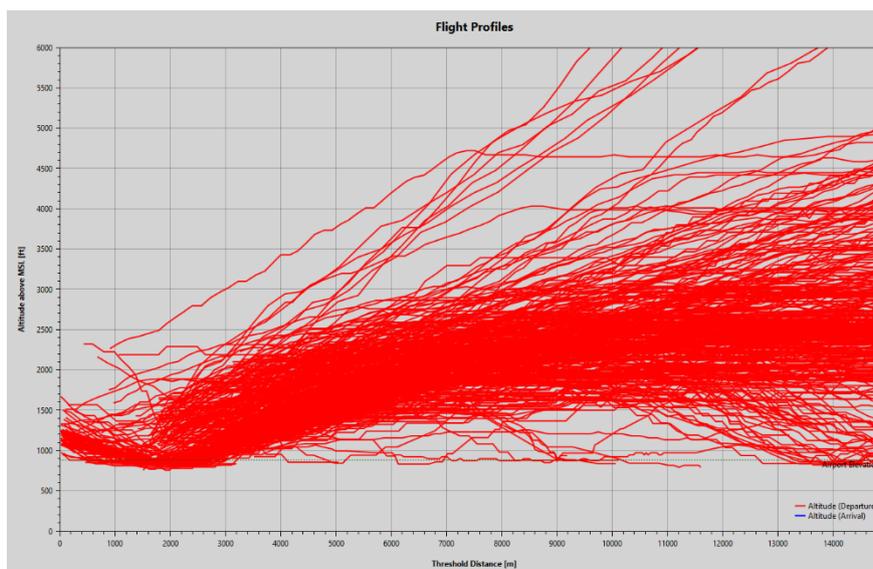


Figure 9: Profils d'altitude des décollages des vols VFR durant le mois d'avril 2021

Par simplification, une seule phase est définie pour les VFR lors de leur départ alors que deux phases sont présentes pour les IFR (décollage et montée).

Des durées moyennes ont été estimées pour l'atterrissage et le décollage sur la base d'analyses effectuées sur quelques vols représentatifs (7 arrivées et 7 départs). Les figures suivantes présentent pour exemple les profils d'altitude d'un atterrissage et d'un décollage en VFR :

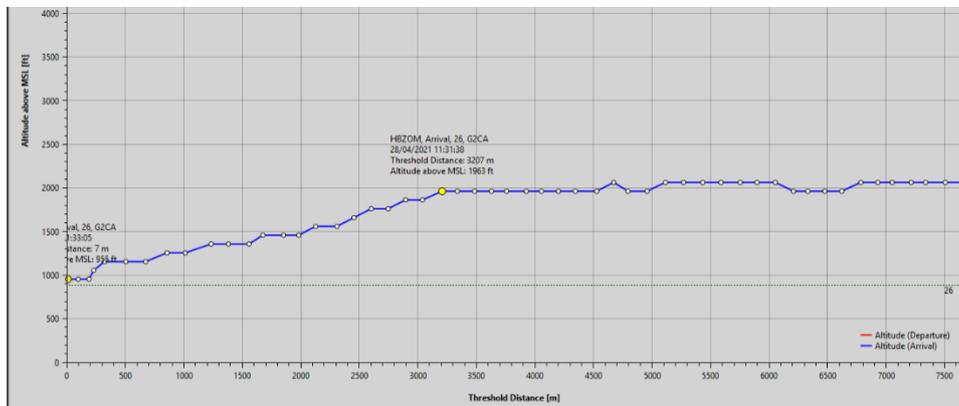


Figure 10: Profil d'altitude d'un atterrissage VFR

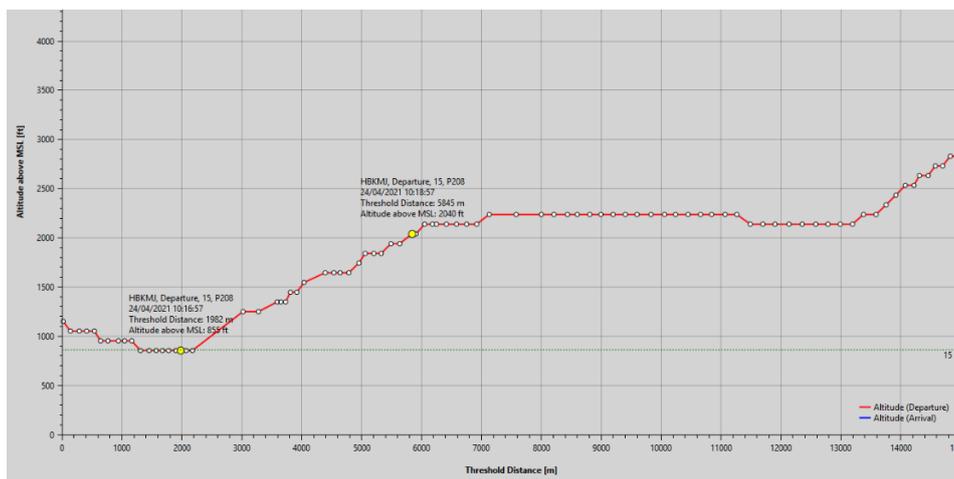


Figure 11: Profil d'altitude d'un décollage VFR

Les durées moyennes considérées pour les vols VFR sont les suivantes :

Phases	Durées moyennes [s]
Atterrissage à partir de 1'115 ft au-dessus du sol	94
Décollage jusqu'à 1'115 ft au-dessus du sol Y compris une accélération de 30 s par défaut sur piste	140

Le tableau suivant présente les durées moyennes des circulations au sol pour les vols VFR :

Taxi-in [s]	Taxi-out [s]
130	373
Circulation au sol [s]	
504	

2. RESULTATS DE L'INVENTAIRE

2.1. Emissions des sources au sol (hors aéronefs)

Sont présentés dans ce chapitre les résultats de l'inventaire des émissions pour les sources au sol conformément à l'application du **Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs – CITEPA, 2013.**

2.1.1. Emissions totales des sources au sol (hors aéronefs)

	Polluant	Emissions Sources au sol	Unité
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	138	kg
	NO _x	36 514	kg
	COVNM	144 281	kg
	CO	27 212	kg
	NH ₃	124	kg
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	CH ₄	2 105	kg
	CO ₂	15 200 339	kg
	N ₂ O	998	kg
	HFC	24 834	kg CO ₂ e
	PFC	-	kg CO ₂ e
	SF ₆	-	kg CO ₂ e
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	23 500	kg
	PM10	6 023	kg
	PM2,5	2 958	kg
	PM1	1 725	kg
CONTAMINATION PAR LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS	PCB	0,003	g
	HCB	0,06	g
	PCDDF	0,0003	g
	BaP	46	g
	BbF	56	g
	BkF	46	g
	IndPy	43	g
	HAPind	-	g
CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS	As	59	g
	Cd	5	g
	Cr	56	g
	Cu	9 855	g
	Hg	6	g
	Ni	55	g
	Pb	3 278	g
	Se	16	g
	Zn	11 398	g

Tableau 4 : Emissions totales des sources au sol sur la zone aéroportuaire en 2019 (hors aéronefs)

Concernant les composés fluorés, seuls les HFC provenant de la production de froid ont été inventoriés. Aucun PFC ou SF₆ n'est émis sur la zone. Aucune émission de HAP indifférencié n'a été inventoriée sur le site.

L'Annexe 2 présente les résultats totaux d'inventaire détaillés par activité.

2.1.2. Acidification, eutrophisation et pollution photochimique

2.1.2.1. Emissions de SO₂

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.

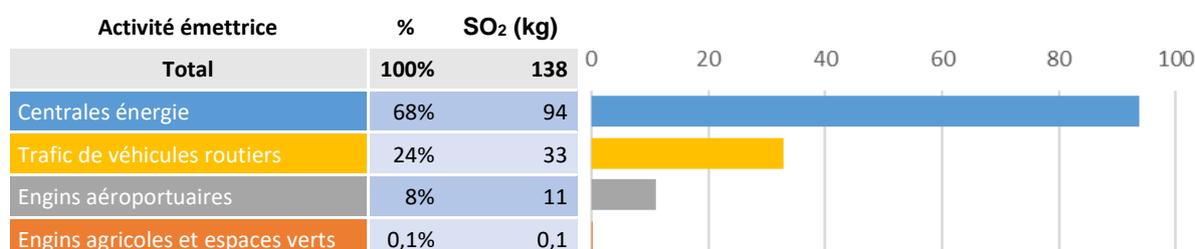


Figure 12 : Emissions de SO₂ au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

En l'absence d'installations consommant des combustibles soufrés (type fioul lourd, charbon), le tonnage émis est relativement faible (138 kg) et principalement dû aux activités liées aux sources mobiles et fixes consommant du fioul et du gazole. De plus, depuis fin 2011, l'utilisation de GNR (Gazole Non Routier) à la place du fioul domestique est obligatoire pour tous les véhicules non routiers. Il en découle une diminution du facteur d'émission de SO₂ qui est alors 100x moins important passant de 48g/GJ à 0,48g/GJ. Le GNR est alors assimilé à du gazole d'un point de vue facteur d'émission.

De par leur activité de combustion d'énergies fossiles, les centrales énergies et le trafic de véhicules routiers se partagent la quasi-totalité (92%) des émissions du polluant de la plateforme avec respectivement 94 et 33 kg de SO₂.

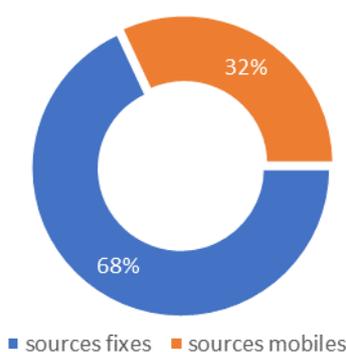


Figure 13 : Répartition des émissions de SO₂ par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les sources fixes (centrales énergie) constituent le premier émetteur SO₂ avec 68% du total. Toutes les autres activités appartiennent aux sources mobiles et participent pour les 32% des émissions restantes du polluant.

2.1.2.2. Emissions de NO_x

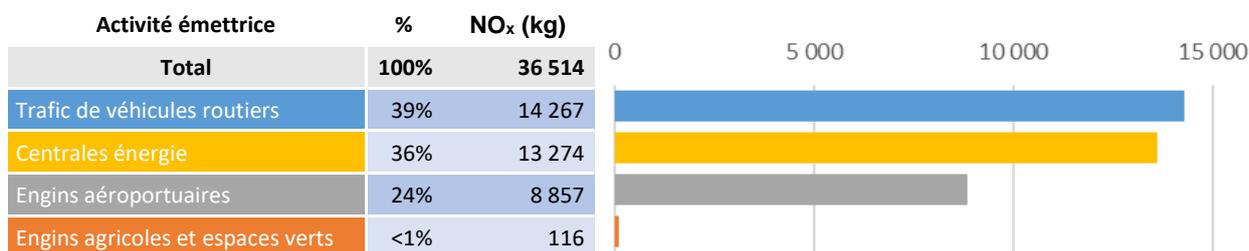


Figure 14 : Emissions de NO_x au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les émissions de NO_x sont dues à des activités de combustion, majoritairement liées à des activités de transport : 39% pour le trafic de véhicules routier. Le second poste émetteur est constitué par les centrales énergie avec 36%. Le reste des émissions du polluant est issu des engins aéroportuaires et dans une moindre mesure des engins agricoles et d'entretiens des espaces verts.

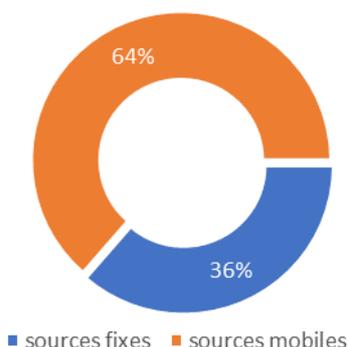


Figure 15 : Répartition des émissions de NO_x par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

A l'instar du constat qui peut être établi sur une agglomération, les NO_x sont des polluants principalement issus des sources mobiles. Si les consommations de combustibles par les centrales énergie constituent le second émetteur de NO_x (36%), l'ensemble des autres activités sont des sources mobiles qui participent pour 64% des émissions (Figure 15).

2.1.2.3. Emissions de COVNM

Les sources d'émission de COVNM sont nombreuses (Figure 16) en raison des modes de rejets de cette famille de polluants :

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

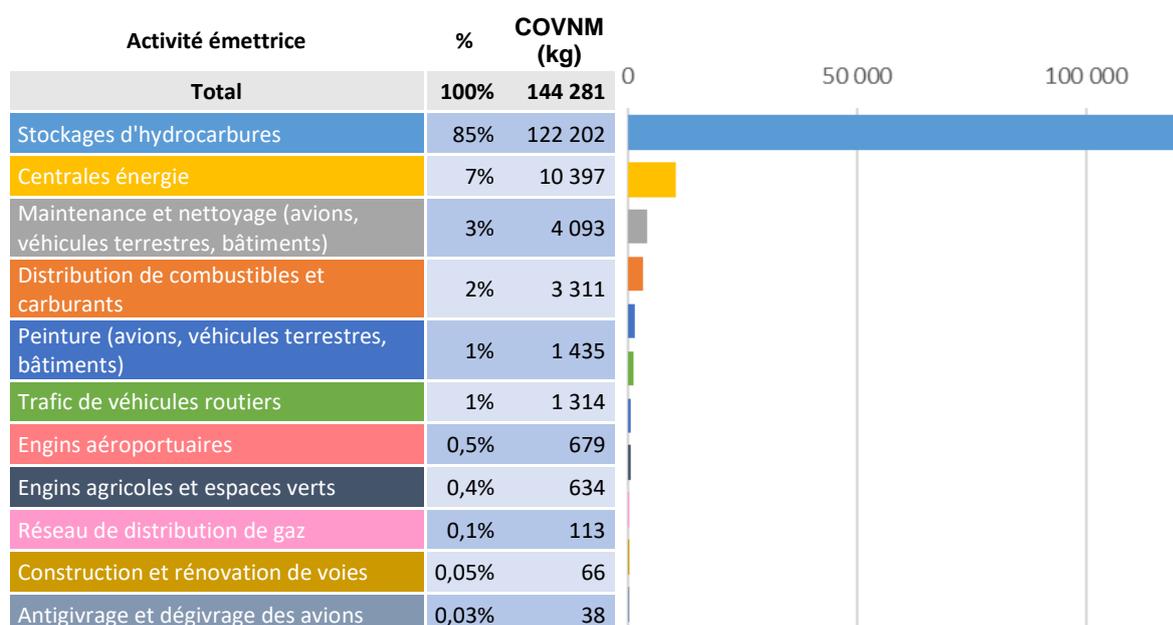


Figure 16 : Emissions de COVNM au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Sur un total de 144 281 kg de COVNM émis sur la plateforme en 2019, le stockage des hydrocarbures constitue le premier contributeur avec 85% du total. La combustion dans les centrales énergies, les opérations de maintenance et nettoyage et la distribution de carburants sont les principaux autres contributeurs avec respectivement 7%, 3% et 2% des émissions de COVNM.

Remarque : Lors de l'étude de 2015, les émissions de COVNM étaient sensiblement plus faibles et s'avéraient sous-évaluées en raison d'informations incomplètes sur le stockage d'hydrocarbures. La donnée 2019 a apporté les informations nécessaires pour une meilleure prise en compte de l'activité. Ces informations ont été répercutées pour recalculer de manière analogue les émissions

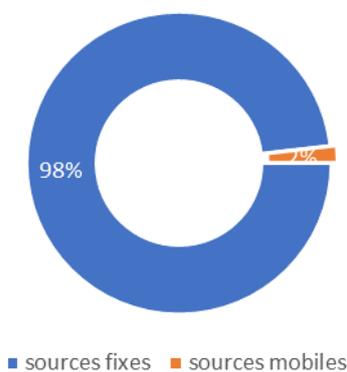


Figure 17 : Répartition des émissions de COVNM par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les sources fixes sont largement majoritaires avec des activités participant à 98% des émissions. Les sources mobiles contribuent alors pour les 2% restants.

2.1.2.4. Emissions de CO

Le monoxyde de carbone est un polluant spécifique lié à la consommation de carburants et combustibles.

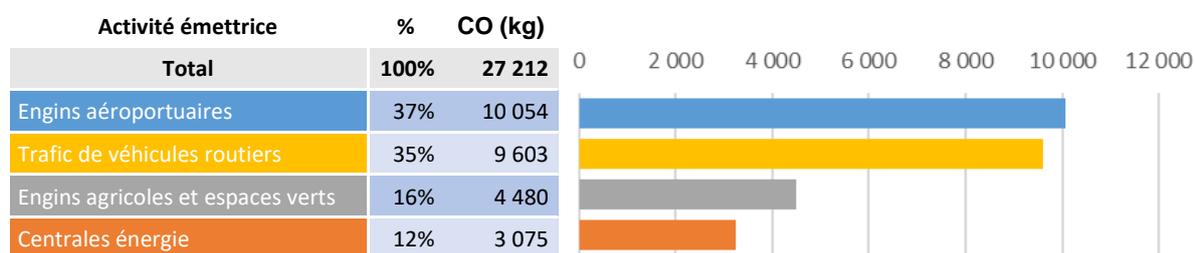


Figure 18 : Emissions de CO au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Ainsi, comme pour le SO₂ et les NO_x, les sources mobiles et les centrales énergie regroupent les activités émettrices de ce polluant. Les engins aéroportuaires sont le premier émetteur de ce polluant avec 37% des 27,2 tonnes émises en 2019. Le trafic routier contribue quant à lui pour 35% des émissions, les engins agricoles pour 16% et les centrales énergies pour les 12% d'émissions restantes.

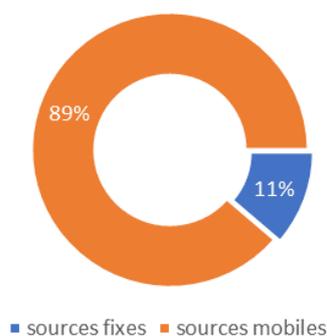


Figure 19 : Répartition des émissions de CO par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Au global, les sources mobiles participent pour 89% des émissions du polluant et les sources fixes, représentées uniquement par les centrales énergies, participent quant à elles à 11% des émissions.

2.1.2.5. Emissions de NH₃

L'inventaire n'a recensé qu'une seule source d'émission d'ammoniac (NH₃). Il s'agit du trafic de véhicules routier. Si dans la réalité, il y a probablement d'autres sources émettrices de ce polluant (notamment lié à la combustion), la méthodologie appliquée ne recense pas de facteurs d'émissions associés à ces autres sources. De plus ces dernières sont peu significatives et peuvent être qualifiées de négligeables.

Activité émettrice	%	NH ₃ (kg)
Total	100%	124
Trafic de véhicules routiers	100%	124

Figure 20 : Emissions de NH₃ au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Un seul autre type de source potentielle peut émettre des quantités significatives de NH₃ : les sources biotiques (cultures agricoles). Cependant, les terres de la plateforme ne contiennent pas de cultures avec engrais et il ne réside que des prairies fauchées quelques fois par an. Il n'y a donc pas d'ajout régulier d'engrais (source d'émission) sur ces parcelles et donc aucun polluant biotique n'est inventorié selon le guide méthodologique.

2.1.3. Gaz à effet de serre

2.1.3.1. Emissions de CO₂

Ce paragraphe présente les émissions de CO₂ uniquement. L'ensemble des gaz à effet de serre est présenté dans le paragraphe 2.1.3.5 PRG (GES totaux).

L'intégralité des émissions de CO₂ des activités présentes sur la plateforme aéroportuaire sont liées à des consommations de carburants ou combustibles.

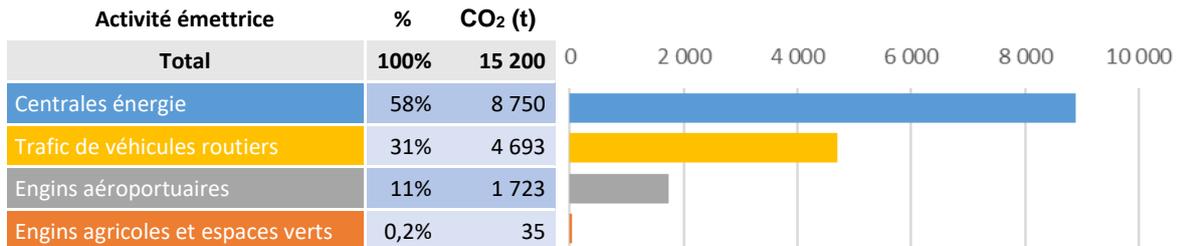


Figure 21 : Emissions de CO₂ au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

La source majoritaire d'émission de CO₂ est constituée par les centrales énergie. En lien avec les quantités importantes d'énergies consommées par ces centrales pour les besoins de la plateforme, elles participent pour 58% des émissions de CO₂. En seconde position, c'est le trafic de véhicules qui contribue pour 31% du total qui s'élève à 15 200 tonnes.

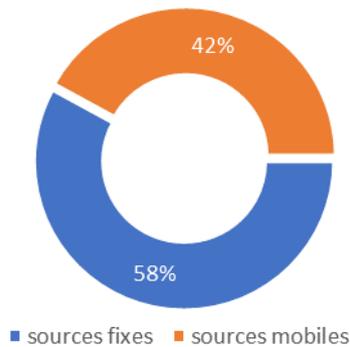


Figure 22 : Répartition des émissions de CO₂ par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les centrales énergie sont les seules sources fixes de la plateforme émettrices de CO₂. Ces dernières participent donc pour 58% des émissions alors que les sources mobiles composées du trafic routier, des engins aéroportuaires et agricoles participent pour 42% des émissions.

2.1.3.2. Emissions de CH₄

A une échelle macro (agglomération, département...), les émissions de méthane sont largement issues des activités agricoles du territoire (fermentation entérique et gestion des déjections). Leur participation est de l'ordre de 69% pour le Grand Est en 2019.

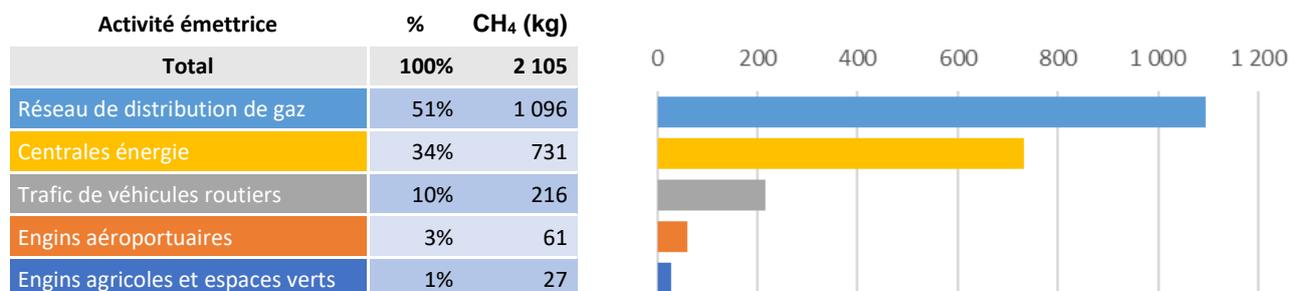


Figure 23 : Emissions de CH₄ au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Contrairement au CO₂, le premier contributeur aux émissions de méthane est le réseau de distribution de gaz naturel. Avec près de 6 kilomètres de canalisation sur le site, l'estimation théorique des fuites fugitives de gaz s'élève à 1 096 kg soit 51% des 2 131 kg totaux émis. Les centrales énergie participent pour 34% des émissions suivies par le trafic de véhicules routiers, les engins aéroportuaires et les engins agricoles avec respectivement 10%, 3% et 1% des émissions de ce gaz à effet de serre.

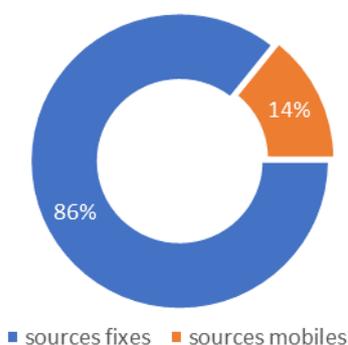


Figure 24 : Répartition des émissions de CH₄ par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Le réseau de distribution de gaz et les centrales énergies constituant les sources fixes émettrices de CH₄, représentent 86% des émissions totales. Les sources mobiles participent quant à elles à 14% des émissions.

Remarque : Pour ce nouvel inventaire, les longueurs de canalisations prises en compte dans l'inventaire ont été réévaluées à 5,9 km contre 7,7 km en 2015. En effet, la différence entre ces deux valeurs correspond à des canalisations de gaz naturel passant au niveau de la plateforme mais sans point de distribution. Cette partie ne rentre donc pas en compte dans le périmètre de calcul.

2.1.3.3. Emissions de N₂O

A une échelle macro (agglomération, département...), les émissions de protoxyde d'azote sont majoritairement liées aux activités agricoles du territoire (gestion des déjections, épandages d'engrais, décomposition des résidus de cultures). Leur participation est de près de 89% pour le Grand est en 2019.

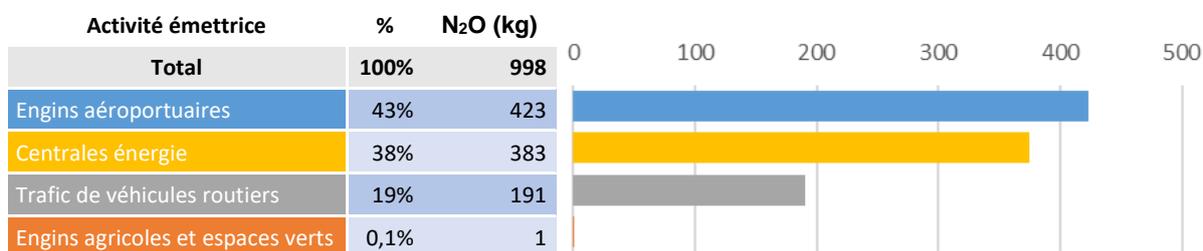


Figure 25 : Emissions de N₂O au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Au niveau de la plateforme, les engins aéroportuaires et les centrales énergie sont les premiers émetteurs de N₂O avec 43 et 38% des 998 kg totaux émis. Le trafic routier participe pour 19% du total et les autres activités contribuent à moins de 1% des émission du total.

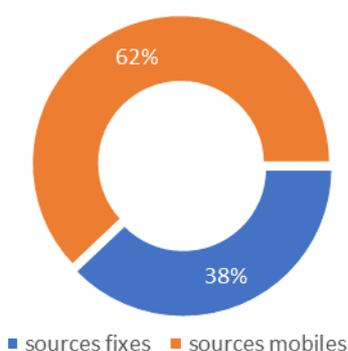


Figure 26 : Répartition des émissions de N₂O par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les sources mobiles, constituées par les engins aéroportuaires, le trafic routier et les engins agricoles participent pour 62% des émissions de N₂O. Les centrales énergie contribuent pour les 38% restant.

2.1.3.4. Emissions de composés fluorés

Les composés fluorés sont des gaz anthropiques utilisés principalement dans les installations de production de froid (climatisation, chambres froides...), les extincteurs d'incendies et les agents de coupures dans les transformateurs électriques. Ce sont des gaz à effet de serre émis en général en petites quantités mais possédant des pouvoirs de réchauffements globaux (PRG) très élevés allant de 1 000 à 23 000 kg équivalents CO₂ par kg de composé. Leur contribution pour l'effet de serre peut donc être significative.

Au niveau de la plateforme, seuls des HFC utilisés dans des installations de production de froid ont été recensés. Ces émissions sont comptabilisées en réalisant un suivi des opérations de remplissage de fluide (équivalents à l'émission fugitive de fluide HFC réelle de l'installation) lors des opérations de maintenance. Ces remplissages sont très ponctuels et les quantités ajoutées peuvent être très variables d'une année à l'autre.

Les postes électriques et incendies sont soit hermétiques, soit n'utilisent pas de composés fluorés.

Les HFC étant un groupe de composés dont les PRG sont différents, le résultat global de leurs émissions sur la plateforme est affiché en CO₂ équivalent.

Activité émettrice	%	HFC (tCO ₂ e)
Total	100%	25
Climatisation et réfrigération	100%	25

Figure 27 : Emissions de HFC au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

En 2019, la plateforme recense peu d'opérations de maintenance nécessitant des rechargements de fluides frigorigènes utilisant des HFC. Ces émissions fugitives s'élèvent à hauteur de 25 tCO₂e.

2.1.3.5. PRG (GES totaux)

Afin de déterminer l'impact relatif de chacun des gaz à effet de serre (GES) sur le changement climatique, un indicateur, le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) à 100 ans, a été défini. Il est calculé au moyen des PRG à 100 ans respectifs de chacune des substances et s'exprime en équivalent CO₂ (CO₂e). Le calcul du PRG a été effectué avec les coefficients 2007 du GIEC (4^{ème} rapport) et comprend les GES et familles de GES suivants : le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC), l'hexafluorure de soufre (SF₆) et le trifluorure d'azote (NF₃). Par convention, le CO₂ lié à la combustion de biomasse n'est pas comptabilisé dans le calcul du PRG.

Si le méthane, le protoxyde d'azote et les HFC ont des PRG importants, leurs émissions comparées en termes de CO₂e sont relativement faibles pour l'inventaire de la plateforme. Le CO₂ contribue pour 97,6% des émissions de GES.

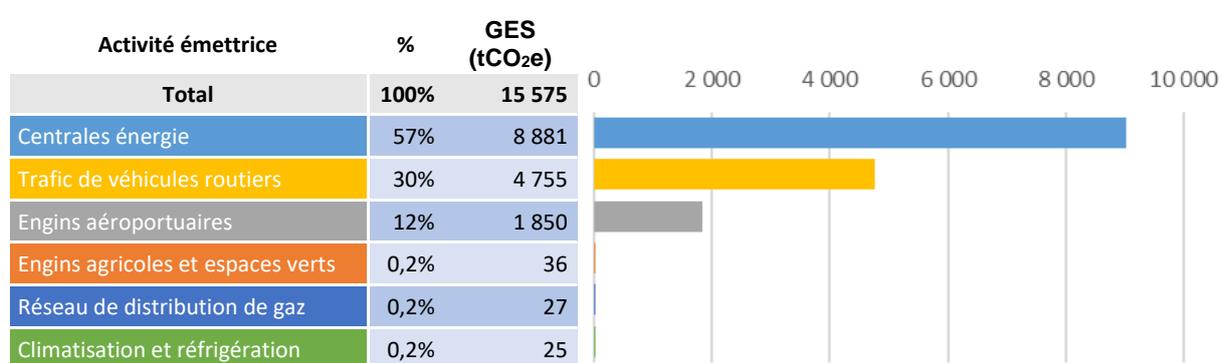


Figure 28 : Emissions de GES au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Déclinées par activités, les émissions de GES de l'inventaire sont en grande partie induites par la combustion dans les centrales énergies avec 57% des 15,6 kt CO₂e émises. Le trafic de véhicules routiers, en seconde position, participe pour 30% du total suivi par les engins aéroportuaires avec 12%. Les engins agricoles, le réseau de distribution de gaz et la climatisation et réfrigération se partagent les 0,6% restant.

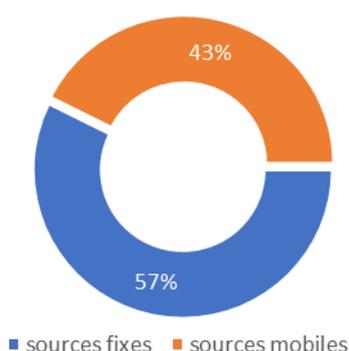


Figure 29 : Répartition des émissions de GES par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les sources fixes (les centrales énergie principalement) sont à l'origine d'un peu plus de la moitié des émissions de GES de la plateforme avec 58% contre 42% pour les sources mobiles.

2.1.4. Emissions de particules (TSP, PM10, PM2.5, PM1)



Figure 30 : Emissions de particules au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

La distribution des émissions des particules selon la classe de taille de ces dernières mérite une observation simultanée des résultats.

En effet, les proportions de chaque classe de particules varient avec le type de sources émettrices. On a ainsi des sources qui vont majoritairement émettre des particules grossières et moyennes (contenues dans les classes TSP : particules totales et PM10) alors que d'autres sources vont essentiellement être sources d'émissions de particules plus fines (PM2.5 et PM1).

En observant la *Figure 30*, on constate que les chantiers et constructions sont une source d'émission majoritaire pour les TSP et les PM10 : respectivement 89 et 64% des émissions. Cette activité se traduit par la production de poussières importantes lors de la manipulation de gravats et de matériaux de construction. La participation de cette source diminue lorsque la finesse des particules augmente.

A l'inverse, les activités de combustion de carburants et combustibles ont tendance à générer des émissions de particules plus fines. C'est pourquoi le trafic routier et les engins aéroportuaires deviennent des contributeurs plus importants au fur et à mesure que l'on descend dans la granulométrie des particules émises. Pour exemple, la contribution des engins aéroportuaires dans les TSP est de 4% alors que pour les PM1, elle est de 39%.

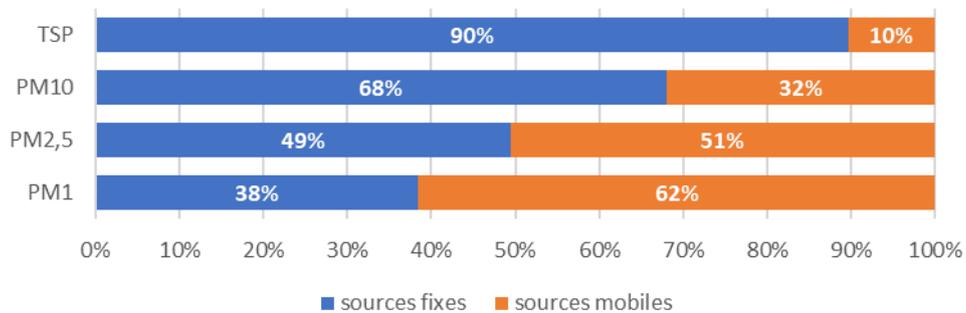


Figure 31 : Répartition des émissions de particules par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Regroupées par types de sources (fixes et mobiles), l'observation sur les émissions de particules est similaire à celle faite précédemment. Les sources fixes de particules représentées par les activités de « chantiers et constructions » ainsi que les « centrales énergies » participent pour de 90% des émissions de particules totales. Leur contribution baisse progressivement avec la taille des particules jusqu'à 38% pour les PM1. A l'inverse, les émissions des sources mobiles, représentées largement par les engins aéroportuaires et le trafic routier participent pour 10% des TSP et 62% des PM1.

Remarque : Il est à noter que contrairement aux activités de combustion, les chantiers et constructions ne sont pas une source régulière d'émissions de particules. Elle dépend des projets de travaux constructions ou d'extensions des installations sur la plateforme.

2.1.5. Polluants organiques persistants

Les polluants organiques persistants (POP) sont une famille de molécules organiques généralement émises par les activités humaines dans tous les compartiments environnementaux et qui possèdent, notamment de par leurs persistances, des effets délétères sur ces derniers ainsi que sur la santé humaine.

2.1.5.1. Emissions de HAP4

Au sein de ces POP, il existe une sous classe de polluants appelés hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces composés organiques, de structures chimiques similaires, sont généralement regroupés entre eux.

L'inventaire de la plateforme donne des résultats d'émissions pour un certain nombre de POP émis à l'atmosphère. Pour faciliter l'affichage des résultats d'émissions, et conformément au règlement CEE no 315/93, quatre HAP sont sommés entre eux. Ainsi, les composés Benzo(a)Pyrène (BaP), Benzo(b)Fluoranthène (BbF), Benzo(k)Fluoranthène (BkF) et Indéno(1,2,3)Pyrène (IndPy) sont regroupés dans la dénomination « HAP 4 ».

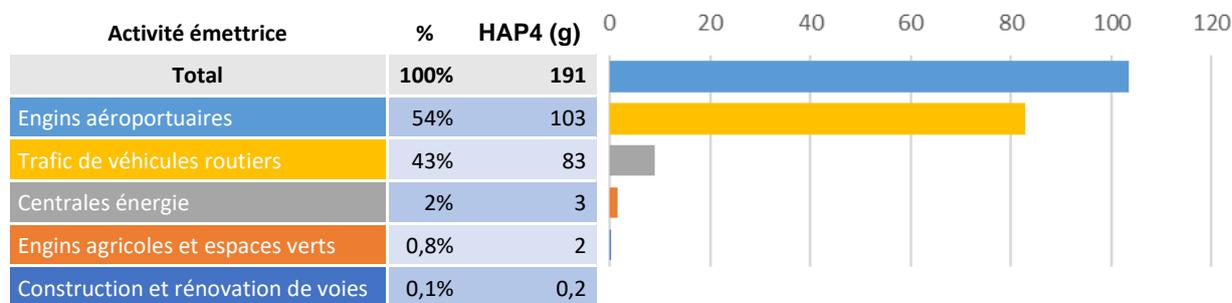


Figure 32 : Emissions de HAP 4 au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Au total 191g de HAP 4 sont émis par la plateforme en 2019. Les engins aéroportuaires sont les premiers émetteurs de HAP. Ils contribuent pour 54% des émissions du polluant. Le trafic routier est le deuxième contributeur avec 43% des émissions. Les centrales énergies, les engins agricoles et les opérations de construction et rénovation de voies (pose d'asphalte) se partagent les 3% d'émissions restantes. Ce dernier poste d'émission minoritaire est le seul émetteur de HAP qui n'est pas lié à une consommation directe d'énergie. La consommation d'énergie liée à la fabrication d'asphalte se situe hors site et donc hors périmètre d'inventaire.

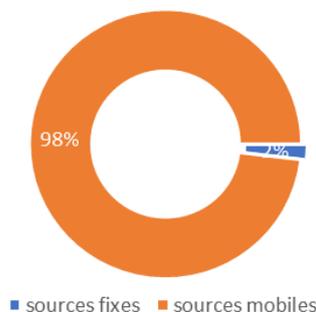


Figure 33 : Répartition des émissions de HAP 4 par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Au global, les sources mobiles sont responsables de 98% des émissions HAP, notamment en lien avec les consommations d'énergie qu'impliquent ces activités. Les centrales énergie, ainsi que les activités de

construction et rénovations de voies sont les seules sources fixes de HAP sur la plateforme et sont à l'origine des 2% restants d'émissions.

2.1.5.2. Emissions de PCB

Activité émettrice	%	PCB (mg)
Total	100%	3,3
Centrales énergie	97,2%	3,2
Trafic de véhicules routiers	2,8%	0,1

Figure 34 : Emissions de PCB au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les émissions de poly-chloro-biphényles (PCB) en 2019 sur la plateforme s'élèvent à 3,3 mg. Elles sont presque uniquement liées aux centrales énergie.

2.1.5.3. Emissions de HCB

Activité émettrice	%	HCB (mg)
Total	100%	56,6
Engins aéroportuaires	97%	55,1
Engins agricoles et espaces verts	3%	1,5

Figure 35 : Emissions de HCB au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les engins aéroportuaires ainsi que les engins agricoles sont les 2 sources d'hexachlorobenzène (HCB) recensées sur la plateforme. 97% des 57 mg de HCB émis sont issus des engins aéroportuaires.

2.1.5.4. Emissions de PCDD-F

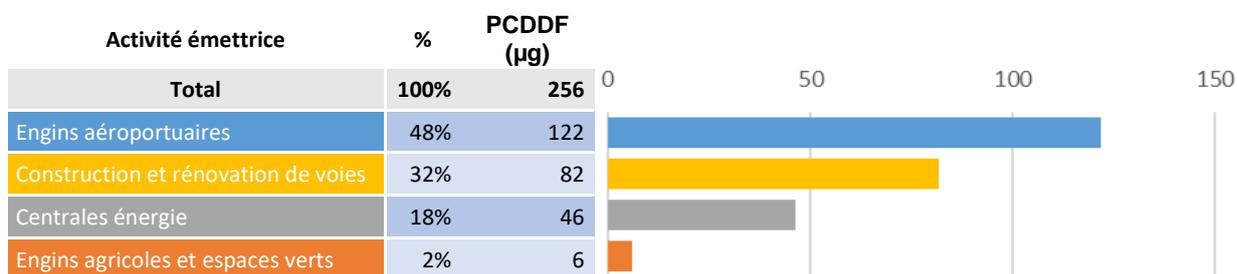


Figure 36 : Emissions de PCDD-F au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

En 2019, les polychlorodibenzo(p)dioxines et dibenzofuranes (PCDD-F) sont émis sur la plateforme à hauteur de 256 µg. Les engins aéroportuaires sont le premier contributeur avec 48% des émissions soit 122 µg. La construction et rénovation de voies (pose d'asphalte) et les centrales énergie arrivent 2^{ème} et 3^{ème} émetteur avec respectivement 32 et 18% des émissions du polluant. Les engins agricoles participent pour 2% du total.

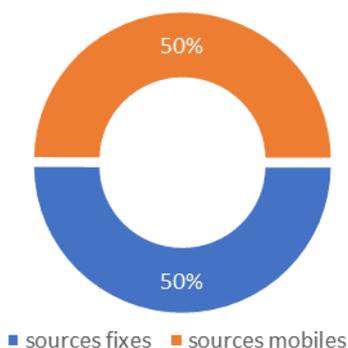


Figure 37 : Répartition des émissions de PCDD-F par type de source au sol pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Les sources d'émissions fixes et mobiles se partagent équitablement les émissions de PCDD-F avec chacune 50% du total. Ici encore, comme pour les HAP, les activités de construction et de rénovation (pose d'asphalte) sont la seule source d'émissions non liées à des consommations d'énergie.

2.1.6. Métaux lourds

Conformément à la méthodologie, les seules sources recensées émettant des métaux lourds sur la plateforme sont des sources mobiles consommant des carburants. Il s'agit principalement du trafic de véhicules routiers et dans une moindre mesure des engins aéroportuaires et agricoles. Cela ne signifie pas que les autres sources de combustion ne sont pas émettrices de métaux lourds mais que la méthodologie en vigueur ne calcule pas de rejets pour ces autres sources.

Activité émettrice	Trafic de véhicules routiers	Engins aéroportuaires	Engins agricoles et espaces verts	Total	Unité
As	59 420	-	-	59 420	mg
Cd	4 525	0,1	39	4 564	mg
Cr	55 887	1	214	56 102	mg
Cu	9 847 744	23	7 513	9 855 280	mg
Hg	5 910	-	-	5 910	mg
Ni	54 798	1	311	55 110	mg
Pb	3 277 754	-	-	3 277 754	mg
Se	15 621	0,1	39	15 660	mg
Zn	11 393 340	14	4 418	11 397 771	mg

Tableau 5 : Emissions de métaux lourds par source d'activité de la plateforme aéroportuaire en 2019

Les métaux lourds sont donc émis en très grande majorité par le trafic de véhicules routiers : entre 99,1 et 100% selon les métaux. Les deux autres sources (engins aéroportuaires et agricoles) ont des participations situées entre 0 et 0,8 % des émissions.

2.2. Emissions de aéronefs et contribution aux émissions totales de la plateforme

Afin d'obtenir un aperçu global des émissions de la plateforme aéroportuaire de Bâle-Mulhouse, les émissions des aéronefs transitant par l'aéroport sont présentées dans cette partie. Le périmètre pris en compte est défini par les cycles LTO et les résultats, contrairement aux études passées (où les émissions des aéronefs étaient issues de l'inventaire Grand Est réalisé annuellement par ATMO Grand Est), sont issus d'un inventaire des émissions spécifiquement mis en place pour l'étude et réalisant des calculs vol par vol avec des temps de phases spécifiques.

	Polluant	Emissions Sources au sol	Emissions aéronefs	Total	Unité
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	138	22 945	23 082	kg
	NO _x	36 514	264 309	300 823	kg
	COVNM	144 281	16 313	160 594	kg
	CO	27 212	250 439	277 651	kg
	NH ₃	124	-	124	kg
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	CH ₄	2 105	1 813	3 917	kg
	CO ₂	15 200 339	72 275 795	87 476 135	kg
	N ₂ O	998	2 019	3 017	kg
	HFC	24 834	-	24 834	kg CO ₂ e
	PFC	-	-	-	kg CO ₂ e
	SF ₆	-	-	-	kg CO ₂ e
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	23 500	28 972	52 472	kg
	PM ₁₀	6 023	20 010	26 033	kg
	PM _{2,5}	2 958	14 542	17 499	kg
	PM ₁	1 725	7 667	9 391	kg
CONTAMINATION PAR LES POLLUANTS ORGANIQUES PERSISTANTS	PCB	0,003	-	0,00	g
	HCB	0,06	-	0,06	g
	PCDDF	0,0003	-	0,0003	g
	BaP	46	-	46	g
	BbF	56	-	56	g
	BkF	46	-	46	g
	IndPy	43	-	43	g
	HAPind	-	-	-	g
CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS	As	59	-	59	g
	Cd	5	-	5	g
	Cr	56	58 502	58 558	g
	Cu	9 855	-	9 855	g
	Hg	6	-	6	g
	Ni	55	-	55	g
	Pb	3 278	15 633	18 911	g
	Se	16	-	16	g
	Zn	11 398	-	11 398	g

Tableau 6 : Emissions totales (sources au sol + aéronefs) de la plateforme aéroportuaire en 2019

L'inventaire des émissions des aéronefs ne comptabilise pas de POP et seulement deux polluants parmi les métaux lourds. A des fins de cohérences, la comparaison des participations respectives des sources au sol et des aéronefs est donc présentée uniquement pour les classes de polluants suivantes :

- Acidification, eutrophisation et pollution photochimique,
- Accroissement de l'effet de serre,
- Particules en suspensions.

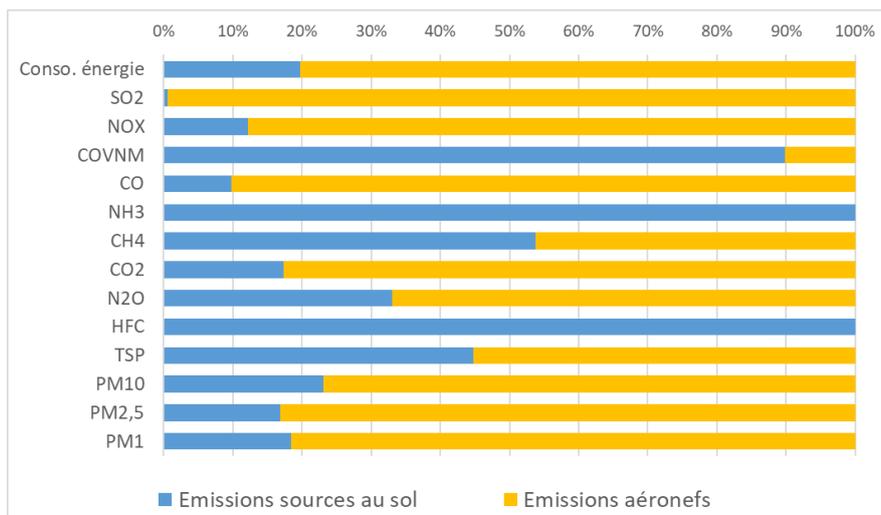


Figure 38 : Répartition des émissions des principaux polluants entre les sources au sol et les aéronefs pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Emissions majoritaires des aéronefs :

En l'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 SO₂ 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 plus spécifiques à la combustion tels que SO₂, NO_x et CO et particules (TSP, PM10, PM2.5 et PM1) sur la zone aéroportuaire toutes sources confondues.

Les particules de moins de 10µm (PM10, PM2.5 et PM1) sont pour près de 80% issues des aéronefs. Ici encore, les consommations importantes de carburants en sont la principale cause.

Emissions majoritaires des sources au sol :

Les sources au sol sont majoritaires pour les émissions de COVNM en lien avec le stockage d'importantes quantités d'hydrocarbures sur la plateforme pour les opérations.

Les émissions des 3 principaux gaz à effet de serre (CH₄, CO₂ et N₂O) sont majoritairement générées par les aéronefs. Cependant, pour le méthane, c'est la source au sol « réseau de distribution de gaz naturel » qui est le principal contributeur. Pour le N₂O et le CO₂ des sources au sol, ce sont essentiellement les engins aéroportuares, des centrales énergies et le trafic routier qui contribuent à leurs émissions.

Il est à noter que les émissions de NH₃ et de HFC sont exclusivement issues des sources au sol.

Les rejets atmosphériques de particules totales TSP sont partagés équitablement entre les sources au sol et les aéronefs (environ 50%). Pour la partie sources au sol, elles proviennent majoritairement des activités de chantiers et constructions.

Détail des émissions des aéronefs :

Dans l'inventaire des émissions des aéronefs, une part des émissions provient des aéronefs eux-mêmes lors des phases du cycle LTO et d'autres émissions proviennent des APU (Auxiliary Power Unit) alimentant certains organes des avions lorsqu'ils sont à l'arrêt au sol.

Polluant	Approche	Sol	Décollage	Montée	APU	Total aéronefs	Unité
SO ₂	5,1 (22%)	7,1 (31%)	4,7 (21%)	3,2 (14%)	2,9 (13%)	22,9 (100%)	t
NO _x	45,2 (17%)	30,6 (12%)	106,5 (40%)	56,6 (21%)	25,5 (10%)	264,3 (100%)	t
COVNM	0,7 (4%)	14,2 (87%)	0,3 (2%)	0,1 (1%)	0,9 (6%)	16,3 (100%)	t
CO	19,9 (8%)	202,2 (81%)	11,5 (5%)	1,9 (1%)	14,9 (6%)	250,4 (100%)	t
NH ₃	-	-	-	-	-	-	-
CH ₄	0,1 (4%)	1,6 (87%)	0 (2%)	0 (1%)	0,1 (6%)	1,8 (100%)	t
CO ₂	16 (22%)	22,3 (31%)	15 (21%)	10 (14%)	9,1 (13%)	72,3 (100%)	kt
N ₂ O	0,4 (22%)	0,6 (31%)	0,4 (21%)	0,3 (14%)	0,3 (13%)	2 (100%)	t
HFC	-	-	-	-	-	-	-
PFC	-	-	-	-	-	-	-
SF ₆	-	-	-	-	-	-	-
TSP	2,4 (8%)	21,3 (74%)	2,3 (8%)	1,5 (5%)	1,4 (5%)	29 (100%)	t
PM ₁₀	2,4 (12%)	12,4 (62%)	2,3 (11%)	1,5 (8%)	1,4 (7%)	20 (100%)	t
PM _{2,5}	2,1 (14%)	8,1 (56%)	1,9 (13%)	1,3 (9%)	1,2 (8%)	14,5 (100%)	t
PM ₁	1,7 (22%)	2,4 (31%)	1,6 (21%)	1,1 (14%)	1 (13%)	7,7 (100%)	t
Cr	12,9 (22%)	18 (31%)	12,1 (21%)	8,1 (14%)	7,3 (13%)	58,5 (100%)	kg
Pb	4 (25%)	4,1 (26%)	6,7 (43%)	0,9 (6%)	0 (0%)	15,6 (100%)	kg

Tableau 7 : Distinction des émissions des aéronefs par phase LTO et des APU sur la plateforme aéroportuaire en 2019

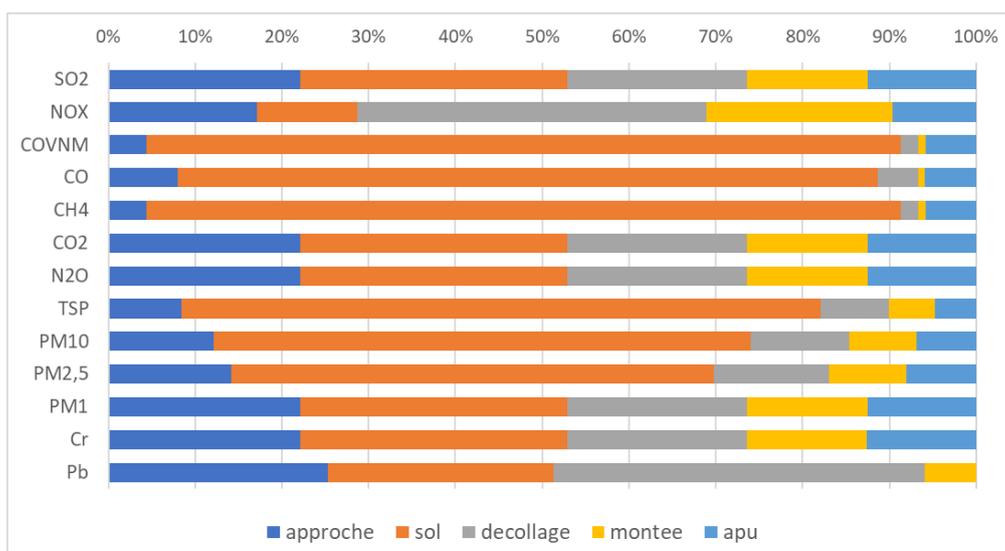


Figure 39 : Contribution de chaque phase de cycles LTO et des APU des aéronefs de plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019

Pour plusieurs des polluants inventoriés, la phase au sol est la plus émettrice dans les contributions des mouvements d'aéronefs. Ce constat s'explique de plusieurs manières. Le temps de cette phase « sol » (roulage au sol à l'arrivée et au départ) est le plus long (847 sec en moyenne pour les vols IFR) des 4 phases (hors APU). Bien que le taux de consommation de carburant soit plus faible lors de la phase au sol, les consommations associées sont plus élevées. De plus, les moteurs fonctionnant à des régimes réduits seront associés à des combustions moins efficaces et donc des émissions unitaires plus élevées pour certains polluants. C'est le cas notamment des COVNM et du CO. Pour les particules, des émissions hors combustion s'ajoutent à celles du fonctionnement des moteurs. Elles sont liées à l'usure des pneus, disques et plaquettes des trains d'atterrissage. Elles représentent 62% des TSP, 45% des PM10, 35% des PM2,5 et 6% du Black Carbon (ces usures n'émettent pas de PM1)

		SO ₂	NO _x	COVNM	CO	TSP	PM10	PM2,5	PM1
IFR	Total IFR	22 908	264 077	16 006	236 710	27 073	19 051	13 979	7 654
	Approche	5 060	45 129	697	17 948	2 436	2 436	2 056	1 691
	APU	2 875	25 425	941	14 895	1 384	1 384	1 168	961
	Décollage	4 731	106 329	239	2 564	2 278	2 278	1 923	1 581
	Montée	3 182	56 649	146	1 895	1 532	1 532	1 293	1 063
	Sol	7 059	30 545	13 984	199 408	19 443	11 421	7 539	2 359
VFR	Total VFR	37	232	307	13 730	1 899	958	563	12
	Approche	7	50	22	1 981	3	3	3	2
	APU	4	28	3	43	2	2	2	1
	Décollage	16	126	84	8 904	8	8	6	5
	Montée	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sol	10	29	198	2 802	1 886	945	552	3
Total général		22 945	264 309	16 313	250 439	28 972	20 010	14 542	7 667

		CH ₄	CO ₂	N ₂ O	Pb	Cr
IFR	Total IFR	1 778	72 159 309	2 016	3	58
	Approche	77	15 939 486	445	1	13
	APU	105	9 057 814	253		7
	Décollage	27	14 904 057	416	1	12
	Montée	16	10 021 797	280	1	8
	Sol	1 554	22 236 154	621	1	18
VFR	Total VFR	34	116 486	3	13	0
	Approche	2	21 939	1	3	0
	APU	0	13 650	0		0
	Décollage	9	49 378	1	6	0
	Montée	-	-	-	-	-
	Sol	22	31 519	1	3	0
Total général		1 813	72 275 795	2 019	16	59

Tableau 8 : Distinction des émissions en kg des aéronefs par phase LTO et type de vol (IFR et VFR) sur la plateforme aéroportuaire en 2019

2.3. Comparaison des résultats avec ceux de la zone environnante

Parallèlement aux travaux d'inventaires sur la plateforme, plusieurs campagnes de mesures de concentrations de polluants dans l'air ont été réalisées sur cette dernière et dans une zone environnante de l'aéroport. La zone d'étude de ces campagnes couvre huit communes : Bartenheim, Blotzheim, Hégenheim, Hésingue, Huningue, Rosenau, Saint-Louis, Village-Neuf. Cette même zone environnante a été choisie pour comparer les émissions de la plateforme et celles des activités aux alentours (issues de l'inventaire Grand Est).

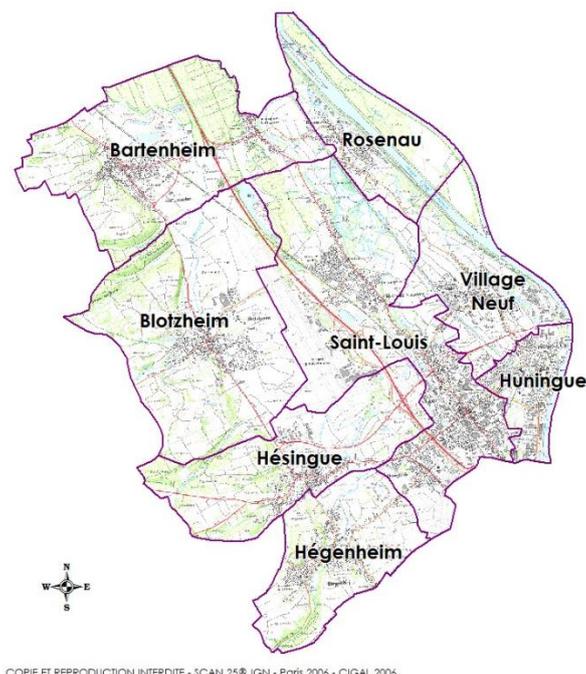


Figure 40 : Carte de la zone environnante de la plateforme aéroportuaire de Bâle-Mulhouse

La comparaison des niveaux d'émissions de polluants dans ces communes aux résultats des émissions propres à la plateforme et aux aéronefs permet de hiérarchiser les sources d'émissions et d'obtenir un aperçu de la contribution des activités aéroportuaires vis-à-vis des autres sources de la zone. L'ensemble des résultats de la zone environnante provient de l'inventaire Grand Est V2021 réalisé par ATMO Grand Est. Cette comparaison est faite à titre indicatif pour donner des ordres de grandeur et des équivalences car elle présente toutefois une limite pour une interprétation totalement pertinente.

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.

Le calcul des émissions selon le guide méthodologique permet d'identifier 20 activités (en plus des émissions des aéronefs) potentiellement génératrices de polluants atmosphériques. Au regard des calculs mis en œuvre et des résultats précédemment présentés, 5 activités principales sont prédominantes :

- Trafic de véhicules routiers (Zone Réservee et Zone publique)
- Engins spéciaux aéroportuaires
- Consommation de combustibles par les centrales énergie
- Stockage d'hydrocarbure

- Trafic aérien

De par leur nature, les activités de trafic de véhicules, les consommations des centrales énergie, le trafic aérien et les émissions (hors POP et métaux lourds) totales de la plateforme ont été comparées aux données d'émissions de la zone environnante.

2.3.1. Emissions totales

	Polluant	Emissions totales zone environnante 2019 (t/an)	Emissions totales aéroport (sources au sol + aéronefs) 2019 (t/an)	% aéroport /ZE
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	35	23	66%
	NO _x	682	301	44%
	COVNM	573	161	28%
	CO	1 340	278	21%
	NH ₃	75	0,1	0,2%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG ₂₀₀₇	254 347	88 498	35%
	CH ₄	218	3,9	1,8%
	CO ₂	229 583	87 476	38%
	N ₂ O	24	3,0	12%
	HFC	12 102	25	0%
	PFC	-	-	-
PARTICULES EN SUSPENSION	SF ₆	135,4	-	-
	TSP	283	52	19%
	PM10	138	26	19%
	PM2,5	86	17	20%
	PM1	65	9	15%

Tableau 9 : Comparaison des émissions totales de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse (sources au sol + aéronefs) avec les émissions totales des communes de la zone environnante (ZE)

Les émissions SO₂ et NO_x dues aux activités de l'aéroport atteignent respectivement 66 et 44 % des émissions totales de la zone environnante (ZE). Ces polluants, plutôt spécifiques aux activités de combustion sont principalement issus des consommations de carburants par les aéronefs et dans une moindre mesure des consommations de carburants et combustibles des sources au sol (centrales énergies, trafic de véhicules et engins aéroportuaires).

Pour les autres polluants (particules, CO, COVNM, et CO₂) les activités aéroportuaires contribuent pour 12 à 38% des émissions de la zone environnante.

Concernant le CH₄, l'aéroport contribue seulement pour 1,8% des émissions de la ZE en lien avec la présence d'un site d'enfouissement de déchets sur la ZE, générateur d'émissions significatives de méthane.

2.3.2. Emissions du trafic de véhicules

Du fait du passage de l'autoroute A35, de la position frontalière et des activités tertiaires et industrielles opérées sur la zone, le trafic de véhicules routiers de la zone environnante est une activité prépondérante. Il est donc intéressant de comparer les émissions du trafic propre à la plateforme aux émissions totales du trafic routier sur la ZE. Pour information le trafic sur la plateforme aéroportuaire comptabilise 23 millions de kilomètres parcourus. Le trafic du secteur routier sur la zone environnante comptabilise 3,6 milliards de kilomètres parcourus.

Pour rappel, le trafic routier de la zone environnante englobe le trafic généré par l'activité de l'aéroport (notamment sur l'A35) pour accéder et repartir de la plateforme (passagers et salariés).

	Polluant	Emissions Transport routier ZE 2019 (t/an)	Emissions trafic véhicules routiers aéroport 2019 (t/an)	% aéroport /ZE
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	1	0,03	6%
	NO _x	281	14	5%
	COVNM	70	1,3	2%
	CO	257	10	4%
	NH ₃	3	0,1	4%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG ₂₀₀₇	84 648	4 755	6%
	CH ₄	2	0,2	12%
	CO ₂	81 523	4 693	6%
	N ₂ O	3	0,2	7%
	HFC	2 296	-	-
	PFC	-	-	-
	SF ₆	-	-	-
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	23	1,5	7%
	PM10	17	1,1	7%
	PM2,5	12	0,7	6%
	PM1	7	0,3	5%

Tableau 10 : Comparaison des émissions dues au trafic de véhicules routiers sur la zone aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019 à celles liées au transport routier sur la zone environnante en 2019

Les émissions du transport routier sur la plateforme sont relativement faibles comparées à celles du trafic routier de la zone environnante : entre 2 et 12% selon les polluants. Le trafic routier de transit dû à l'A35 possède une grande influence sur les émissions de la zone. La part des émissions du trafic routier sur la plateforme par rapport à celui de la ZE varie en fonction du polluant. Ceci s'explique par une composition des parcs roulant, des vitesses de circulation et le taux de charge des tronçons routiers.

2.3.3. Emissions de combustions liées aux sources fixes

Les émissions dues à la production de chaleur et d'électricité 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 énergie de l'aéroport dans l'inventaire Grand Est.

	Polluant	Emissions Combustion résidentiel-tertiaire ZE 2019 (t/an)	Emissions centrales énergie aéroport 2019 (t/an)	% aéroport /ZE
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	14	0,1	1%
	NO _x	76	13	17%
	COVNM	82	10	13%
	CO	671	3,1	0,5%
	NH ₃	11	-	-
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG ₂₀₀₇	78 179	8 881	11%
	CH ₄	33	0,7	2%
	CO ₂	77 088	8 750	11%
	N ₂ O	0,9	0,4	43%
	HFC	-	-	-
	PFC	-	-	-
	SF ₆	-	-	-
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	38	0,1	0,4%
	PM ₁₀	36	0,1	0,4%
	PM _{2,5}	35	0,1	0,4%
	PM ₁	35	0,1	0,4%

Tableau 11 : Comparaison des émissions dues aux centrales énergies sur la zone aéroportuaire de Bâle Mulhouse à celles de la combustion dans les secteurs résidentiel et tertiaire sur la zone environnante en 2019

Les émissions des centrales énergie de la plateforme participent pour des valeurs allant de 0,4 à 43% des émissions liées à la combustion des secteurs résidentiel et tertiaire de la ZE.

La valeur remarquable d'une participation de 43% des émissions de N₂O issus de l'aéroport est en réalité liée à une différence méthodologique. En effet, dans le calcul d'émission des centrales énergie de l'aéroport, le facteur d'émission du N₂O pour le gaz naturel est de 2,5g/GJ (facteur d'émission issu d'une étude sur le protoxyde d'azote émis par les chaufferies de dimensions industrielles) alors que celui utilisé dans l'inventaire Grand Est pour la zone environnante est 25x moins important avec une valeur de 0,1g/GJ (moyenne des facteurs d'émissions pour tous types de chaudières et tous types de combustibles dans le résidentiel/tertiaire). Ainsi, si l'on recalcule les émissions de N₂O de l'aéroport pour cette activité elles seraient de 0,015 tonnes/an et ne représenteraient alors plus que 1,7% des émissions de combustion résidentielles et tertiaires sur la ZE.

Les émissions de NO_x et de COVNM liées aux centrales énergie de la plateforme participent respectivement pour 17 et 13% des émissions des activités équivalentes de la ZE. Les facteurs d'émissions utilisés entre les deux inventaires sont soit proches soit identiques. Cependant, la comptabilisation fine des activités dans l'inventaire de l'aéroport tient compte de l'installation de cogénération au gaz naturel dont les facteurs d'émissions sont plus importants que ceux des chaudières classiques au gaz naturel. L'inventaire Grand Est utilisé pour déterminer les émissions de la ZE applique quant à lui un mix théorique de consommations et d'installations plus conventionnelles (chaudières classiques et panel de combustibles plus variés) aux secteurs résidentiel et tertiaire. Ceci explique la représentativité relativement élevée des centrales énergies par rapport à la ZE pour les polluants cités ci-dessus.

Les rejets atmosphériques de CO₂, dont l'aéroport représente 11% des émissions résidentielles et tertiaires de la ZE, sont quant à eux représentatifs de la quantité d'activité des centrales énergies de l'aéroport vis à vis des activités équivalentes de la ZE. Mais il est important de retenir que les méthodes

de quantification des consommations (et donc des émissions) entre les deux inventaires peuvent tout de même créer une disparité entre les résultats.

Pour les particules, le SO₂ et le CO, la contribution des centrales énergies aux émissions de combustion dans les secteurs résidentiel et tertiaire de la ZE ne dépasse pas les 1%.

2.4. Comparaison des résultats à ceux de territoires plus vastes

2.4.1. Au regard des émissions totales du département et de la région

	Polluant	Emissions totales aéroport (sources au sol + aéronefs) 2019 (t/an)	Emissions totales Haut-Rhin 2019 (t/an)	% aéroport/Haut-Rhin	Emissions totales Grand Est 2019 (t/an)	% aéroport/Grand Est
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHEMIQUE	SO ₂	23	702	3,3%	8 934	0,3%
	NO _x	301	9 289	3,2%	68 881	0,4%
	COVNM	161	9 038	1,8%	67 160	0,2%
	CO	278	26 268	1,1%	233 616	0,1%
	NH ₃	0,1	3 781	0,003%	70 188	0,0002%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG ₂₀₀₇	88 498	5 485 910	1,6%	45 378 491	0,2%
	CH ₄	3,9	8 858	0,04%	188 938	0,002%
	CO ₂	87 476	4 733 959	1,8%	35 006 467	0,2%
	N ₂ O	3,0	1 196	0,3%	14 567	0,02%
	Fluorés (HFC, PFC, SF ₆)	25	174 218	0,01%	1 307 758	0,002%
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	52	5 506	1,0%	89 008	0,1%
	PM ₁₀	26	2 566	1,0%	31 001	0,1%
	PM _{2,5}	17	1 766	1,0%	16 604	0,1%
	PM ₁	9	1 407	0,7%	11 923	0,1%

Tableau 12 : Comparaison des émissions totales de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse (sources au sol + aéronefs) aux émissions du département du Haut-Rhin et de la région Grand Est.

Les émissions des activités de la plateforme aéroportuaire comprenant les sources au sol et les aéronefs ont été comparées aux émissions totales du département du Haut-Rhin et de la région Grand Est. Selon le polluant, la plateforme participe pour 0,003 à 3,3% des émissions du département. Les contributions les plus élevées concernent le SO₂ et les NO_x 3,3 et 3,2%. Pour les particules, la contribution aux émissions est d'environ 1%.

Au niveau du Grand Est, les activités de la plateforme participent globalement pour une faible part des émissions avec un maximum de 0,4% pour les NO_x.

2.4.2. Au regard des émissions des aéronefs du Grand Est

Polluant		Emissions aéronefs Bâle Mulhouse 2019 (t/an)	Emissions aéronefs Grand Est 2019 (t/an)	% Bâle Mulhouse / Grand Est
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	23	32	71%
	NO _x	264	368	72%
	COVNM	16	36	45%
	CO	250	866	29%
	NH ₃	-	-	-
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG ₂₀₀₇	72 923	103 261	71%
	CH ₄	2	4	45%
	CO ₂	72 276	102 211	71%
	N ₂ O	2	3	63%
	Fluorés (HFC, PFC, SF ₆)	-	25	-
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	29	42	69%
	PM10	20	29	70%
	PM2,5	15	20	72%
	PM1	8	11	70%

Tableau 13 : Comparaison des émissions des aéronefs de la plateforme de Bâle Mulhouse aux émissions des aéronefs de la région Grand Est.

Avec plus de 9 millions de passagers en 2019, la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse occupe une part importante des activités aériennes opérées dans la région Grand Est. Ainsi, la participation des émissions liées à ces activités est significative à l'échelle de la région. Pour les polluants SO₂, NO_x, TSP, PM10, PM2.5 et PM1, la contribution des aéronefs transitant par la plateforme de Bâle Mulhouse est de l'ordre de 69 à 72%. Pour les émissions de CO et COVM, la contribution de l'aéroport est respectivement de 29 et 45%.

Concernant les émissions de GES : PRG, CO₂, CH₄, N₂O, la contribution des émissions des aéronefs transitant par la plateforme par rapport à l'ensemble des émissions des aéronefs Grand Est est respectivement de 71, 71, 45 et 63%.

2.5. Comparaison avec l'inventaire de la plateforme pour l'année 2015

2.5.1. Les sources au sol (hors aéronefs)

Lors de la réalisation du nouvel inventaire de la plateforme aéroportuaire de Bâle-Mulhouse pour l'année 2019, les données d'entrées 2015 du précédent inventaire ont été reprises et intégrées aux calculs. Les informations récupérées pour l'année 2019 ont permis de corriger certaines données 2015 incomplètes ou manquant de précisions. Concernant le trafic routier, l'outil de calcul détaillé (Circul'Air) utilisé pour 2019 a été réappliqué intégralement sur 2015. L'aéroport de Bâle-Mulhouse dispose donc de deux années d'inventaire calculées selon les mêmes méthodologies, excepté pour les émissions des cycles LTO où des précisions ont été apportées pour 2019. Ces 2 années d'inventaires sont donc comparables d'un point de vue méthodologique mais il convient de souligner des limites inhérentes à la collecte des données des entreprises de la plateforme :

- La collecte des données entre les inventaires n'a pas bénéficié du même taux de retour (26% en 2019 et 37% en 2015). Le taux de retour en 2020 (sur l'année 2019) a été plus faible qu'en 2016 (sur l'année 2015) en lien avec l'activité réduite des entreprises de la plateforme pendant la crise sanitaire. Cependant, les données des répondants étaient plus complètes en 2020.
- Les intervenants des entreprises ayant renseigné les questionnaires entre les versions d'inventaires ont pu changer étant donné le nombre d'années entre les deux exercices.
- Les résultats pour un même questionnaire entre les deux inventaires ont pu ne pas être renseignés de la même manière.
- Pour répondre à un même questionnaire, les indicateurs disponibles pour chaque année auprès des enquêtés, ne sont pas forcément les mêmes.

Polluant		Emissions Sources au sol 2019 (t/an)	Emissions Sources au sol 2015 (t/an)	Evolution 2019/2015
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO ₂	0,14	0,12	12%
	NO _x	37	36	1%
	COVNM	144	139	4%
	CO	27	25	10%
	NH ₃	0,1	0,2	-30%
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG ₂₀₀₇	15 575	14 391	8%
	CH ₄	2,1	2,0	3%
	CO ₂	15 200	14 030	8%
	N ₂ O	1,0	0,7	34%
	Fluorés (HFC, PFC, SF ₆)	25	87	-71%
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	24	27	-12%
	PM ₁₀	6,0	6,5	-7%
	PM _{2,5}	3,0	3,0	-3%
	PM ₁	1,7	1,8	-2%

Tableau 14 : Comparaison des émissions totales des sources au sol de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse entre les deux années d'inventaires 2015 et 2019

De manière globale, les ordres de grandeurs sont conservés entre les deux années d'inventaire. La variation d'émissions est principalement liée à l'intensité d'activité globale de la plateforme, au mix de sources d'énergies utilisées pour les activités consommant de l'énergie (fioul, gaz naturel, gazole non routier, essence...) et, plus spécifiquement pour certains polluants, à l'intensité d'activité très fluctuante d'une année à l'autre pour certaines sources d'émissions non liées à l'énergie (réfrigération et

climatisation, chantiers et constructions...). Les résultats complets par activité pour les années 2015 et 2019 sont disponibles dans l'annexe 2.

Pour les polluants SO₂, NO_x, COVNM, CO, CH₄, CO₂, N₂O, il est constaté une augmentation de 1 à 34% des émissions entre 2015 et 2019. Pour plusieurs de ces polluants, les émissions sont pour une grande part, liées aux consommations d'énergies :

- Les centrales énergies, premier consommateur de la plateforme ont vu leurs consommations augmenter de 3%. Le mix énergétique utilisé dans les installations étant relativement similaire entre les 2 inventaires, les émissions de plusieurs polluants (CO, CO₂, CH₄, N₂O, PM) ont une évolution identique aux consommations.
- Le second poste le plus consommateur est le trafic de véhicules routiers. L'augmentation du trafic se traduit par une consommation de carburant de +15% entre les 2 années, les émissions de SO₂, CH₄, N₂O et CO₂ suivent la même tendance. A l'inverse, en raison de l'évolution du parc roulant tendant vers des moteurs moins polluants, les émissions de NO_x, COVNM et CO marquent une tendance à la baisse.
- Le troisième poste le plus consommateur d'énergie est constitué par les engins spéciaux aéroportuaires. Les consommations et émissions de plusieurs polluants ont augmenté en moyenne de 30 à 40%. En 2015, 153 engins aéroportuaires avaient été recensés contre 164 en 2019. Si cette tendance à l'augmentation des émissions est cohérente avec l'activité aéroportuaire (nombre de mouvements, nombre de passagers), les consommations horaires et temps de fonctionnement transmis pour les calculs sont des estimations parfois grossières fournies par les entreprises et l'incertitude associée à ces valeurs peut être élevée.

Pour d'autres polluants, tels que le NH₃, les composés fluorés et les particules, les émissions ont une tendance à la baisse entre les 2 inventaires.

- Le trafic de véhicules routier voit ses émissions de NH₃ et de particules PM_{2,5} et PM₁₀ baisser. Cette tendance s'explique par le parc de véhicules roulants plus performant en 2019 qu'en 2015 : les moteurs ont des combustions plus efficaces, les véhicules sont davantage équipés de filtres à particules.
- Concernant les émissions de particules, ce sont les activités de chantier et construction qui imposent leur tendance. Ces émissions sont directement proportionnelles à la quantité de travaux engagés pendant l'année inventoriée. En 2019, les émissions de particules (principalement TSP et PM₁₀) liées à cette activité sont 15% moins importantes que celles de 2015.
- Les émissions de composés fluorés baissent de 71% entre 2015 et 2019. Au niveau de la plateforme, seuls des HFC utilisés dans des installations de production de froid ont été recensés. Ces émissions sont comptabilisées en réalisant un suivi des opérations de remplissage de fluide (équivalents à l'émission fugitive de fluide HFC réelle de l'installation) lors des opérations de maintenance. Ces remplissages sont très ponctuels et les quantités rechargées en 2019 (14 kg de fluide) lors des maintenances sont inférieures à celles rechargées en 2015 (26 kg de fluide).

2.5.2. Les aéronefs

Comme précisé précédemment, cet inventaire 2019 de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse a été l'occasion de mettre en place une méthodologie fine spécifique pour la prise en compte des émissions des aéronefs. La collecte de données a permis d'obtenir des informations fines sur l'identification du moteur utilisé par chaque avion et du temps spécifique pour chaque phase LTO.

Le graphique ci-dessous présente les résultats de l'inventaire 2019 des aéronefs, réalisé spécifiquement pour cette étude (appelée méthode détaillée), mais aussi les résultats issus de l'inventaire Grand Est réalisé annuellement par ATMO Grand Est (appelée méthode standard) pour les années 2019 et 2015.

	Polluant	Emissions aéronefs Bâle Mulhouse 2019		Emissions aéronefs Bâle Mulhouse 2015
		méthode détaillée (t/an)	méthode standard (t/an)	méthode standard (t/an)
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHEMIQUE	SO ₂	23	20	18
	NO _x	264	208	181
	COVNM	16	17	19
	CO	250	243	233
	NH ₃	-	-	-
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	PRG ₂₀₀₇	72 923	64 528	57 756
	CH ₄	1,8	2	2
	CO ₂	72 276	63 947	57 228
	N ₂ O	2	2	2
	HFC	-	-	-
	PFC	-	-	-
	SF ₆	-	-	-
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	29	27	26
	PM10	20	18	17
	PM2,5	15	13	12
	PM1	8	7	6

Tableau 15 : Comparaison des émissions des aéronefs de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse entre les inventaires 2019 méthode détaillée et 2019 et 2015 méthode standard

Concernant les résultats de la méthode standard, on observe pour la plupart des polluants, une augmentation des émissions allant de 4 à 12% entre 2015 et 2019 sauf pour les CH₄ et les COVNM qui montrent une baisse de 6%. Cette tendance globale à la hausse s'explique par l'évolution de l'activité aéroportuaire entre les deux années avec 94 000 mouvements d'aéronefs en 2015 et 99 000 mouvements en 2019 soit 5% en plus.

Concernant les résultats 2019 de la méthode détaillée comparés aux résultats 2019 de la méthode standard : les valeurs conservent le même ordre de grandeur avec une estimation généralement plus élevée de 3 à 27% (+9% en moyenne) pour la méthode détaillée. La principale raison de cette hausse s'explique par les temps de phase LTO « montée » et « décollage » plus élevés respectivement de 26 secondes et 18 secondes. Ces phases étant alors plus consommatrices d'énergie, il en découle des estimations des émissions de polluants plus importantes.

B. EMISSIONS INDIRECTES DE GAZ A EFFET DE SERRE

1. PERIMETRE ET METHODE

Les inventaires d'émissions indirects portent sur les émissions de gaz à effet de serre uniquement.

Le périmètre de prise en compte des activités peut être très large en englobant tout un ensemble d'activités :

- Des activités amont nécessaires à la fabrication et la fourniture de biens et d'énergies et de services nécessaires à l'activité de la personne morale.
- D'activités aval induites par le fonctionnement propre de la personne morale (déplacements, fin de vie des biens et consommables...).

Ce périmètre doit être choisi en amont et en cohérence des responsabilités et démarches engagées par la personne morale en matière de gestion de son impact sur le climat.

Dans le cadre de sa démarche ACA (Airport Carbon Accreditation), l'aéroport de Bâle Mulhouse a choisi d'évaluer les émissions indirectes de GES générées par le déplacement des employés et des passagers transitant par la plateforme. De manière précise, le périmètre a été défini selon les 4 postes suivants :

- Les déplacements domicile-travail des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse (*Domicile-travail_EAP*)
- Les déplacements domicile-travail des employés des entreprises tierces de la plateforme (*Domicile-travail_Plateforme*)
- Les déplacements professionnels des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse (*Déplacements_PRO_EAP*)
- Les déplacements des passagers pour accéder et repartir de l'aérogare (*Déplacements_Passagers*). Les émissions des passagers lors des cycles LTO et des phases de croisières des aéronefs ne sont pas comptabilisées dans ce poste.

Comme pour l'inventaire des émissions directes, l'année de référence est l'année 2019.

1.1. Déplacements domicile-travail des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse

Pour comptabiliser les émissions de ce poste, plusieurs informations relatives aux employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse ont été compilées :

- Les communes de résidence des employés Suisse, Français et Allemands.
- Les parts modales des déplacements des employés par pays de résidence.
- Les employés venant en transport en commun.
- La part d'employés en temps partiel.
- Le nombre de trajets par employé et par jour.
- Le nombre de jour travaillés en 2019.
- Le taux de remplissage des véhicules.

A partir de ces éléments, des distances unitaires ont été déterminées entre les communes de résidences, gares ferroviaires et gares routières pour l'accès la plateforme. Ces distances sont alors croisées avec les autres informations et permettent de déterminer les distances totales parcourues pour chaque mode de transport.

Pays	Automobile	Train	Bus
France	4 050 665	185 556	17 792

Switzerland	339 588	171 668	56 256
Germany	4 693	0	1 383
Total	4 394 945	357 225	75 431

Tableau 16 : Distances totales parcourues en 2019 en km par mode de transport pour les déplacements domicile-travail des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse.

1.2. Déplacements domicile-travail des employés des entreprises tierces de la plateforme

Pour comptabiliser les émissions de ce poste, plusieurs d'informations relatives aux employés travaillant sur la plateforme ont été compilées :

- Le nombre de salariés de chaque entreprise travaillant sur la plateforme.
- Les parts modales des déplacements des employés par pays de résidence.
- Les parts respectives des employés de la plateforme résidant en Suisse, France et Allemagne.
- La distance moyenne d'un trajet domicile-travail parcourue par un employé en fonction de son pays de résidence (Suisse, France et Allemagne). Cette information non disponible dans les statistiques des employés des entreprises tierces de la plateforme, a été reprise des distances moyennes calculées à partir des informations des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse.
- Le nombre de trajets par employé et par jour.
- Le nombre de jour travaillés en 2019.
- Le taux de remplissage des véhicules.

Pays	Automobile	Train	Bus
France	52 569 564	6 649 283	637 558
Switzerland	8 033 377	4 061 027	1 330 798
Germany	1 115 668	0	328 798
Total	61 718 609	10 710 310	2 297 154

Tableau 17 : Distances totales parcourues en 2019 en km par mode de transport pour les déplacements domicile-travail des employés des entreprises tierces de la plateforme.

1.3. Déplacements professionnels des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse

Ce poste concerne les déplacements professionnels des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse, c'est-à-dire les déplacements uniquement réalisés dans le cadre du travail hors trajet domicile-travail. Les informations collectées pour déterminer les distances parcourues en 2019 par mode de transport sont :

- Les kilométrages parcourus des véhicules particuliers utilisés pour les déplacements professionnels.
- Les coûts, en euros, des trajets réalisés en train et en avion avec une distinction France et Suisse pour les trains.
- Le coût moyen au kilomètre distingué pour le train français, le train suisse et l'avion.

Les distances parcourues en train et en avion ont été estimées sur la base de tarifs moyens par unité de distance.

	Automobile	Train Français	Train Suisse	Avion
Kilomètres parcourus	91 969	127 670	504	680 862

Tableau 18 : Distances totales parcourues en 2019 en km par mode de transport pour les déplacements professionnels des employés de l'Aéroport de Bâle Mulhouse.

1.4. Déplacements des passagers pour accéder et repartir de l'aérogare

Ce poste d'émissions indirectes comptabilise les trajets des passagers pour accéder et repartir de la plateforme aéroportuaire. Les émissions émises aux avions ne sont pas comptabilisées ici mais dans les émissions directes des aéronefs pendant les phases des cycles LTO (Cf. 2.2 Emissions de aéronefs).

Les données collectées pour l'estimations des émissions de ce poste sont les suivantes :

- Les parts modales des déplacements des passagers distinguées par pays d'origine ou de destination (Suisse, France et Allemagne).
- Les origines et destination des passagers transitant par l'aéroport.
- La part d'utilisation du train et du bus pour les passagers utilisant les transports en commun.
- Le nombre de passagers total qui ont transité par la plateforme en 2019.
- Le taux de remplissage par voiture.
- La prise en compte des trajets des accompagnateurs.

Les distances parcourues par mode de transport et pays d'origine et destination sont les suivants. Le mode de transport transfert service correspond à des navettes (bus) d'agences de croisière sur le Rhin qui récupèrent et ramènent les passagers à l'aéroport.

Pays	Automobile	Taxi	Transfert service	Train	Bus
France	98 710 432	17 180 873	4 207 619	33 097 598	3 677 511
Switzerland	89 524 986	35 783 936	5 333 215	153 384 266	17 042 696
Germany	45 640 650	8 677 216	3 706 759	39 349 181	4 372 131
Total	233 876 067	61 642 025	13 247 593	225 831 045	25 092 338

Tableau 19 : Distances totales parcourues en 2019 en km par mode de transport pour les passagers accédant et repartant de l'Aéroport de Bâle Mulhouse.

2. RESULTATS DES EMISSIONS INDIRECTES DE GES

Les émissions de GES ont été calculées à partir des estimations de distances parcourues présentées dans les paragraphes précédents ainsi qu'un ensemble de facteurs d'émissions spécifiques à chaque mode de transport. L'ensemble des facteurs provient de la Base Carbone de l'ADEME, qui constitue une référence en termes de facteurs d'émissions pour les bilans et diagnostics de GES. Les facteurs d'émissions utilisés dans cette étude sont les suivants.

Mode	Facteur d'émission	Unité
Véhicule particulier	0,17800	kgCO ₂ e/km
Bus moyen (tous carburants)	0,13700	kgCO ₂ e/passager.km
Train Allemand	0,06680	kgCO ₂ e/passager.km
Train Français	0,01327	kgCO ₂ e/km
Train Suisse	0,00374	kgCO ₂ e/passager.km
Avion	0,10200	kgCO ₂ e/passager.km

Tableau 20 : Facteurs d'émissions utilisés pour le calcul des émissions de GES des employés et passagers de l'aéroport de Bâle Mulhouse (source : Base Carbone).

Distances (km)	
Voiture	361 723 616
Train	237 026 752
Bus	40 712 516
Avion	680 862

Tableau 21 : Distances totales parcourues par mode de transport pour les déplacements des employés et passagers de l'aéroport de Bâle Mulhouse en 2019. La distance parcourue en avion ne concerne que les déplacements professionnels des employés de l'entreprise EuroAirport.

Les résultats sont donnés en CO₂e compilant les émissions de l'ensemble des GES émis (CO₂, CH₄, N₂O et composés fluorés).

L'ensemble des **émissions indirectes de GES des déplacements induits (des employés et passagers)** par la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse s'élève, en 2019, à **73 704 tonnes de CO₂ équivalents**.

Emissions indirectes de GES par poste d'émission

Cette partie présente les émissions de GES indirects de l'aéroport de Bâle Mulhouse par poste d'émission définis dans la partie 1. **Périmètre et méthode**.

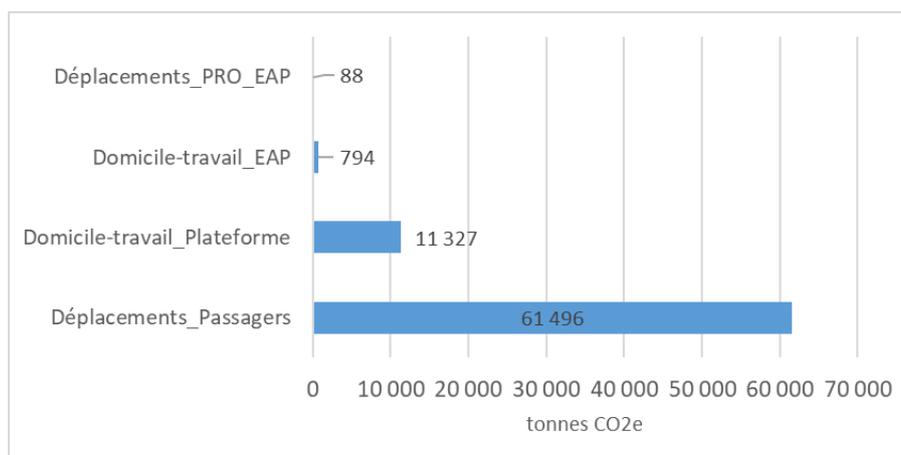


Figure 41 : Emissions indirectes de GES 2019 par poste d'émission

Discriminées par poste, les émissions de GES indirects sont majoritairement liées aux déplacements des passagers (et de leurs accompagnants). Elles s'élèvent à 61 496 tonnes CO₂e soit 83% des GES indirects. Le second poste est occupé par les trajets domicile-travail des employés de la plateforme qui contribue à 11 327 tonnes CO₂e soit 15% du total. Les trajets domicile-travail des employés EAP ainsi que les trajets professionnels des employés EAP contribuent respectivement pour 1,1 et 0,1% des émissions.

Cette distribution est corrélée à la quantité d'activité de chaque poste d'émission. En effet, les passagers transitant par la plateforme sont les plus nombreux avec 9 090 312 passagers en 2019. Les entreprises tierces de la plateforme comptent ~6 000 employés et l'entreprise Aéroport de Bâle Mulhouse compte ~400 employés.

Emissions indirectes de GES par mode de transport

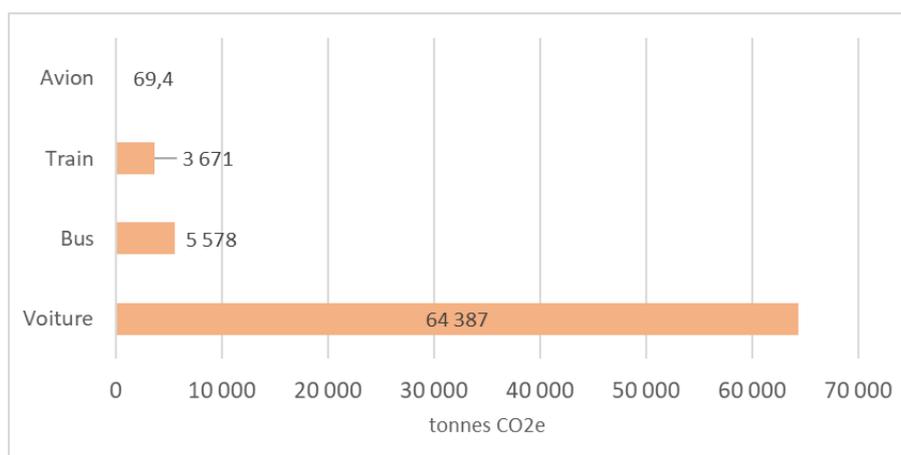


Figure 42 : Emissions indirectes de GES des activités de l'Euroairport en 2019 par mode de transport

Les voitures constituent le moyen de transport le plus utilisé pour accéder à la plateforme et le plus émetteur de GES. Les émissions de ce mode de transport participent pour 87% du total des émissions de GES indirects avec 67 397 tonnes CO₂e. Les modes de transport bus et train participent pour 8 et 5% des GES avec respectivement 5 578 tonnes CO₂e et 3 671 tonnes CO₂e.

Le train constitue le moyen d'accès le plus sobre en termes d'émissions de GES. En 2019, c'est le 2^{ème} mode de transport le plus utilisé pour accéder à l'aéroport (237 millions de kilomètres) et le 3^{ème} émetteur de GES après les voitures et les bus.

Contribution des modes de transport pour chaque poste d'émission

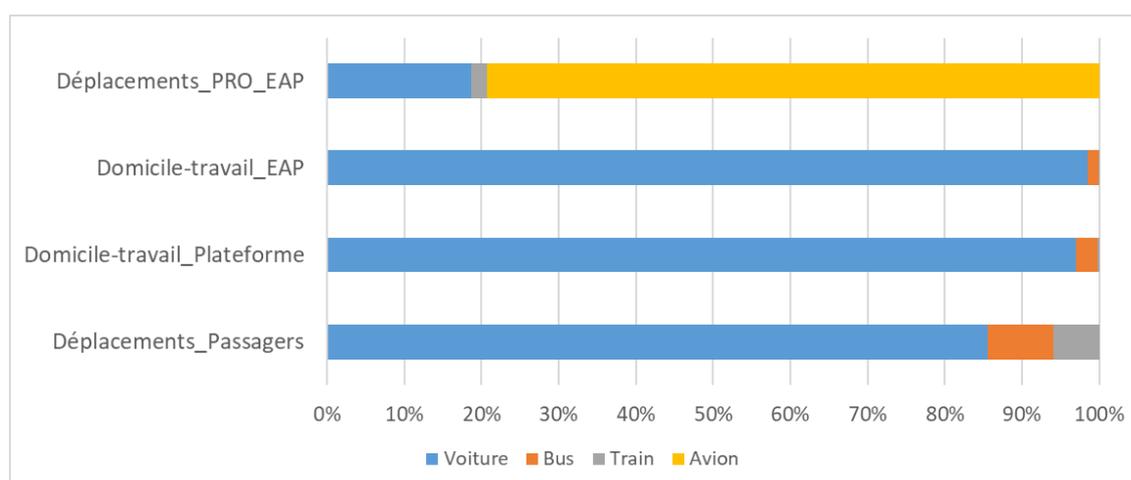


Figure 43 : Contribution des modes de transport par poste d'émission de GES indirect en 2019

Hormis pour les déplacements professionnels, l'utilisation de la voiture reste le premier moyen de transport et le premier émetteur avec 85 à 99% des émissions de GES selon le poste.

Comparaison des émissions indirectes de GES au regard des émissions directes des sources au sol et aéronefs

La figure ci-dessous confronte les émissions directes de GES (sources au sols et aéronefs de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse) aux émissions indirectes de GES liées aux déplacements des employés et passagers. Pour information, les émissions directes et indirectes de GES ne sont pas réellement sommables en raison de l'existence de doubles comptes. Par exemple, les émissions du trafic routier dans l'inventaire des sources au sol de la plateforme se retrouvent également en partie dans les émissions indirectes liées aux déplacements des employés et passagers.

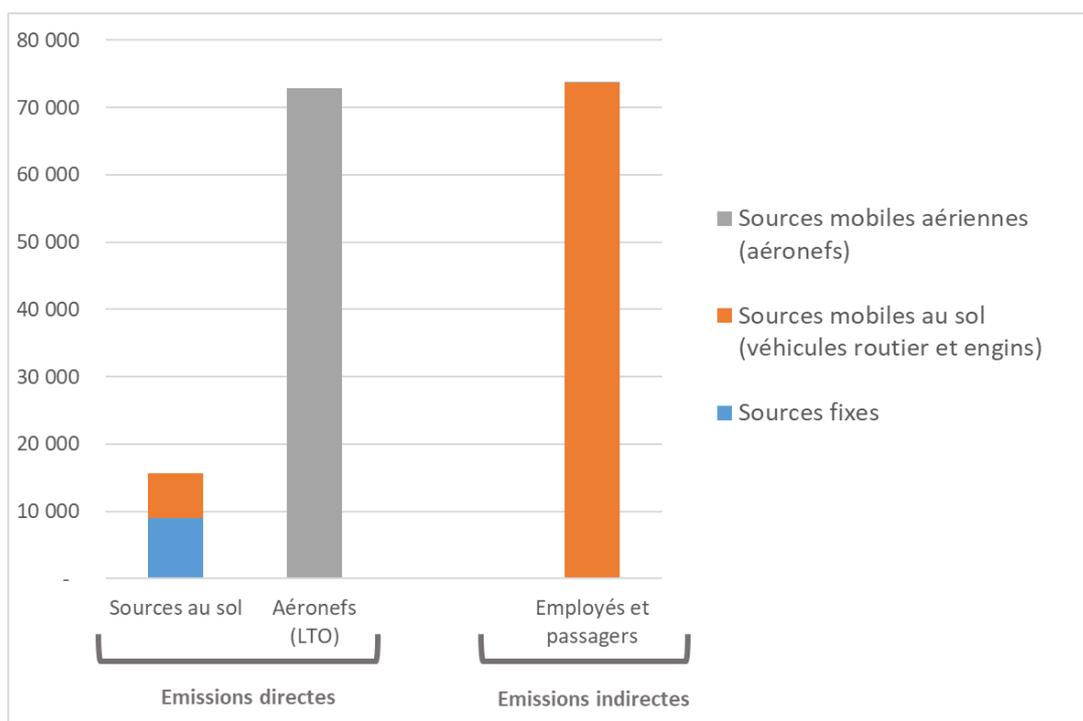


Figure 44 : Emissions directes et indirectes de GES liées aux déplacements pour la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse en 2019 (en tonne CO₂e)

L'évaluation d'une partie des émissions indirectes de GES de la plateforme, en l'occurrence celles liées aux déplacements des employés et des passagers, met en évidence la place importante des activités indirectes au regard de l'activité propre d'une personne morale. Dans le cas de l'aéroport de Bâle Mulhouse, la contribution en 2019 des déplacements des passagers et des employés (74 000 tonnes CO₂e) est équivalente à la contribution des aéronefs pour les phases des cycles LTO (73 000 tonnes CO₂e).

CONCLUSION

Cette étude s'est donc intéressée aux rejets atmosphériques de polluants et gaz à effet de serre générés par les activités opérées sur la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse. Pour cela 2 inventaires d'émissions ont été construits,

- Un premier inventaire des émissions directes de polluants et GES. Cet inventaire a été réalisé conformément au Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs du CITEPA. Les émissions de polluants et GES portent sur les sources au sol de la plateforme. L'impact plus global a aussi été évalué en ajoutant les émissions liées aux mouvements des aéronefs transitant par la plateforme, selon le cycle LTO (<915 mètres d'altitude). Les résultats des travaux ont enfin été comparés aux émissions de la zone environnante et à celles de territoires plus vastes.
- Un second inventaire, spécifiquement porté sur les émissions indirectes de GES. Les activités propres de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse induisent d'autres activités dites indirectes qui ont elles aussi un impact sur les rejets de GES. Le périmètre pour cette étude porte uniquement sur les déplacements des employés et passagers transitant par la plateforme.

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

Les émissions de la plateforme aéroportuaire (hors aéronefs) ont été estimées pour l'année de référence 2019 et pour 20 activités différentes.

- Les 3 principales sources d'émissions pour la plupart des polluants inventoriés sont le trafic de véhicules routiers, les centrales énergie et les engins aéroportuaire spéciaux.

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

- La majorité des émissions de composés organiques volatils non méthaniques provient du stockage d'hydrocarbures (85%) et des centrales énergies (7%).
- 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, même s'il n'est pas émis dans de grandes quantités est un polluant issu de la combustion de carburants ou combustibles. Pour la plateforme ce sont les centrales énergies qui y contribuent en majorité.
- Le monoxyde de carbone, les oxydes d'azotes et les particules fines PM2,5 et PM1 sont principalement émis par les centrales énergie, le trafic de véhicules routiers ainsi que les engins spéciaux aéroportuaire.
- Les particules les plus grossières (TSP et PM10) sont principalement issues des activités de chantier et construction opérées en 2019 sur la plateforme. Ces activités étant très variables d'une année à l'autre, les émissions induites le sont aussi.
- Les émissions de méthane sont pour en grande partie (52%) issues des fuites théoriques du réseau de distribution de gaz naturel.

Les autres sources recensées sur la plateforme ont une contribution moindre aux émissions. Les activités liées à des utilisations de produits (peinture, nettoyage, maintenance, antigivrage...) sont sources d'émissions de COVNM. La construction et rénovation de voies par la pose d'asphalte génèrent quant à elles des émissions de COVNM et de HAP.

Les opérations de déverglacement des routes et parking n'ont recours qu'à des produits ne contenant pas de solvants. Ces activités-là ne génèrent donc aucune émission de COVNM.

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 la plateforme de Bâle-Mulhouse ont été estimées pour l'année de référence 2019 avec une méthodologie fine prenant en compte les informations spécifiques pour chaque vol d'aéronef. Les résultats ont été comparés aux émissions au sol déterminées lors de la présente étude.

La contribution des émissions des aéronefs est significative dans l'impact global des rejets atmosphériques générés par la plateforme. Les polluants spécifiques de la combustion (SO₂, NO_x, CO, GES ainsi que les particules PM10, PM2.5 et PM1) sont, pour de grandes parts, issus des aéronefs. Pour les autres polluants, l'ammoniac, les COVNM et les gaz fluorés, c'est la contribution des sources au sol qui est majoritaire.

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

En parallèle des travaux d'inventaire, des campagnes de mesures de qualité de l'air périodiques ont lieu sur la plateforme et dans les communes en bordure de la plateforme formant la « zone environnante » (8 communes : Bartenheim, Blotzheim, Hégenheim, Hésingue, Huningue, Rosenau, Saint-Louis, Village-Neuf). Les résultats d'inventaire de la plateforme ont été comparés aux émissions de cette zone environnante (données calculées dans le cadre de l'inventaire régional réalisé annuellement par ATMO Grand Est).

La contribution des émissions de la plateforme (sources au sol + aéronefs) aux émissions totales de la zone environnante varie selon le polluant étudié avec tout de même quelques valeurs remarquables :

- Les émissions de SO₂ et de NO_x sont pour respectivement 66 et 44% issues des activités de la plateforme. Ceci s'explique par les quantités importantes de carburants et combustibles consommées par les sources au sol (centrales énergie, engins aéroportuaires et trafic de véhicules routiers) et les aéronefs.
- Les particules en suspensions sont pour 15 à 20% issues des activités de la plateforme. Ces dernières proviennent, pour une grande part, des consommations d'énergies par les aéronefs.
- Selon le polluant, le trafic de véhicules routiers effectué sur la plateforme représente entre 2 et 12% des émissions du trafic routier de la zone environnante, l'impact du passage de l'A35 dans la zone environnante étant significatif sur les émissions du trafic routier de cette zone.
- Les émissions de NO_x et CO₂ générées par les centrales énergies de la plateforme correspondent respectivement à 17 et 11% des émissions liées à la combustion des secteurs résidentiels et tertiaires de la zone environnante.

Concernant la part de l'aéroport dans les émissions totales du département et de la région :

Les activités de la plateforme ont un impact mineur dans les émissions totales du département du Haut-Rhin et de la région Grand Est. Au niveau du Grand Est, les activités de la plateforme atteignent un maximum de 0,4% des émissions régionales (pour les NO_x).

Concernant les émissions des aéronefs de la plateforme de Bâle Mulhouse vis-à-vis des émissions totales des aéronefs au niveau Grand Est...

La plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse génère une importante activité de trafic aérien (99 000 mouvements en 2019). Ainsi, la part des émissions générées par les aéronefs de cette plateforme par rapport à l'ensemble du trafic aérien du Grand Est est importante. La contribution varie selon le polluant de 45 à 90% des émissions.

Comparaison des résultats de l'inventaire 2019 avec les résultats de l'inventaire 2015 :

Avec la connaissance des limites inhérentes à la collecte de données d'inventaires à 4 ans d'intervalle (2015 et 2019 collectées en 2016-2019 et 2020-2021), cette présente étude s'est attachée à recalculer les émissions de l'année 2015 avec les méthodologies réactualisées.

De manière générale, toutes activités confondues, les émissions des principaux polluants sont cohérentes entre les deux années d'inventaire. Les résultats 2019 sont supérieurs à ceux de 2015, en lien avec l'activité aéroportuaire plus importante en 2019.

Cette étude a aussi permis de comparer l'inventaire des aéronefs avec une méthodologie détaillée à la méthodologie standard appliquée annuellement par ATMO Grand Est pour la prise en compte des aéronefs dans le Grand Est. Cet exercice a permis de montrer que la méthode standard permet une bonne estimation des émissions. Cependant la méthodologie détaillée a permis de recalculer des temps moyens par phases LTO qui pourront être réutilisés à l'avenir dans l'inventaire du Grand Est.

Concernant les émissions indirectes de GES

L'évaluation d'une partie des émissions indirectes de GES de la plateforme, en l'occurrence celles liées aux déplacements des employés et des passagers, met en évidence la part importante des activités indirectes au regard de l'activité propre d'une personne morale. Dans le cas de l'aéroport de Bâle Mulhouse, la contribution en 2019 des déplacements des employés et passagers (74 000 tonnes CO₂e) est équivalente à la contribution des aéronefs pour les phases des cycles LTO (73 000 tonnes CO₂e).

Ces travaux se sont attachés à la caractérisation des émissions de la plateforme aéroportuaire de Bâle Mulhouse pour l'année 2019. L'inventaire ainsi construit, constitue, parallèlement aux études de qualité de l'air déjà opérées sur plateforme, une source d'indicateurs d'impact à l'atmosphère des activités aéroportuaires qui permet à la fois d'alimenter les démarches d'amélioration de la qualité de l'air aux abords et sur la plateforme de Bâle Mulhouse et d'agir au niveau de l'impact de l'activité sur le climat.

ANNEXE 1 – DESCRIPTION DES DONNEES INTEGREES POUR CHAQUE SOURCE D'EMISSIONS

Fiche	Activité	Description de la donnée
1	Les centrales énergie	Consommations (42 500 MWh) de gaz naturel et de fioul domestique par des chaudières et un moteur de cogénération produisant chaleur et électricité
2	La climatisation et la réfrigération	14 kg de fluide rechargé dans des appareils de climatisations
3	Les stockages d'hydrocarbures	192 000 m ³ de carburant stockés dans des cuves
4	La distribution de combustibles liquides et d'essence	Stations-services et avitaillement : 94 000 tonnes de carburants transférés
5	Les réseaux de distribution de gaz	5,9 km de réseau de distribution de gaz naturel sur le site.
6	Les postes électriques (SF ₆)	Postes hermétiques. Pas d'émissions
7	Les postes incendie	Pas d'activité, pas d'émissions
8	Les travaux de construction ou de rénovation de voies	Pose d'asphalte sur 27 000 m ²
9	Les opérations d'antigivrage et de dégivrage des avions	Application 505 000 litres de produits de dégivrage et antigivrage
10	Les opérations de déverglaçage des bretelles d'accès et aires de stationnement	Application de 50 000 litres de produits déverglaçant ne contenant aucun solvant
11	Les opérations de maintenance et de nettoyage extérieur des avions, véhicules terrestres et locaux	Application de 3 000 litres de produits de maintenance et de nettoyage
12	Les opérations de peinture des avions, des véhicules terrestres et des locaux	Application d'environ 700 litres de peinture
13	Les sources biotiques (végétation et espaces verts)	Pas d'activité sur le site (pas d'épandage d'engrais)
14	Les essais de feux	Pas d'essai de feu sur le site
15	Les chantiers de construction	Surface au sol de chantiers de 66 000 m ²
16	Le trafic ferroviaire	Pas d'activité sur le site
17	Les engins spéciaux utilisés dans l'agriculture et dans l'entretien des espaces verts	Consommation de 23 000 litres de carburants pour les engins
18	Les engins spéciaux utilisés dans l'industrie (activités connexes)	15 engins répertoriés et fonctionnant à l'électricité
19	Les engins spéciaux utilisés sur les zones aéroportuaires	Consommation de 675 000 litres de carburants par les engins
20	Le trafic de véhicules routiers	23 millions de km.véhicules parcourus

ANNEXE 2 – RESULTATS TOTAUX EN KG DE L'INVENTAIRE DES EMISSIONS DES SOURCES AU SOL DE LA PLATEFORME AEROPORTUAIRE DE BALE MULHOUSE POUR 2015 ET 2019

ANNEE	ID FICHE	SO2	NOX	COVNM	CO	NH3	CH4	CO2	N2O	HFC	PRG	TSP	PM10	PM2,5	PM1
2015	Centrales énergie	85	13305	11096	2989	-	691	8509074	373	-	8637454	135	135	134	134
2015	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	86794	86794	-	-	-	-
2015	Stockages d'hydrocarbures	-	-	115950,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Distribution de combustibles et carburants	-	-	1844,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Réseau de distribution de gaz	-	-	112,5	-	-	1096	-	-	-	27396	-	-	-	-
2015	Postes électriques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Postes incendies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Construction et rénovation de voies	-	-	16,2	-	-	-	-	-	-	-	22,45	22,40	18,90	15,53
2015	Antigivrage et dégivrage des avions	-	-	27,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Déverglçage routes et parkings	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Maintenance et nettoyage (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	3712,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Peinture (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	3429,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Essais de feux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24482	4545	1466	542
2015	Trafic ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Engins agricoles et espaces verts	0,31	340	296	1885	-	13	54634	1	-	55312	62	34	31	26
2015	Engins industriels	0,70	271	199	375	-	15	48134	1	-	48884	19	17	16	14
2015	Engins aéroportuaires	8,22	6640	497	8247	-	40	1284250	235	-	1355313	652	601	560	546
2015	Trafic de véhicules routiers	28,61	15733	1542	11263	177	189	4134391	136	-	4179752	1441	1102	821	484
2019	Centrales énergie	93,74	13274	10397	3075	-	705	8749638	383	-	8881435	140	139	138	138
2019	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	24834	24834	-	-	-	-
2019	Stockages d'hydrocarbures	-	-	122202,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Distribution de combustibles et carburants	-	-	3310,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Réseau de distribution de gaz	-	-	112,51	-	-	1096	-	-	-	27396	-	-	-	-
2019	Postes électriques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Postes incendies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Construction et rénovation de voies	-	-	65,51	-	-	-	-	-	-	-	91	91	76	63
2019	Antigivrage et dégivrage des avions	-	-	37,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Déverglçage routes et parkings	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Maintenance et nettoyage (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	4093,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Peinture (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	1435,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Essais de feux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20848	3870	1248	462
2019	Trafic ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Engins agricoles et espaces verts	0,13	116	634	4480	-	27	35050	1	-	35994	62	45	43	43
2019	Engins industriels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,017	0,010	0,007	0,001
2019	Engins aéroportuaires	11	8857	679	10054	-	61	1722866	423	-	1850422	825	759	706	680
2019	Trafic de véhicules routiers	33	14267	1314	9603	124	216	4692786	191	-	4754976	1535	1119	745	339

ANNEE	ID FICHE	AS	CD	CR	CU	HG	NI	PB	SE	ZN	PCB	HCB	PCDDF	BAP	BBF	BKF	INDPY	HAP4
2015	Centrales énergie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000002	-	0,000000047	0,001	0,0001	0,0001	0,001	0,0031
2015	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Stockages d'hydrocarbures	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Distribution de combustibles et carburants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Réseau de distribution de gaz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Postes électriques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Postes incendies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Construction et rénovation de voies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000000020	0,000003	0,00003	0,00001	0,000002	0,00005
2015	Antigivrage et dégivrage des avions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Déverglacement routes et parkings	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Maintenance et nettoyage (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Peinture (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Essais de feux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Trafic ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Engins agricoles et espaces verts	-	0,00002	0,0001	0,003	-	0,0001	-	0,00002	0,002	-	0,00	0,000000004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,0031
2015	Engins industriels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000004	0,00	0,000000001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,0021
2015	Engins aéroportuaires	-	0,00001	0,00004	0,002	-	0,0001	-	0,00001	0,001	-	0,00	0,000000091	0,019	0,022	0,019	0,017	0,0769
2015	Trafic de véhicules routiers	0,05	0,003	0,04	6,81	0,005	0,04	2,49	0,01	8,76	0,0000001	-	-	0,021	0,026	0,019	0,020	0,0866
2019	Centrales énergie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000003	-	0,000000046	0,002	0,0001	0,0001	0,002	0,0033
2019	Climatisation et réfrigération	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Stockages d'hydrocarbures	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Distribution de combustibles et carburants	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Réseau de distribution de gaz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Postes électriques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Postes incendies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Construction et rénovation de voies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000000082	0,00001	0,0001	0,0001	0,00001	0,0002
2019	Antigivrage et dégivrage des avions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Déverglacement routes et parkings	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Maintenance et nettoyage (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Peinture (avions, véhicules terrestres, bâtiments)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Essais de feux	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Chantiers et constructions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Trafic ferroviaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Engins agricoles et espaces verts	-	0,00004	0,0002	0,01	-	0,0003	-	0,00004	0,004	-	0,000001	0,000000006	0,0004	0,0005	0,0003	0,0004	0,0016
2019	Engins industriels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Engins aéroportuaires	-	0,0000001	0,000001	0,00002	-	0,000001	-	0,000000	0,00001	-	0,0001	0,000000122	0,03	0,03	0,03	0,02	0,1034
2019	Trafic de véhicules routiers	0,06	0,005	0,06	9,85	0,01	0,05	3,28	0,02	11,39	0,0000001	-	-	0,02	0,03	0,02	0,02	0,0830

ANNEXE 3 – DUREES D'ACCELERATION DES AVIONS SUR LA PISTE AVANT DECOLLAGE, BASEES SUR LES DONNEES RADARS

Modèle avion	Durée accélération [s]
B734	41
A320	26
B737	28
B753	29
B737	25
A320	28
B753	30
A320	28
B190	20
B734	29
A320	37
A320	35
A319	27
A306	23
A320	35
A320	34
B753	34
B738	32
A306	32
A320	30
A320	28
A306	36
B738	26
A306	34
A306	35
A306	37
A306	32
A306	30
B753	36
B739	26
A306	29
A306	40
B737	27
B739	30
B737	28
B739	32
CRJ9	25
B733	34
B737	32
B739	31
C525	26

Durée minimale [s]	20
Durée maximale [s]	41
Moyenne [s]	31



Air • Climat • Energie • Santé

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim
Tél : 03.88.19.26.66 – contact@atmo-grandest.eu
Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B
Association agréée de surveillance de la qualité de l'air